

ВИРОБНИЦТВО ПІНОБЕТОНІВ БЕЗАВТОКЛАВНОГО ТВЕРДНЕННЯ В ЗАХІДНОМУ РЕГІОНІ УКРАЇНИ

© Саницький М.А., Ілів В.В., Павлишин І.І., 2004

Розглянуто можливість виробництва пінобетонів безавтоклавного тверднення на основі легкодоступної сировини Західної України та переобладнаного широкоживаного устаткування.

Постановка проблеми. Сьогодні одним із важливих питань розвитку індустрії будівельних матеріалів є прискорений розвиток старих та застосування нових методів виготовлення високо-технологічних матеріалів, що дозволяють привести будівництво промислових і цивільних будівель та споруд до вимог сучасних норм та правил під час будівництва і при наступній їх експлуатації, особливо щодо трудомісткості зведення та енергоощадності як при зведенні, так і при подальшій експлуатації.

Одним з важливих аспектів цієї проблеми є застосування традиційно відомих сировинних матеріалів та технологій з врахуванням засобів для досягнення зниження енерго- та матеріалоемності в будівництві і в промисловості будівельних матеріалів за рахунок застосування прогресивних технологій, використання дешевих місцевих сировинних матеріалів, промислових відходів, і в тому числі золошлакових відходів теплових електростанцій. Як показав науково-виробничий досвід останніх декількох десятиріч років, використання останніх є економічно доцільним з декількох причин. По-перше, раціонально використовуються приховані властивості таких матеріалів. По-друге, знижуються затрати на виробництво будівельних матеріалів та його енергоемність. По-третє, скорочуються площі відведення родючих ґрунтів під золошлакові відвали.

Мета роботи. Для вирішення поставленої мети для Західної України за висхідну позицію вибрано виготовлення ніздрюватих бетонів, в першу чергу, пінобетонів безавтоклавного тверднення. Це пов'язано не тільки з енергоощадженням у виробництві матеріалів і будівництві, але і з технологічними можливостями даного матеріалу, простотою і доступністю технології виготовлення виробів конструктивного і теплоізоляційного напрямків. Крім того, виготовлення таких виробів за неавтоклавною технологією значно зменшує рівень капітальних затрат на виробництво. При організації виробництва таких пінобетонів важливим аспектом як в технологічному, так і в економічному плані є вибір недорогого, але якісного піноутворювача. Вибираючи піноутворювач, необхідно враховувати його відповідність за своїми властивостями і можливостями способу поризації пінобетонної суміші. Як при традиційному роздільному, так і при нетрадиційному сумісному способах приготування пінобетонної суміші необхідно враховувати вплив на властивості технічних пін і пінобетонної суміші агрегатів для їх приготування, що є достатньо важливим питанням для отримання кінцевого продукту відповідної якості. Серед виробничих та технологічних критеріїв вибору піноутворювача, особливо при традиційному способі приготування пінобетонної суміші, найважливішими є достатній рівень значення кратності піни, стійкості піни за синерезисом та за об'ємом, а також стійкість піни в поризованому розчині, стійкість поризованої суміші в часі, вплив піноутворювача на гідратацію в'язучого тощо [1].

Поєднання проблеми використання золошлакових відходів теплових електростанцій із технологією пінобетонів неавтоклавного тверднення дає змогу знизити не тільки вартість будівництва за рахунок зменшення матеріало- та енергоемності споруджуваних будівель різнопланового призначення, але й значно підвищити теплотехнічні властивості огороджуваних конструкцій в ході їх експлуатації.

Однією із проблем виробництва пінобетонів, зокрема на Львівщині, є відсутність недорогих високоякісних піноутворювачів місцевого виробництва, що по суті є проблемою всієї України.

Однак в західному регіоні України доступною є повітряна добавка СДО виробництва Свалівського чи Перечинського лісохімкомбінатів Закарпатської області, тому її було обрано за основу піноутворювача для виробництва пінобетонів. При використанні даної добавки в її традиційному ракурсі застосування можна досягнути аерації важких бетонів до 5 %, а бетонів на легких заповнювачах – до 12 %. За санітарно-гігієнічними та екологічними критеріями, СДО повністю відповідає вимогам, оскільки є в принципі нетоксичною і невибухонебезпечною речовиною з біостійкістю достатньо високого рівня.

При отриманні технологічної піни на основі СДО в лабораторних змішувачах встановлено, що кратність піноутворення для неї є порівняно невисокою, не вище від 5 – 6, а піна не має достатньої стабільності, коефіцієнти стійкості піни за синерезисом та за об'ємом є дещо меншими одиниці. Такі недоліки піноутворення легко пояснюються низькою в'язкістю вихідних водних розчинів СДО навіть при їх високих концентраціях, а висока концентрація даного піноутворювача сильно впливає на сповільнення гідратації та набір міцності цементів, що значно знижує оборотність форм у виробництві. Враховуючи досить невелику вартість СДО, невисока кратність піноутворення, часткове зсідання піни та її синерезис не є серйозним недоліком, оскільки підвищені витрати розчину піноутворювача суттєво не впливають на собівартість пінобетону порівнянно з використанням традиційних піноутворювачів з високою кратністю піноутворення, а використання відповідних технологічних прийомів, обладнання для цього та відповідних хімічних добавок при виготовленні пінобетонів дозволяє уникнути зсідання піни і явища синерезису, а також навіть підвищити кратність піни.

Для приготування розчинної суміші за роздільною технологією, з врахуванням особливостей умов регіону, як сировинні матеріали було опробовано портландцемент Миколаївського ЦГК, пісок Ясинецького і Давидівського родовищ, зола і шлак Бурштинської ТЕС сухого і мокрого видалення. Властивості цементу та хімічний склад золи подано у табл. 1, 2.

Таблиця 1

Фізико-механічні властивості портландцементу Миколаївського ЦГК

Питома поверхня Спит., м ² /кг	Залишок на ситі 008, %	НТГЦ, %	Терміни тужавіння, год-хв		Розплив конуса при В/Ц=0,4, мм	Межа міцності зразків при стиску, МПа, у віці, днів		
			поч.	кін.		2	3	28
265	7,3	25	2 - 12	5-50	114	15,3	20,6	46,7

Таблиця 2

Хіміко-мінералогічний склад цементу та хімічний склад золи

Вид матеріалу	Вміст оксидів, мас. %									Мінералогічний склад цементу, мас. %			
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	SO ₃	R ₂ O	ВПП	C ₃ S	C ₂ S	C ₃ A	C ₄ AF
Цемент	21,79	5,33	4,12	--	65,88	1,77	0,32	0,79	--	60,14	16,76	6,99	12,23
Зола	43,72	21,76	21,34	1,51	4,83	2,15	0,35	1,80	2,54	--	--	--	--
Шлак	48,77	22,73	18,65	0,21	5,27	1,72	0,21	2,44	--	--	--	--	--

Змішування таких низькомодульних пісків, особливо з Ясинецького родовища, із тонкодисперсною золою дозволяє відмовитись від необхідності помелу кварцевого піску чи шлаку, знизити витрати портландцементу і отримати в лабораторних умовах зразки пінобетону із достатньо високим співвідношенням показників міцності на стиск та середньої щільності. Середнє значення міцності на стиск становило від 1,5 до 8 МПа при середньому значенні середньої щільності 600 – 900 кг/м³.

Для підвищення в'язкості розчинів СДО і, відповідно, стабільності отриманої піни за синерезисом і за об'ємом та для збільшення значення кратності піноутворення було випробувано ряд різноманітних за своїм походженням добавок-стабілізаторів (столярні клеї, карбоксилметил

целюлоза, рідке натрієве скло, будівельний гіпс тощо). Використання деяких з них дозволило покращити сотову структуру піни, інтенсифікувати процес пороутворення і стабілізувати піну як в період її приготування, так і при змішуванні з розчинною сумішшю. Коефіцієнти стійкості піни за синерезисом та за об'ємом наблизилися до одиниці, а значення кратності піноутворення виросло 1,6 – 2,3 рази. Таке зростання останнього полегшує отримання виробів із пінобетону конструктивно-теплоізоляційного та, особливо, теплоізоляційного призначення, для яких кратність піни повинна становити не менше 10. Вплив коефіцієнтів стійкості піни за синерезисом та за об'ємом на властивості пінобетонів суттєво знижується за рахунок використання ряду технологічних заходів. Найбільш оптимальними для цього є виробництво пінобетонних виробів за способом сухої мінералізації та за способом приготування пінобетонної суміші під тиском повітря (баротехнологія). Особливу зацікавленість для виробників пінобетонів становить спосіб сухої мінералізації, що дає змогу значно знизити водотвердне співвідношення і тим самим покращити ряд технологічних показників та якість дрібноштучних виробів в цілому [2].

Для отримання розроблених та перевічених в лабораторних умовах складів пінобетонів у дослідно-промислових умовах стандартний пересувний бетонозмішувач примусової дії ємністю до 150 л з нижнім вивантаженням суміші було переобладнано в піногенератор – збільшено частоту обертання змішувача та доставлено додаткові лопаті для перемішування піни в об'ємі всього змішувача. При класичному роздільному способі приготування пінобетонної суміші аналогічний змішувач без переобладнання, в якому готували розчинну складову пінобетонної суміші, розташовувався під переобладнаним піногенератором. Після приготування технічна піна зливалася в змішувач з попередньо приготовленим розчином, де в остаточному результаті отримували пінобетонну суміш, яку заливали в розбірні форми з листової ламінованої фанери. При способі сухої мінералізації використовувався один переобладнаний змішувач. При виготовленні дослідно-промислових зразків виробів проводилося опробування повного лабораторного контролю сировинних матеріалів, властивостей отриманих поопераційно технічної піни, розчину та готової пінобетонної суміші. Кінцеві властивості пінобетону оцінювалися за середньою щільністю та міцністю на стиск. Середні значення міцності на стиск та середньої щільності отриманих на даній установці виробів не мали суттєвої різниці порівняно з лабораторними зразками пінобетону та становили від 1,5 до 8 МПа при середній щільності 450 – 900 кг/м³.

Отже, опробовано можливість використання повітревтягувальної добавки СДО як основи розробленого піноутворювача та, базуючись на доступних сировинних матеріалах західного регіону України, розроблено достатньо прості склади мас пінобетонів на даному піноутворювачі із середньою щільністю 450 – 900 кг/м³. Досвід переобладнання побутового розчино-бетонозмішувача можна застосувати для пристосування існуючого стандартного доступного обладнання для виробництва пінобетонів, в тому числі у вигляді мобільного міні комплексу для приготування таких бетонів, що дає можливість готувати їх безпосередньо на будівельних майданчиках чи в близькості від них. Такі мініустановки можна використовувати не тільки для виробництва дрібноштучних стінових, теплоізоляційних і перегородкових блоків та панелей в малогабаритному чи каркасному будівництві, але й успішно їх застосовувати для отримання теплоізоляційних шарів покриттів і перекриттів, заповнення пустот при колодязній кладці, малогабаритного будівництва методом монолітного бетонування тощо.

1. *Большаков В.И., Мартыненко В.А. Необходимые свойства пенообразователей для производства пенобетона // Вопросы химии и химической технологии. – 2001. – №3. – С. 35–39.* 2. *Зудяев Е.А., Моисеев Е.В. Приготовление пенобетонных изделий методом сухой минерализации // Механизация строительства. – 1999. – №2. – С. 2–4.*