

цементном вяжущем. Анализ показателей модуля упругости различных армирующих материалов позволил установить, что наиболее высоким модулем упругости обладает сталь, углеродные волокна и стекловолокно. Низкий модуль упругости полимерных волокон не обеспечивает им возможности широкого применения в армировании композиционных материалов. Стальные волокна при дисперсном армировании, оказались сложными в технологии их применения, поскольку при гомогенизации бетонной смеси образуются комки. Вследствие этого, как установлено практикой, количество арматуры (фибры) не должно превышать 5%, что ограничивает область применения стальных волокон для фибробетона.

Поскольку стекловолокно имеет модуль упругости близкий к стали, а гибкие фибры из стекловолокна дают возможность вводить большее количество арматуры и успешно осуществлять гомогенизацию смеси, стеклянное волокно можно признать наиболее перспективным материалом для создания композиционного материала – фибробетона. Однако недостаточная стойкость стекловолокна в щелочной среде выдвигает задачу поиска технического решения, обеспечивающего ограничение контакта между щелочной средой и стекловолокном. Одним из вариантов технических решений в этом направлении является пропитка цементного камня твердеющими жидкостями.

Для расширения областей применения внутреннего дисперсного и внешнего композитного неметаллического армирования, а также детального изучения совместной работы такого армирования с бетоном целесообразно продолжить исследования в данном направлении. Первоочередной задачей является разработка составов пропитывающих веществ и технологии пропитки, решение которой позволит получить в перспективе особо прочный композиционный материал.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Петров М.Г. Анализ прочности и долговечности однонаправленного стеклопластика с позиций кинетической концепции разрушения // *Механика композиционных материалов и конструкций*, 2003. - Т. 9. - № 3. - С. 376 -397.
2. Рабинович Ф.Н: *Дисперсно-армированные бетоны*. М., Стройиздат 1989, 175с.
3. Дмитриев А.Н. Концепция развития производства и применения конструкций и изделий на основе волокон из стекла и базальта в Московском строительстве // *Стеклофибробетон в строительстве. Материалы семинара -М., 1992. - С.4-22.*
4. Бирюкович К. Л., Бирюкович Ю. Л., Бирюкович Д. Л. *Стеклоцемент*. - К.: Будівельник, 1964.-115с.
5. Фролов Н. П. *Стеклопластиковая арматура и стеклопластбетонные конструкции*. - М.: Стройиздат, 1980.- 104с
6. Кривенко П.В., Пушкарьова К.К. та ін. *Будівельне матеріалознавство.К – К.:Основа, 2007. – 698с*

УДК 691.328.43

**Черниговский В.А., канд. техн. наук, Казимагомедов И.Э., канд. техн. наук,  
Лобанова А.В., аспирантка**

*Харьковский национальный университет строительства и архитектуры*

#### ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ СТЕНЫ МАЛОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ

Наружные стены жилых зданий вносят основной вклад в потери тепла в зимнее время [1], поэтому вопрос выбора материалов для их возведения приобретает несомненную актуальность. В свою очередь он зависит от конструктивного исполнения ограждающих конструкций.

В качестве изделий для несущих наружных стен используют:

- различные виды кирпича;
- строительные блоки (0,4×0,2×0,2) как искусственные так и из естественных материалов (известняк-ракушечник).

Существуют два основных типа зда-

ния: с несущими наружными стенами и в виде каркасных конструкций с самонесущими. При этом вертикальный каркас может быть дискретным в виде колонн по основным осям здания или плоских мембран, в том числе и наружных, либо распределенным с шагом 0,5-0,8м.

В качестве материала для самонесущих стен многоэтажных зданий практически повсеместно используют газобетонные или газосиликатные блоки с защитой от внешней влаги при помощи наружной гидроизоляции кирпичом (в том числе, лицевым 250×65×65мм), сайдингом либо цементно-песчаной штукатуркой.

Дискретный каркас широко применяется в теплых странах, в частности, средиземноморских (Кипр, Черногория, Тунис, Сирия, Греция) в виде железобетонных колонн с возможностью надстройки (до 4 этажей в Тунисе). Такой железобетонный каркас решает еще и задачу защиты зданий от сейсмических воздействий. Так в Салониках (Греция) здания рассчитываются на возможное землетрясение 9 баллов. Самонесущие стены выполняются чаще всего из многопустотных керамических блоков. Однако в настоящее время в Украине подавляющее большинство малоэтажных зданий возводится с несущими наружными стенами.

Распределенный каркас используется в виде деревянных стоек, с заполнением стен досками (мазанки в Украине) и плетнем (на Кубани) с последующим покрытием глиной и наружной штукатуркой.

С точки зрения повышения теплоизоляционных характеристик наружных стен представляет интерес рассмотрение конструкции стен малоэтажного здания с распределенным каркасом, как заводского исполнения, так и возводимого на стройплощадке.

К первым относятся системы «Лентаб» с металлическим и «Канадский дом» с деревянным каркасом. По проекту здания на заводе изготавливаются полные комплекты каркасов, а на стройплощадке производится их сборка и обшивка це-

ментно-стружечными листами («Лентаб») и деревянными планками («Канадский дом») снаружи и внутри. Полость между обшивками заполняется эковатой на основе целлюлозы. Однако, показатель тепловой инерции  $D$ , характеризующий способность стен аккумулировать тепло в этих конструкциях, явно недостаточен. Для многослойной конструкции он определяется по формуле:

$$D = \sum_i R_{TC}^i S_i ;$$

где  $R_{TC}^i$  - коэффициент термического сопротивления  $i$ -слоя;  $S_i$  - расчетные коэффициенты теплоусвоения материала  $i$ -слоя за период 24 часа, ( $\text{Вт}/\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ ).

Коэффициент теплоусвоения зависит от коэффициента теплоемкости материала стены и для минеральной ваты он находится в пределах от 0,82 до 0,48 ( $\text{Вт}/\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ ) для  $\rho_0=125\text{кг}/\text{м}^3$  и  $\rho_0=50\text{кг}/\text{м}^3$  соответственно, а для арболита от 7,16 до 3,7 при  $\rho_0=800\text{кг}/\text{м}^3$  и  $\rho_0=400\text{кг}/\text{м}^3$  [4]. Для «Лентаб» показатель тепловой инерции не превышает 2,3, а для стены из арболита не ниже 10,4 при том же коэффициенте термического сопротивления. Первая конструкция относится к мало, а вторая к высокоинерционным, что позволяет эффективно гасить суточные колебания наружной температуры без дополнительных затрат тепла на обогрев помещений.

На строительной площадке изготавливают так же распределенный железобетонный каркас («Теплый дом») в полостях крупноразмерных пенополистирольных блоков и деревянный. Заполнителем в последнем случае служат солома, соломенные блоки и тощий саман (90% соломы и 10% глины). Затем наружные и внутренние поверхности стен штукатурят.

Бетонный распределенный каркас формируется в переставной опалубке (ТИСЭ) с последующим заполнением полостей сыпучим теплоизоляционным материалом. Фактически опалубка представляет собой форму тонкостенного блока, которая используется для их изготовления непосредственно на месте

укладки – в наружной стене. Способ и устройство [1] позволили усовершенствовать эту технологию и были отработаны при формировании фрагмента стены. Однако, оба варианта связаны с необходимостью извлечения пустотообразователей - операции, требующей определенных навыков. Поэтому нами предлагается новая технология устройства эффективной теплоизоляции в стенах малоэтажных зданий с использованием брусков из легкого пеносиликата ( $\rho_0 \leq 100 \text{ кг/м}^3$ ) или минераловатных плит (см рис. 1). При этом появляется возможность в отличие от известных способов располагать бруски в шахматном порядке, что снижает возможность отрицательного эффекта от мостиков холода.

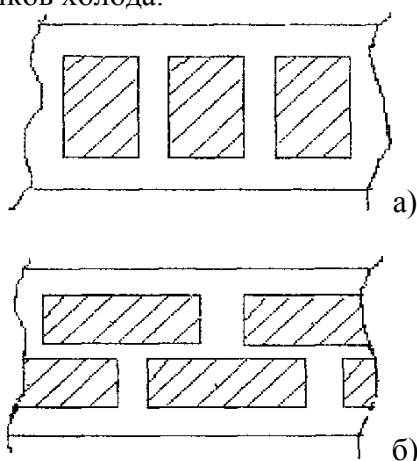


Рис. 1 – Стена из монолитного железобетона с брусками из минеральных плит или пеносиликата  
а) существующий вариант; б) предлагаемый.

Уплотнение жесткой бетонной смеси осуществляется послойным трамбованием либо используется литая смесь из быстротвердеющего мелкозернистого бетона. Кроме этого появляется возможность использования гипса или ксилолита для отделки внутренней поверхности стены.

Такие монолитные стены примерно в 2 раза дешевле кирпичных с утеплением из ракушечника и пеноблоков и обеспечивают  $R_{TC} = 2,82 \dots 3,07 (\text{м}^2 \cdot \text{°C/Вт})$  [2], что достаточно для Северо-Востока Украины даже с учетом последних требований по тепловой защите зданий [3]. Они в полной мере реализуют идею о

классификации материалов по назначению на конструкционные и чисто теплоизоляционные, используемую во всех вариантах наружных стен с распределенным каркасом: металлическим, деревянным, железобетонным или бетонным.

Наряду с монолитным исполнением широко применяются стены из различных блоков, являющихся по своей сути конструкционно-теплоизоляционными изделиями, особенно в отсутствии каркаса, в зданиях до 2-х этажей. В данной работе рассматривались такие материалы для стеновых блоков: саман (из глинистого грунта с добавлением соломы или других добавок), арболит (на основе цементного вяжущего, органических заполнителей и химических добавок), тонкостенный монолитный бетон с заполнением арболитом и керамзитобетон (на основе цемента, песка и наполнителя - керамзит). Основные физико-механические свойства конструкционно-теплоизоляционных стеновых блоков приведены в табл. 1.

Как видно из табл. 1, эффективные блоки даже с  $\rho_0 < 1300 \text{ кг/м}^3$  при толщине стены 0,4м не обеспечивают требуемых теплофизических характеристик. Поэтому предлагается новое решение, использующее сочетание, в частности, блоков из арболита и самана с утеплением из минераловатной плиты толщиной 0,1м, что, как показано в [2] достаточно для кирпичной стены имеющей близкие характеристики по теплопроводности. Гидроизоляции предлагается выполнить с помощью цементно-песчаного раствора, позволяющего обеспечивать высококачественную поверхность блока [5].

Предложенная технология устройства стен с использованием брусков из легкого пеносиликата со стоимостью 120 грн/м<sup>2</sup> является наиболее эффективной. Но для улучшения энергосберегающих свойств наружных стен представляет интерес утепление стен из саманных и арболитовых блоков со стоимостью 42 грн/м<sup>2</sup> и 102,6 грн/м<sup>2</sup> соответственно. Для успешного внедрения новых блоков в строительство необходимо также решение вопроса изготовления угловых блоков.

Таблица 1 - Физико-механические свойства стеновых блоков.

Материал стенового блока	Средняя плотность материала $\rho_0$ , кг/м <sup>3</sup>	Толщина $\delta$ , м	Коэффициент теплопроводности $\lambda$ , Вт/м <sup>2</sup> С	Коэффициент термического сопротивления $R_{ТС}$ , м <sup>2</sup> °С/Вт	S, Вт/м <sup>2</sup> °С	D	R <sub>c</sub> , МПа
Саман	700	0,4	0,21	1,9	5,3	10,07	1,5
	900	0,4	0,32	1,25	6,8	8,5	2,5
Арболит с облицовкой	600	0,4	0,18	2,22	5,43	12,05	2,5
Тонкостенный бетон с заполнением арболитом	2200	0,12	1,3	0,1	17,1	1,71	25,0
Монолит	400	0,28	0,1	2,8	3,7	10,36	2,5
	1300						
Керамзитобетон крупнопористый с облицовкой	900	0,4	0,3	1	4,9	4,9	4,2

**Выводы:**

1. Предложены два варианта изготовления энергосберегающих стен малоэтажных зданий в монолитном исполнении с применением вкладышей из теплоизоляционных материалов.

2. Экономическая оценка предлагаемых решений из саманных и арболитовых блоков показала, что их стоимость в 1,5-3 раза дешевле по сравнению с пеносиликатом.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:**

1. Шайдеров В.А., Черниговский В.А., Гасанов А.Б., Бабушкин В.И. *Технология устройства наружных стен зданий в пе-*

*редвижной опалубке //Науковий вісник будівництва, ХДТУБА, ХОТВ АБУ, 2005. – Вип.5. – с.63-67.*

2. Черниговский В.А. *Рациональный выбор материалов для наружных стен. Энергетика. Энергосбережение. Энергоаудит., 2007. - №12.- с.54-59.*

3. ДБН 2.6 – 31.2006 *Теплова ізоляція будівель. К.: Мін-во БАЖКГ України, 2006.*

4. Маляренко В.А. *Основы теплофизики будівель та енергозбереження. Харків, 2006. – 484с.*

5. Вандоловский А.Г., Казимагомедов И.Э., Подосинова В.Л. *Арболитовые блоки на основе костры льна.// Науковий вісник будівництва, ХДТУБА, ХОТВ АБУ, 2012. – Вип.71. – с.264-268.*

УДК 621.92.6.5

**Иванов А.Н., д-р техн. наук, Сиромолот С.В., аспирант**

*Харьковский национальный университет строительства и архитектуры*

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ДЛЯ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПОМОЛА В ТРУБНЫХ МЕЛЬНИЦАХ**

Исследованиями Ребиндера П.А. [1,2] и др. доказана целесообразность применения поверхностно-активных веществ (ПАВ) в качестве интенсификаторов помола (ИП) различных материалов. Меха-

низм действия ПАВ еще до конца не изучен и разными авторами трактуется по разному. Одни объясняют это снятием избыточной поверхностной энергии с частиц материала, другие – уменьшением