

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ НЕАВТОКЛАВНОГО ПЕНОБЕТОНА ДЛЯ УСТРОЙСТВА ТЕПЛОЗВУКОИЗОЛЯЦИОННОГО СЛОЯ ПОЛОВ

Постернак С.А., Копнина Ю.В., Постернак И.М., Постернак А.А.,  
Уразманова Н. Ф. (Одесская государственная академия  
строительства и архитектуры, г. Одесса)

**Исследование эффективности применения неавтоклавного пенобетона подтверждает целесообразность применения его в различных элементах зданий и в качестве теплозвукоизоляционного слоя полов в частности.**

Энергетический кризис и рост стоимости отопления жилья в Украине внесли в наши устоявшиеся оценки зданий и строительных материалов существенные изменения. Произошла «техническая девальвация» традиционных видов изделий и материалов для жилых домов. Применение кирпича в наружных стенах, а керамзита в качестве теплоизоляционного слоя в полах жилых домов стало недостаточно рационально. Начался процесс создания зданий нового поколения в которых востребованы изделия из неавтоклавного пенобетона (далее по тексту НПБ) [1...3].

Перед строительной индустрией особо остро стали задачи экономии минеральных ресурсов, снижения материалоемкости, трудоемкости и энергетических затрат. В этой ситуации НПБ интересен возможностью достижения двух- трехкратной экономии энергии на отоплении зданий, снижением материалоемкости и трудоемкости, наличием в стране сырьевой базы для развития производства изделий из НПБ, но недостаточно развитыми производственными мощностями.

В Европе, на сегодняшний день, из ячеистого бетона строится большое количество зданий. Объем производства ячеистого бетона в ряде стран составляет: в Украине – 24, в Венгрии – 30, в Литве – 60, в Латвии – 100, в Белоруссии – 160, в Польше – 167, в Словакии – 190, в Швеции – 280, в Эстонии – 290 м<sup>3</sup> на тысячу жителей [1]. Об объемах производства НПБ в Украине и говорить не приходится, их практически нет в масштабах страны.

Концептуальными положениями технической политики по произ-

водству изделий из ячеистого бетона являются [3]:

- использование действующей производственной базы стройматериалов и стройиндустрии, которая представлена более как 500 заводами ЖБИ;

- использование отечественной сырьевой базы;

- использование местных материалов, которые должны обеспечивать снижение затрат энергии как на стадии производства так и в процессе эксплуатации зданий, и быть экологически чистым.

Всем этим требованиям в наибольшей степени отвечает НПБ. Изделия, конструкции и непосредственно сам ячеистый бетон можно производить на любом заводе ЖБИ, полигоне или стройплощадке при минимальных затратах на организацию производства. Это новая номенклатура продукции и дополнительные рабочие места. Технология производства изделий и конструкций из НПБ практически не отличается от технологии производства традиционных бетонных и железобетонных изделий и конструкций, а также монолитного домостроения. Учитывая широкую географию размещения заводов и полигонов ЖБИ, НПБ может стать практически местным материалом, являясь наименее затратным по энергоресурсам и капиталовложениям (табл.1) [1].

Таблица 1

Некоторые показатели на 1000 шт. усл. кирпича

Название показателя	Затраты условного топлива, кг	Удельные капиталовложения, %
Бетон ячеистый автоклавный	192,0	100,0
Бетон ячеистый неавтоклавный (НПБ)	144,0	70,0
Керамзитобетон	220,0	240,0
Кирпич глиняный	270,0	210,0

Пенобетон, также являясь новым высокоэффективным строительным материалом, имеет ряд преимуществ перед традиционными строительными материалами. Жилье с применением пенобетона обладает повышенной комфортабельностью и эксплуатационными качествами, а именно: в доме "дышат" стены, зимой сохраняя тепло, а летом - прохладу; отсутствием "мостика холода"; отличной звукоизоляцией - 60 ДБ; экономией энергии на отопление; идеальной поверхностью под любой вид отделки; высокой огнестойкостью; хорошей гвоздимостью стен и распиливаемостью. Пенобетонные материалы обеспечивают комфортное проживание в микроклимате близком к микроклимату деревянного дома.

В соответствии с [4] выбор конструктивного решения пола следует осуществлять исходя из технико-экономической целесообразности принятого решения в конкретных условиях строительства с учетом обеспечения:

- надежности и долговечности принятой конструкции;
- экономного расходования цемента и других строительных материалов;
- наиболее полного использования физико-механических свойств применяемых материалов;
- минимума трудозатрат на устройство и эксплуатацию;
- максимальной механизации процесса устройства;
- широкого использования местных строительных материалов и отходов промышленного производства;
- отсутствия влияния вредных факторов примененных в конструкции полов материалов;
- оптимальных гигиенических условий для людей;
- пожаровзрывобезопасности.

Учитывая, что с 01.01.2008 года полностью вступает в действие ДБН В.2.6-31:2006. "Теплова ізоляція будівель" то проанализируем изменение значений минимально допустимых сопротивлений теплопередачи  $R_{q \min}$  покрытий и перекрытий крыш, а также перекрытий над неотапливаемыми подвалами гражданских зданий (таблицы 2 и 3)

Таблица 2

Минимально допустимые значения сопротивления теплопередачи  $R_{q \min}$  ( $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ ) покрытий и перекрытий крыш гражданских зданий

Наименование нормативных документов		Температурные зоны			
		I	II	III	IV
Было по [6], п.4		2,7	2,5	2,4	2,0
Стало по [5], п.2	> 4 этажа	<u>3,3</u> 22,2	<u>3,0</u> 20	<u>2,6</u> 8,3	<u>2,2</u> 10
	≤ 4 этажа	<u>4,95</u> 83,3	<u>4,5</u> 80	<u>3,9</u> 62,5	<u>3,3</u> 65

Примечание. Для дробных значений: в числителе – значение  $R_{q \min}$ , в знаменателе – % увеличения  $R_{q \min}$ .

Следовательно, значения  $R_{q \min}$  покрытий и перекрытий крыш гражданских зданий изменились по Украине от 8,3 до 83,3%, и по третьей зоне (г. Одесса), в частности, на 8,3 и 62,5%.

Таблица 3

Минимально допустимые значения сопротивления теплопередачи  $R_{q \min}$  ( $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ ) перекрытий над неотапливаемыми подвалами гражданских зданий

Наименование нормативных документов		Температурные зоны			
		I	II	III	IV
Было по [6], п.6б		2,3	2,2	2,0	1,8
Стало по [5], п.5	> 4 этажа	$\frac{2,5}{8,7}$	$\frac{2,3}{4,5}$	$\frac{2,0}{0}$	$\frac{1,8}{0}$
	$\leq 4$ этажа	$\frac{3,75}{63}$	$\frac{3,45}{56,8}$	$\frac{3,0}{50}$	$\frac{2,7}{50}$

Примечание. Для дробных значений: в числителе – значение  $R_{q \min}$ , в знаменателе – % увеличения  $R_{q \min}$ .

Следовательно, значения  $R_{q \min}$  перекрытий над неотапливаемыми подвалами гражданских зданий изменились по Украине от 0 до 63%, и по третьей зоне (г. Одесса), в частности, на 50% для зданий  $\leq 4$  этажей.

Далее проанализируем два вида материалов для теплоизоляционного слоя полов (неавтоклавный пенобетон и гравий керамзитовый) с точки зрения тепловой изоляции зданий [5] по их расчетным значениям теплопроводности, приведенным в таблице 4.

Таблица 4

Расчетные значения теплопроводности  $\lambda_0$ , ( $\text{Вт}/\text{м} \cdot \text{К}$ ) рассматриваемых материалов (условия эксплуатации Б,  $t_{\text{в}}=20^\circ\text{C}$ ,  $\varphi_{\text{в}}=55\%$ )

Название материала и номер по приложению Л [5]	Плотность в сухом состоянии $\rho_0$ , $\text{кг}/\text{м}^3$		
	200	300	400
Бетон ячеистый теплоизоляционный (41)	0,074	0,10	0,13
Теплоизоляционный засыпной материал – гравий керамзитовый (47)	0,12	0,13	0,14

Зная, что минимально допустимые значения сопротивления теплопередачи  $R_{q \min}$  покрытий и перекрытий крыш, а также перекрытий над неотапливаемыми подвалами гражданских зданий высотой более 4 этажей составляют 2,6 и 2,0  $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$  соответственно, то в соответствии с [5] рассчитаем минимально допустимые значения толщин перекрытий этих зданий (таблица 5). Для этого используем следующие постоянные слои: несущий слой – железобетонная плита толщиной 220мм (п.81 по приложению Л [5]) и стяжка цементно-песчаная, толщиной 40мм (п.83 по приложению Л [5]), а также переменный теплоизоляционный слой по таблице 4.

Минимально допустимые значения толщин покрытий и перекрытий гражданских зданий высотой более 4 этажей из рассматриваемых материалов отличаются: при плотности  $200 \text{ кг/м}^3$  на 62%; при плотности  $300 \text{ кг/м}^3$  на 29,7%; при плотности  $400 \text{ кг/м}^3$  на 7,5% в сторону применения в качестве теплоизоляционного слоя – неавтоклавного пенобетона.

Таблица 5. - Минимально допустимые значения толщин перекрытий (м) гражданских зданий высотой более 4 этажей из рассматриваемых материалов

Название материала и номер по приложению Л [5]	Плотность в сухом состоянии $\rho_0$ , $\text{кг/м}^3$		
	200	300	400
Бетон ячеистый теплоизоляционный (41)	0,166	0,225	0,292
	0,122	0,165	0,214
Теплоизоляционный засыпной материал – гравий керамзитовый (47)	0,269	0,292	0,314
	0,197	0,214	0,230

Примечание. В числителе приведены значения для покрытий и перекрытий крыш, в знаменателе для перекрытий над неотапливаемыми подвалами.

### Выводы

В результате увеличения минимально допустимых значений сопротивления теплопередачи покрытий и перекрытий гражданских зданий до 83%, необходимо использовать в качестве теплозвукоизоляционного слоя полов эффективные утеплители, в частности – неавтоклавный пенобетон, позволяющий уменьшить толщину теплозвукоизоляционного слоя на 62% по сравнению с применением гравия керамзитового.

1. Костюк А.И., Постернак С.А., Постернак И.М. Обзор развития, состояния и применения конструкционно-теплоизоляционного неавтоклавного пенобетона в конструкциях и изделиях // Вісник ОДАБА: зб. наук. праць. Вип. № 10. Одеса, ОДАБА, 2003. – С. 109 – 116.

2. Постернак И.М., Костюк А.И., Постернак С.А., Постернак А.А. Конструкционно-теплоизоляционный неавтоклавный пенобетон в конструкциях и изделиях // Вісник ДонДАБА: зб. наук. праць, вип. 2004-3(45). Макіївка, 2004. – С. 89 – 92.

3. Постернак И.М. Несущая способность и деформативность стеновых элементов из конструкционно-теплоизоляционного неавтоклавного пенобетона: Дис... канд.техн.наук: 05.23.01 / ОДАБА. - Одеса, 2006. - 189 с.

4. СНиП 2.03.13-88. Полы.

5. ДБН В.2.6-31:2006. Теплова ізоляція будівель. – К., 2006. – 70 с.

6. Изменение №1 к СНиП II-3-79\*. Строительная теплотехника, действующее на территории Украины с 01.10.1996. Будівництво України. 1996, №6.

## Висновки

Запропоновано математичні моделі процесу очистки газу від NO на агломерованих частинках цеоліту та NO<sub>x</sub> на моноліті, вкритому Na-Y цеолітом, та програмне забезпечення для їх вирішення. Визначення оптимальних параметрів та умови проведення процесів очистки газів від оксидів азоту (маса адсорбенту, розмір агломератів, температура, витрата газу, початкова концентрація оксидів азоту) дозволить підвищити ефективність процесу та зменшити економічні витрати на його проведення. Отримані характеристичних криві процесу адсорбції NO<sub>x</sub> на цеолітах в повній мірі відповідають теоретичним знанням про процес адсорбції на цеолітах, що говорить про можливість застосування їх при розробці технології і обладнання для очистки газових викидів від оксидів азоту в промисловості, так і для дослідження діючого обладнання.

1. Рамм В.М. Абсорбция газов. - М.: Химия, 1976. – 656 с.
2. Страус В. Промышленная очистка газов. - М.: Химия, 1981. – 616 с.
3. Сигал И. Я., Славин В. И., Шило В. В. Очистка промышленных выбросов в атмосферу от оксидов серы и азота: Обзор мирового опыта работы по очистке дымовых газов в 80-90-е годы / НАН Украины; Институт газа/ – Х.: РИП "Оригинал", 1995. – 144 с.
4. Beznosyk Y., Jezowski J., Bugaeva L., Jezowska A. Simulation and Kinetics Study of Gases Absorption Purification From Nitrogen And Sulfur Oxides. - 4th Symposium Distillation, Absorption & Extraction, Wroclaw - Szklarska Poreba, October 6th – 8th – 2003. – P. 414 - 417.
5. Матрос Ю.Ш., Носков А.С., Чумаченко В.А. Каталитическое обезвреживание отходящих газов промышленных производств. Новосибирск, Наука, 1991. – 224 с.
6. Родионов А.И., Клушин В.Н., Торочешников Н.С. Техника защиты окружающей среды. М.: Химия, 1989. – 512 с.
7. Балабеков О.С., Балтабаев Л.Ш. Очистка газов в химической промышленности: Процессы и аппараты. М.: Химия, 1991. – 256 с.
8. Кузнецов И.Е., Шмат К.И., Кузнецов С.И. Оборудование для санитарной очистки газов. К.: Техника, 1989. – 304 с.
9. Fujita S., H. Terunuma, M. Nakamura Mechanisms of Methanation of CO and CO<sub>2</sub> over Ni // Ind. Eng. Chem. Res. – 1991. – P. 1146 – 1151.
10. Ермаков А.А. Воздействие щелочной обработки на адсорбционные свойства синтетических формованных цеолитов // Тр. ТГТУ. – Тамбов, 2001. – № 8. – С. 161 – 165.
11. IOAN-CEZAR MARCU Study adsorption on Y zeolite // J.Serb.Chem.Soc. – 2004. – Vol., № 69. – P. 563 – 569.
12. Дж. Рабо Химия цеолитов и катализ на цеолитах: Пер. с англ. - М.: Химия, 1980. –Том 2 – 410 с.