

УДК 693.54

Голубничий А.В., Голубничий Г.А.¹

БЕТОННІ СУМІШІ ДЛЯ ЛОГІСТИЧНОГО ЦЕНТРУ ЗБУДОВАНОГО ЗА ІНОЗЕМНІ ІНВЕСТИЦІЇ

АНОТАЦІЯ. Наведені результати досліджень бетонних сумішей для конструкцій логістичного центру.

Ключові слова: бетонні суміші, міцність, залізобетонні конструкції.

АНОТАЦІЯ. Приведены результаты исследований бетонных смесей для конструкций логистического центра.

Ключевые слова: бетонные смеси, прочность, железобетонные конструкции.

SUMMARY. The results of researches of concrete mixtures for construction logistics center is resulted.

Key words. Concrete mixtures, strength, reinforced concrete constructio

Вступ. В теперішній час на теренах України споруджується значна кількість будівельних об'єктів, які фінансуються повністю або частково за рахунок іноземних інвесторів це обумовлює підвищені вимоги до організації і технології будівельного виробництва, у тому числі до якості бетонних сумішей і матеріалів, які застосовуються у монолітних залізобетонних конструкціях. Відносно властивостей бетонних сумішей існує значна кількість наукових робіт [1...9]. Але питання пов'язані із управління їх властивостями при їх транспортуванні на значні відстані залишаються ще не вирішеними.

Метою роботи є. Розробити бетонні суміші БСГ В25 П4 і БСГ В30 П4, які зберігають свої властивості як у літній, так і зимовий період при транспортуванні від місць їх виготовлення до місць їх застосування на відстань 35...45 км на протязі 60...70 хв.

Виклад основного матеріалу. На житомирському шосе на відстані 30 км від міста Києва збудовано логістичний центр загальною площею 60 тис. м². Будівництво здійснювалось за рахунок інвесторів з м. Москва. При спорудженні цього об'єкту були виконані у повному обсязі вимоги нормативних документів, що діють на території України і не суперечать таким, що діють на території інвестора. Одним з таких документів є ДБН А.3.1-5-96 «Організація будівельного виробництва». Згідно з ним виконанню робіт на цьому будівельному об'єкті передували комплекс заходів і поза майданчикових робіт, що забезпечують можливість здійснення будівництва у відповідності з умовами підрядних контрактів і взаємозв'язану діяльність усіх його учасників. До таких спроможностей підприємств виробничої бази будівництва постачати на будівельний майданчик у необхідних об'ємах і термінах якісні бетонні суміші і інші вихідні матеріали.

Внаслідок виконаного моніторингу постачальниками були визначені: бетонних сумішей – заводи „Dusker hoff Ukraine” і “Форум ДС”; цементів – Балаклійський цементно-шиферний комбінат (Балцем), Здолбунівський цементно-шиферний комбінат (Волиньцемент), Криворізький цементно-гірничий комбінат; щебеню – ТОВ «Коростенський кар'єр». Як дрібний заповнювач у бетонних сумішах використано

пісок річковий дніпровський. Хімічні добавки суперпластифікаторів постачались: СП-1 – ТОВ „Поліпласт” Новомосковськ; „Динамон СР3” (Dynamon SR3) – підприємствами Італії, Sikaplast 2508 – підприємствами Італії.

Хімічний склад клінкерів у застосованих цементах був визначений у відповідності з ГОСТ 5382 «Цементы и материалы цементного производства. Методы химического анализа» і наведений у табл. 1; мінеральний склад клінкерів – згідно [10] і наведений у табл. 2. Результати фізико-механічних випробувань цементів, які виконані у відповідності з ГОСТ 310.2 «Цементы. Методы определения тонкости помола», ГОСТ 310.3 «Цементы. Методы определения нормальной густоты, сроков схватывания и равномерности изменения объема», ГОСТ 310.4 «Цементы. Методы определения прочности при изгибе и сжатии» наведені у табл. 3, 4.

Таблиця 1.

Хімічний склад клінкерів і шлаку			
№ п/п	Найменування клінкерів і шлаку	Вміст оксидів, мас %	
		SiO ₂	Al ₂ O ₃
1	Балаклійський	22.39	4.79
2	Здолбунівський	22.82	5.19
3	Криворізький	21.49	5.39
4	Криворізький(шлак)	39.82	7.86

Продовження таблиці 1.

№ п/п	Вміст оксидів, мас %			
	Fe ₂ O ₃	CuO	MgO	SO ₃
1	3.78	68.01	0.22	0.23
2	4.02	66.42	0.40	0.22
3	3.68	65.68	3.04	0.72
4	0.76	47.14	4.28	0.14

Примітка: у клінкері криворізькому також є, мас %: FeO-0.24, MnO-0.16, в.п.п.-0.60; клінкері Балаклійському-R₂O-0.27, в.п.п.-0.31; клінкері Здолбунівському-R₂O-0.26, FeO-0.21, в.п.п.-0.46.

¹ Голубничий А.В., м.н.с. КНУБА, Голубничий Г.А., м.н.с. НДІБК.

Таблиця 2

Характеристики і мінеральний склад клінкерів

№ п/п	Найменування клінкерів	Характеристики клінкерів			
		Кн	П	Р	СаО вільн.
1	Балаклійський	0.93	2.61	1.26	-
2	Здолбунівський	0.89	2.47	1.29	0.23
3	Криворізький	0.91	2.33	1.40	0.98

Продовження таблиці 2.

№ п/п	Вміст мінералів мас.%			
	C ₃ S	C ₂ S	C ₃ A	C ₄ AF
1	67.2	13.4	6.3	11.4
2	55.5	23.6	6.9	12.3
3	59.0	16.5	7.7	11.6

Таблиця 3

Тип і характеристики цементів

№ п/п	Тип цементу	Вид клінкеру, № табл.2	Вміст, мас.%	
			Шлаку	SO ₃
1	ПЦ1-500	1	-	2.22
2	ШПЦ Ш/А 400	2	40.0	2.00
3	ПЦ П/Б-Ш-400	3	28.0	2.15

Продовження таблиці 3.

№ п/п	Тони на помелу цементів	
	Залишок на ситі 008	Питома поверхня, м ² /кг
1	8.0	312
2	11.4	290
3	9.5	303

Таблиця 4

Результати фізико-механічних випробувань цементів

№ п/п	Тип цементу, № табл.3	Нормальна густина тіста, %	Водоцементне співвідношення, В/Ц	Розплив конуса, мм
1	1	24.3	0.39	11.0
2	2	25.9	0.40	112
3	3	25.0	0.40	110

Продовження таблиці 4.

№ п/п	Строки тужавлення, хв, дочатоккінець	Міцність при згині/стиску, МПа після твердіння в умовах		
		Нормальних		ТВО
		3	28	
1	170	5.12	6.89	5.21
	235	32.6	52.1	34.2
2	230	3.28	5.94	3.47
	285	19.1	42.8	20.2

3	<u>195</u> 275	<u>3.10</u> 18.4	<u>5.75</u> 41.7	<u>3.28</u> 19.5
Примітка: тепло вологу обробку (ТВО) проводити по режиму 3+6+2 з температурою ізотермічного прогріву 333±5К.				

На Балаклійському цементному підприємстві клінкери виготовляли по мокрому способу виробництва з використанням обертових печей 5x185 м, Здолбунівському - мокрому способу виробництва з обертовими печами 4.5x170 м, Криворізькому - сухому способу виробництва з використанням циклонних теплообмінників, реактору - декарбонізатору і обертової печі 4x90 м.

Вміст у цих клінкерах, мас. %: оксиду магнію не перевищував 3.04 (норматив не більше за 5), вільного СаО не перевищував 1.0 (норматив не більше за 1.0), SO₃ - 0.72 (норматив не більше за 1.0), Na₂O + 0.658 K₂O - 0.27 (норматив не більше за 1.2). Втрати маси після нагріву цих клінкерів до 1273 К не перевищували 0.6 мас. % (норматив не більше за 1 мас. %). Вміст нерозчинного залишку не перевищував 1.0 мас. % (норматив не більше за 1 мас. %). Проведені дослідження свідчать, що ці клінкери відповідають вимогам ТУ 21-13-2 «Клінкер портландцементний».

Доменний гранульований шлак комбінату «Криворіжсталь» (Міталстіл) випробували по ГОСТ 5382 і ГОСТ 3476 «Шлаки доменные и электротермофосфорные гранулированные для производства цементов». Вміст у ньому MgO - 4.28 мас. % (норматив не більше за 5 мас. %). Шлак стійкий до силікатного розпаду. Проведені дослідження свідчать, що цей шлак відповідав вимогам ГОСТ 3476.

Гіпсовий камінь відповідав вимогам ГОСТ 4013 «Камінь гіпсовый и гипсонгидритовый для производства вяжущих материалов. Технические условия».

Рання міцність цементів (у віці двох діб цементу ПЦ-1-500) складала 22.5 МПа (норматив не менше за 15 МПа) і у віці семи діб цементів ШПЦ Ш/А-400 і ПЦ П/Б-Ш-400 відповідно 25.7 і 25.0 МПа (норматив не менше за 20 МПа). Цементи показували рівномірність зміни об'єму при випробуванні зразків кип'ятінням у воді і не виявляли ознак хибного тужавлення. Проведені дослідження свідчать про те, що ці цементи відповідають вимогам ДСТУ БВ 2.7-46-96 «Будівельні матеріали. Цементи загально-будівельного призначення».

Дослідження гранітного щебеню фракції 5...20 мм проводили у відповідності до ДСТУ БВ 2.7-71-98 «Щебінь і гравій із щільних гірських порід і відходів промислового виробництва. Методи фізико-механічних випробувань». Визначено, що його зерновий склад характеризується такими показниками: повні залишки по ситах, мас. %: д - 97 (норма 90...100); 0,5 (Д+д) - 73 (норма 30...80), Д - 9 (норма до 10); 1.25Д - 0 (норма до 0,5). Вміст у мас. % зерен пластичної та голчастої форми - 22 (норма до 35), глинистих та пилуватих часток - 0.7 (норма до 1). Марка щебеню по міцності дорівнювала 1200, за стиранням - Н1, по морозостійкості - F200. Насипна густина щебеню дорівнювала 1450 кг/м³, істинна-2850 кг/м³.

Питома природна активність природних радіонуклідів – 245 Бк/кг. Проведені дослідження свідчать, що цей щебінь відповідає вимогам ДСТУ БВ.2.7-75-98 «Будівельні матеріали. Щебінь та гравій щільні природні для будівельних матеріалів, виробів, конструкцій та робіт. Технічні умови» і може застосовуватись у всіх видах будівництва без обмежень.

У якості дрібного заповнювача застосовано пісок річковий дніпровський. Його випробували у відповідності з ГОСТ 8735 «Песок для строительных работ. Методы испытаний». Встановлено, що його насипна густина дорівнювала 1300 кг/м^3 , істинна – 2600 кг/м^3 . Пісок має модуль крупності $M_{кр} = 1.3$ і характеризується такими повними залишками на відповідних ситах, мас %: № 5 – 0, № 2.5 – 2, № 1.25 – 6, № 0.63 – 27, № 0.315 – 37, № 0.16 – 59, менше за 0.16 – 15 (норматив не більше за 20). Вміст пиловидних та глинистих часток у піску дорівнював 1.5 мас.% (норматив не більше за 3 мас. %). Цей пісок відноситься до дуже дрібних (модуль крупності у межах 1.0...1.5) і може застосовуватись у бетонах з класом по міцності при стиску до В30 включно. Проведені дослідження свідчать, що цей пісок задовольняє вимогам ДСТУ БВ 2.7-32-95 «Будівельні матеріали. Пісок щільний природний для будівельних матеріалів, виробів, конструкцій і робіт. Технічні умови».

Проведені дослідження свідчать, що хімічні добавки – суперпластифікатори, відповідають вимогам ДСТУ БВ.2.7-69-98 «Будівельні матеріали. Добавки для бетонів. Методи визначення ефективності».

Усі компоненти бетонних сумішей задовольняли вимогам ДБН.В.1.4-1.01-97 «Регламентовані радіаційні параметри. Допустимі рівні», ДБН В.1.4-2-01-97 «Радіаційний контроль будівельних матеріалів та об'єктів будівництва», ДСТУ БВ.2.7-43-96 «Будівельні матеріали. Бетони важкі. Технічні умови» і можуть застосовуватись у всіх видах будівництва без обмежень.

Склади бетонних сумішей визначали у відповідності до ГОСТ 27006-86 «Бетоны. Правила подбора состава».

При виготовленні бетонних сумішей для спорудження залізобетонних конструкцій фундаментів з проектним класом бетонів по міцності при стиску В25 застосовано цемент ШПЦ Ш/А-400. При виготовленні бетонних сумішей для спорудження залізобетонних конструкцій, які розташовані на відмітках вище за 0.000 і мають проектний клас бетонів по міцності при стиску В30, застосовані цементы ПЦ-I-500 і ПЦ II/Б-Ш-400.

Бетонні суміші виготовляли у відповідності з вимогами ДБН А.3.1-7-96 «Виробництво бетонних та залізобетонних виробів», посібника до ДБН А.3.1-7-96, ДСТУ БВ.2.7-96-2000 «Будівельні матеріали. Суміші бетонні. Технічні умови» і технологічних карт, розроблених з урахуванням конкретних умов виробництва на кожному із вказаних підприємств. Так крупні і дрібні заповнювачі складували окремо і зберігали у відкритих складах або під навісом в умовах, що виключали змішування заповнювачів різних видів і фракцій та їх забруднення і замерзання. Цементи

складували і зберігали окремо у спеціалізованих силосних складах. Вивантаження і транспортування цементів здійснювали пневмотранспортом. Хімічні добавки – суперпластифікатори зберігали у герметично закритій тарі в умовах, що забезпечують підтримання їх температури у межах 278...308 К і виключають їх змерзання або втрату функціональних властивостей. Склади для зберігання цих речовин були обладнані пристроями для їх підігрівання, барботування, промивання трубопроводів та виділення нерозчинних осадів.

Основними технологічними операціями при приготуванні бетонних сумішей були: підготовка вихідних матеріалів, їх дозування, перемішування матеріалів, видавання на транспортні засоби готових сумішей.

При підготовці хімічних добавок їх розчиняли до потрібної концентрації. Компоненти бетонних сумішей дозували ваговим способом, при цьому похибки не перевищували $\pm 2 \text{ мас.}\%$ – при дозуванні цементів, $\pm 2.5 \text{ мас.}\%$ – при дозуванні заповнювачів, ± 1 – при дозуванні розчинів суперпластифікаторів. Дозатори відповідали вимогам ГОСТ 10223.

Вихідні сировинні матеріали завантажували у працюючий змішувач примусової дії з одним шнеком об'ємом 1 м^3 , який входив до складу комплексу по виготовленню бетонних сумішей «Ельба» у наступній послідовності. При роботі у літній період у бетонозмішувач спочатку завантажували крупний заповнювач, потім – дрібний, цемент, розчин добавок-суперпластифікаторів з водою. При роботі у зимовий період воду підігрівали до температури у межах $343 \pm 5 \text{ К}$. У зв'язку з застосуванням гарячого розчину добавок – суперпластифікаторів послідовність завантаження вихідних матеріалів змінювалась і цемент завантажували у змішувач в останню чергу.

Фізична сутність перемішування компонентів бетонних сумішей полягає у багатократному перетині траєкторій часток змішуваних матеріалів. При цьому чим цей процес інтенсивніше і чим траєкторії перетинів складніше, тим краще ефективність перемішування. При сумісному перемішуванні компонентів бетонної суміші на протязі 30...50 с, після завершення завантаження останнього, досягали однорідності бетонної суміші і створювали умови для оптимального протікання фізико-хімічних процесів формування технологічних властивостей бетонних сумішей.

Температури бетонних сумішей на виході з бетонозмішувача у літній період (температура навколишнього середовища вища за 278 К) не перевищувала $298 \pm 5 \text{ К}$, зимовий-була не меншою за 288...293 К (норматив згідно з ДБНА 3.1-7 – не менше за $303 \pm 5 \text{ К}$).

Бетонні суміші від заводів до будівельного майданчика транспортували авто бетонозмішувачами фірми «Вольво», які обладнані змішувачами гравітаційного принципу дії. Зсідання стандартного конусу (ОК) при проведенні випробувань сумішей класів БСГ В25 П4 і БСГ В30 П4 на бетонних заводах складала 19...20 см, а на будівельному майданчику у зимовий період – 19...20 см, літній період – 18...19 см. Це свідчить про те, що і після транспортування цих бетон-

них сумішей на протязі 60...80 хв. їх легкоукладальність відповідає марці П4.

При транспортуванні бетонних сумішей має місце їх ущільнення внаслідок вилучення частки захопленого повітря, перетворення частки вільної води у адсорбційну і хімічно зв'язану. Коефіцієнт ущільнення застосованих бетонних сумішей після їх доста-

вки на будівельний майданчик дорівнював – 0.98...0.99. Розшарованість цих бетонних сумішей характеризувалась такими показниками: водовідділення – 0.3...0.4% (норматив не більше за 0.8%), розчиновідділення – 0.7...1.0% (норматив не більше за 4%)

Висновки

1. Застосовані цементи, крупний і дрібний заповнювачі, хімічні добавки – суперпластифікатори дозволяють отримати бетонні суміші для бетонів БСГ В25 П4 і БСГ В30 П4 з стабільними показниками їх фізико-хімічних властивостей.
2. Застосовані цементи і добавки суперпластифікатори дозволяють транспортувати бетонні суміші у автобетонозмішувачах фірми «Вольво» на протязі 60...70 хв. як у літній, так і зимовий періоди при збереженні їх марки по легкоукладальності.

Література

1. Атаев С.С. Технология индустриального строительства из монолитного бетона. – М.: Стройиздат, 1989. – 336 с.
2. Рыбьев И.А. Строительное материаловедение. – М.: Высшая шк., 2002. – 701 с.
3. Батраков В.Г. Модифицированные бетоны. Теория и практика. – М.: Стройиздат, 1998. – 768 с.
4. Lea's Chemistry of cement and concrete: ed. By Peter C. Hewlett, 1988. -1008 s.
5. Баженов Ю.М. Технология бетона. – М.: Высш. шк., 1987. – 449 с.
6. Майер Г.Г. Система европейских стандартов на бетон и составляющие материалы// Бетон и Железобетон. – 2002. – №1. – С.2-4.
7. Будівельне матеріалознавство. /Кривенко П.В., Пушкарєва К.К., Барановський В.Б. і інш. – К.: ТОВ УВПК «ЕксОб», 2004. – 704 с.
8. Aitcin P. High Performance Concrete, E&FN Spon/-London. – 1998. -591 p.
9. Хаютин Ю.Г. Монолитный бетон: технология производства работ.– М.: Стройиздат. 1991. – 576 с.
10. Теория цемента. /Под ред. А.А. Пашенко. – К.: Будивельник 1991. – 168 с.

УДК 331:45

Паньків Х.В., Потапенко Г.Д., Теренчук С.А., Євтєєва Л.І.¹

ОЦІНКА РІВНІВ ШКІДЛИВИХ ФАКТОРІВ ВИРОБНИЧОГО СЕРЕДОВИЩА ОБ'ЄКТІВ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

АНОТАЦІЯ. Робота присвячена дослідженню напруженості електромагнітного поля, іонізації повітря та шумового навантаження на об'єктах теплопостачання.

Ключові слова: об'єкти теплопостачання, електромагнітне поле, іонізація, шум.

АННОТАЦИЯ. Работа посвящена исследованию напряженности электромагнитного поля, ионизации воздуха и шумовой нагрузки на объектах теплоснабжения.

Ключевые слова: объекты теплоснабжения, электромагнитное поле, ионизация, шум.

SUMMARY. The work is devoted to investigation of electromagnetic field ionization of air and noise load on the heating facilities.

Keywords: DH objects, electromagnetic field, Ionization, noise.

Постановка проблеми. Безперебійне функціонування об'єктів теплопостачання є важливою ланкою інфраструктури та системи життєзабезпечення населених пунктів. Вагомою складовою стабільної роботи цих об'єктів є забезпечення належних умов праці персоналу з їх обслуговування.

На сьогоднішній день більшість уваги приділяється заходам з нормалізації фізичних факторів

при експлуатації великих енергетичних об'єктів, таких як теплові електростанції та теплоелектроцентралей. Та дослідження у цьому напрямі поодинокі і не мають системного підходу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

У роботах [1,2] розглядаються рівні електричних і магнітних полів, причому у місцях, де працівники перебувають епізодично. Втім на таких підприєм-

³⁴ ¹ Паньків Х.В., аспірант НТУ «Львівська політехніка» (м. Львів); Потапенко Г.Д., к.ф.-м. н. КНУБА (м. Київ); Теренчук С.А., к.ф.-м. н. КНУБА (м. Київ); Євтєєва Л.І., асистент НТУУ «КПІ» (м. Київ).