

УДК 691.32

Кривенко П.В., доктор техн.наук, професор,  
 Ростовська Г.С., канд.техн.наук, с.н.с.,  
 Петропавловський О.М., канд.техн.наук, с.н.с.,  
 Блажис Г.Р., канд.техн.наук, доцент,  
 Пушкар В.І., канд.техн.наук, с.н.с.,  
 Науково-дослідний інститут в'язучих речовин і матеріалів (НДІВРІМ), КНУБА, м.Київ

## НОРМАТИВНІ ДОКУМЕНТИ НА ЦЕМЕНТИ ЛУЖНІ ТА БЕТОНИ НА ЇХ ОСНОВІ

Лужні цементы та бетони на їх основі суттєво відрізняються від традиційних матеріалів на основі портландцементів як за вихідними матеріалами та технологією їх приготування, так і, що більш важливо, за властивостями. Тому вони не підпадають під нормативну базу портландцементів та бетонів на їх основі, а потребують розробки окремих нормативних документів.

Шлаколувні цементы і бетони на їх основі, як різновид теперішніх лужних, були запропоновані ще в 1957 р. автором розробки нового напрямку в галузі в'язучих та бетонів професором В.Д. Глуховським (1-3).

Після цього почалося їх широке впровадження в різні галузі будівництва, в тому числі і за кордоном і, відповідно, розробка цілої серії нормативних документів на такі матеріали різних рівнів (рис. 1).

Деякі із споруджених об'єктів з шлаколувного бетону наведено на рис. 2-8.

**Останніми нормативними документами державного рівня на такі матеріали були:**

- ДСТУ Б В.2.7-24-95 «В'язуче шлаколувне. Технічні умови»;
- ДСТУ Б В.2.7-25-95 «Бетони важкі шлаколувні. Технічні умови»;
- ДБН Г.1-3-95 «Типові норми витрат молотого шлаку і лужного компонента для виготовлення шлаколувних бетонів, збірних та монолітних бетонних і залізобетонних виробів і конструкцій».

За цими документами марка шлаколувних в'язучих за міцністю на стиск знаходилась в межах 300-1000, а марка шлаколувних бетонів в межах – 150-1200.

Високі гарантовані показники міцності шлаколувних в'язучих та бетонів це – реальність, яка була підтверджена не тільки більш ніж 50-тирічним терміном успішної експлуатації споруд з шлаколувних бетонів, але і науковими експериментами, проведеними головними профільними науково-дослідними інститутами союзного значення колишнього Радянського Союзу.

Висока міцність шлаколувних бетонів обумовлена мінералогічним складом шлаколувних в'язучих. Це гарантувало також ви-

Рис. 1. Нормативні документи на шлаколувні матеріали



Рис. 2. 1960 р., м. Маріупіль. Житлові будинки (9-15 та 2-4 поверхи), стіни яких зведено з шлаколувних блоків та напівблоків

сокі показники і спеціальних властивостей останніх, а саме: морозостійкість (вище 1000 циклів), водонепроникність (вище 2 МПа), стійкість в агресивних середовищах, в тому числі в розчинах магnezальних та сульфатних солей, здатність тверднути при низьких температурах (4). Все це забезпечувало надійні експлуатаційні властивості шлаколузних бетонів, а, значить, і їх високу довговічність, і означало, що заявлені в нормативних документах властивості матеріалів, було підтверджено на практиці.

Проте час, що минув після затвердження вказаних документів, поставив нові завдання перед науковцями в галузі шлаколузних матеріалів, що були зумовлені зміною структури господарювання в країні, енергетичною кризою та іншими проблемами.

Так, за цей час більшість цементних заводів в Україні стали приватною власністю, і ціни на портландцемент, які диктували монополісти, стрімко зростали, а отже з'явилась потреба повернутись до альтернативних видів цементів, в тому числі і до лужних. Останні за фізико-технічними властивостями та економічними показниками є не тільки конкурентноспроможними з портландцементами, але і значно перевершують їх, в тому числі за показниками спеціальних властивостей.

Проте розташування металургійних заводів в основному на півдні України призводило до обмеженого застосування доменних шлаків для шлаколузних в'язучих в інших регіонах країни через високі транспортні витрати. В зв'язку з цим необхідно було досліджувати іншу сировинну базу природних чи техногенних алюмосилікатів, яка б могла стати альтернативою доменним шлакам.

В результаті багаторічної науково-дослідницької роботи ці питання було вирішено: розширена сировинна база лужних цементів за рахунок використання в значних кількостях відходів різних виробництв, в тому числі за рахунок утилізації золашлакових відходів, що утворюються при спалюванні вугілля на ТЕЦ, а також природних алюмосилікатів – базальтів (5-6).

Це дозволило також виготовляти лужні цементи і бетони в будь-яких регіонах України, тобто без значних транспортних перевезень і витрат.

При цьому якість отримуваних цементів не тільки відповідала основним показникам для цементів загальнобудівельного призначення, але за деякими показниками і значно перевищувала останні.

Важливо відзначити і те, що витрати клінкеру для виробництва таких цементів складали від 0 до 30% загальної маси вяжучого, що свідчило про високі показники енергозбереження при їх виробництві

Крім того, технологія приготування шлаколузних в'язучих, закладена в ДСТУ Б В.2.7-24-95, передбачала приготування бетонних сумішей тільки шляхом замішування складових бетону розчинами лужних компонентів. В заводських стаціонарних умовах така технологія прийнятна. Проте таке приготування бетонних сумішей в інших умовах, наприклад, на будівельних майданчиках, децю ускладнювало процес, оскільки викликало необхідність мати криті склади для зберігання лужних компонентів, ємності з приводами для приготування розчинів і таке інше. Тобто для інших умов бажана була б така технологія, яка б передбачала можливість введення лужного компонента в склад в'язучого не в розчині, а в сухому стані при помелі шлаку чи при змішуванні уже молотих компонентів.

Така технологія була розроблена. Вона передбачає, що для сумісного помелу алюмосилікатного і лужного компонентів, останній повинен бути малогіроскопічним. В якості такого можуть використовуватись сода кальцинована або метасилікат натрію (безводний чи п'ятиводний).

В результаті проведених досліджень стала очевидною необхідність розробки національного стандарту на нову номенклатуру і технологію лужних цементів.

Такий стандарт ДСТУ Б В.2.7-181:2009 «Цементи лужні. Технічні умови» було розроблено Науково-дослідним інститутом в'язучих речовин і матеріалів на заміну ДСТУ Б В.2.7-24-95 «В'язуче шлаколузне. Технічні умови» і затверджено Мінрегіонбудом України (наказ №65 від 10.02.2009 р.)

Назва стандарту в порівнянні з попереднім документом була змінена в зв'язку з тим, що для виробництва цементу застосовувались уже не тільки портландцементний клінкер.



Рис. 3. 1988 р, ст. Чудово, Росія перевідна стрілка залізнична, Санкт-Петербург-Москва. Попередньо напружені шпали та бруски з шлаколузного бетону



Рис. 4. 1984 г, м. Магнітогорськ, Росія. Спеціальна дорога довжиною 6 км до кар'єру гори Магнітної з монолітного шлаколузного бетону під багатотонажні важкі транспортні засоби (до 60 т).



Рис. 5. 1982 р., м. Турку, Фінляндія. Виробництво димових труб з коррозійностійкого шлаколузного бетону



Рис. 8. 1999-2000 р.р. м. Маріупіль, металургійний завод ім. Ілліча. Автомобільні дороги з шлаколужного бетону під багатотонажні важкі транспортні засоби: з монолітного бетону та збірних плит, укладених «в замок».



Рис.9. 2011 р., м. Мельбурн, Австралія, мостовий перехід, збірні елементи з шлаколужного бетону

Основні види, типи та склад лужних цементів за ДСТУ Б В.2.7-181:2009 наведено в табл. 1, а їх міцність при стиску – в табл. 2.

Цементи, в цілому, можна розглядати, з однієї сторони, як кінцевий продукт, тобто товар, що пропонується до реалізації, а з іншої – як проміжний продукт для застосування в будівництві (приготування бетонних сумішей та будівельних розчинів).

Виходячи з цього тлумачення закономірною виглядала необхідність продовження розробки нормативних документів, в яких лужні цементи могли б бути використані для вказаних цілей, а саме: для виготовлення бетонів з використанням широкого діапазону лужних цементів.

В чинному ж на той час ДСТУ Б В.2.7-25-95 «Бетони важкі шлаколужні. Технічні умови» було подано бетони, в яких, як в'язучі матеріали, використовуються тільки шлаколужні, тобто це тільки один з видів лужних цементів, що наразі пропонує ДСТУ Б В.2.7-181:2009 «Цементи лужні. Технічні умови».

Тому логічною представлялась розробка нового стандарту на бетони лужні, який би врахував всі зміни в ДСТУ Б В.2.7-181:2009 «Цементи лужні. Технічні умови» та замінив би чинний наразі ДСТУ Б В.2.7-25-95 «Бетони важкі шлаколужні. Технічні умови».

Такий стандарт було підготовлено тим же розробником і затверджено Мінрегіонбудом України (наказ №75 від 19.07.2011 р.).

Таблиця 1.

Види і склад цементів

Вид цементу	Найменування	Тип	У відсотках (за масою)					Сполуки лужних металів – натрію чи калію **
			Найменування алюмосилікатних компонентів					
			Доменний гранульований шлак, Ш	Клінкер* Кл	Золавиносу, З	Базальт, Б		
1	2	3	4	5	6	7	8	
ЛЦЕМ I	Шлаколужний цемент	ЛЦЕМ I	90-100	0-10	-	-	1,5-12	
	Шлаколужний цемент з добавкою золи – виносу	ЛЦЕМ I-З	55-90	0-10	10-35	-	1,5-12	
ЛЦЕМ II	Лужний портландцемент	ЛЦЕМ II	-	100	-	-	1,5-12	
ЛЦЕМ III	Лужний пуцолановий цемент	ЛЦЕМ III-З	20-64		36-80	-	1,5-12	
		ЛЦЕМ III-Б			-	36-80		
ЛЦЕМ IV	Лужний шлакопортландцемент	ЛЦЕМ IV	36-89	11-64	-	-	1,5-12	
ЛЦЕМ V	Лужний композиційний цемент	ЛЦЕМ V	30-50	5-10	40-65	-	1,5-12	

\* Для шлаколужних цементів ЛЦЕМ I, ЛЦЕМ I – З, ЛЦЕМ-V допускається замість клінкеру використання портландцементу типу I – ПЦ I

\*\* Вміст сполук лужних металів, наведений в табл. 1, приймається понад 100% від суми алюмосилікатних компонентів



Рис. 6. 1991 р., м. Чуньцінь, КНР. Виробництво та промислове використання панелей переkritтя з шлаколужного бетону

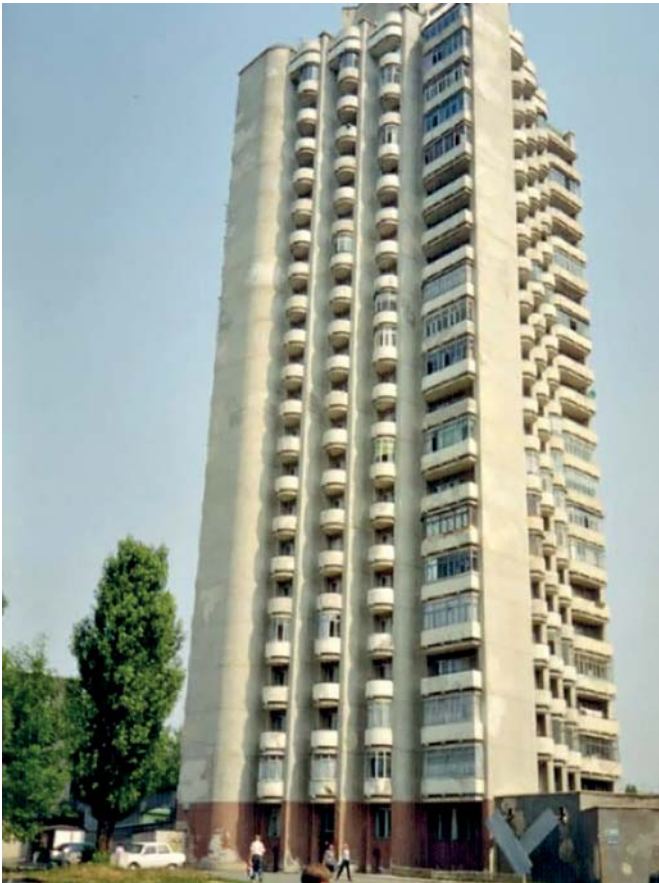


Рис. 7. 1986 р., м. Липецьк, вул Березіна, 2, Росія. 24-хповерховий житловий будинок в збірно-монолітному варіанті (огороджуючі конструкції монолітні, внутрішня начинка – збірна), побудований повністю з шлаколужного бетону

Цей документ в частині класів і міцності бетонів, що наведені в табл. 3, гармонізовано з EN 206-1:2000 «Суміші бетонні та бетон. Загальні технічні умови».

Наразі роботи над розробкою документів в галузі лужних матеріалів продовжуються. На черзі розробка ДСТУ-Н «Настанова з виготовлення та застосування лужних цементів, бетонів і конструкцій». Необхідність розробки такого документа очевидна: чинні на даний час нормативні документи РСН УССР 336-90 «Изготовление и применение шлакощелочных вяжущих, бетонов и конструкций» та РСН 354-90 «Применение шлакощелочного бетона в монолитном строительстве» не відповідають в повному обсязі згаданим вище документам ДСТУ Б В.2.7-181: 2009 «Цементи лужні. Технічні умови» та ДСТУ Б В.2.7-25: 2011 «Бетони важкі лужні. Технічні умови», оскільки вони враховують не всі типи і види лужних цементів і бетонів, а тільки шлаколужні.

Закінчити розробку документа ДСТУ-Н та затвердити його планується в 2013 р.

Таблиця 2.

Вимоги до міцності цементів

Марка цементу	Міцність при стиску, МПа, не менше		
	2 доби	7 діб	28 діб
300	-	15,0	30,0
400	-	20,0	40,0
400P	15,0	-	40,0
500	15,0	-	50,0
500P	25,0	-	50,0
600	25,0	-	60,0
600P	30,0	-	60,0
700	30,0	-	70,0
800	30,0	-	80,0
900	30,0	-	90,0
1000	30,0	-	100,0

Таблиця 3.

Клас та міцність бетону

Клас бетону	Міцність бетону на стиск, МПа, не менше	
	на зразках-циліндрах	на зразках-кубах
1	2	3
C 8/10	8	10
C 12/15	12	15
C 16/20	16	20
C 20/25	20	25
C 25/30	25	30
C 30/37	30	37
C 35/45	35	45
C 40/50	40	50
C 45/55	45	55
C 50/60	50	60
C 55/67	55	67
C 60/75	60	75
C 70/85	70	85
C 80/95	80	95
C 90/105	90	105
C100/115	100	115
C110/125	110	125

Література:

1. А.с. №449894 СССР. Вяжущее /В.Д. Глуховский//Открытие, изобрет. – 1974 – №42 (с приоритетом от 19.07.58 г.).
2. А.с. №461669 СССР. Грунтоцементы /В.Д. Глуховский//Открытие, изобрет. – 1974 – №44 (с приоритетом от 04.11.58 г.).
3. Глуховский В.Д. Грунтосиликаты // Госстройиздат УССР-Киев. – 1959-С.127.
4. Кривенко П.В. Специальные шлакощелочные цементы//Київ. – 1992.-С.191.
5. П.В.Кривенко, Г.Р. Блажис, В.І. Гоц, Г.С. Ростовська. Роль золи у формуванні в'язучих властивостей цементних композицій// Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. Збірник наукових праць. –Дніпропетровськ. – 2002. – Випуск 8. С. 23-31.
6. Кривенко П.В., Блажис А.Р., Ростовська Г.С., Опанасюк Д.В., Високоєкономічні лужні змішані вяжучі// 36. наук. праць «Ресурсоекономічні матеріали, конструкції, будівлі та споруди», Рівне: – 2003. вип.10, С.38-46