

УДК 691.32.,624.012.3/4

*А.А.Франивский, к.т.н.; В.П.Максименко, к.т.н.;  
Т.В.Рунова; П.В.Войтенко; О.В.Яцько,  
НИИСП, г. Киев*

## **КОНСТРУКЦИИ САМОНЕСУЩИХ СТЕН МНОГОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ ИЗ ЯЧЕИСТОБЕТОННЫХ БЛОКОВ АВТОКЛАВНОГО ТВЕРДЕНИЯ**

### **АННОТАЦИЯ**

В статье приведен анализ технических решений многоэтажных зданий существующего жилого и общественного фонда. Отмечается необходимость повышения теплосберегающих свойств зданий за счет применения в стеновых конструкциях эффективных конструкционных и теплоизоляционных материалов. Приведены 6 вариантов технических решений стен многоэтажных зданий из ячеистобетонных изделий автоклавного твердения.

Ключевые слова: многоэтажные здания, ячеистобетонные изделия автоклавного твердения, стены внешние, технические решения, конструктивные, теплотехнические и технологические параметры.

До 90-х годов прошлого века в Украине стены многоэтажных зданий возводились, в основном, из кирпича (40% зданий) и крупных панелей (40% зданий). Остальные 20% зданий, в основном, малоэтажных, строились из дерева, мелкоштучных блоков и других местных материалов. В то время основным техническим требованием к конструкциям стен было обеспечение их механической прочности. Теплотехнические показатели стен не нормировались. В результате их теплосберегающие свойства были достаточно низкими. По данным различных исследований, термическое сопротивление стен жилых и общественных зданий постройки того периода составляет  $0,7 \div 1,0 \text{ м}^2\text{К/Вт}$ .

С введением в 1996 году государственных нормативов по тепловой защите зданий и их повышением в 2006 году, в первую очередь, сопротивления теплопередаче внешних стен до  $2,0 \div 2,8 \text{ м}^2\text{К/Вт}$  с дифференциацией его по различным температурным зонам страны, возникла необходимость при конструировании стен наряду с безусловным обеспечением их прочностных показателей существенно повысить теплотехнические свойства, пример-

но, в 2-3 раза. Причем сложность проблемы при конструировании стен зданий заключается в определенном противоречии между прочностными и теплотехническими показателями стеновых материалов. Как известно, повышение теплосберегающих свойств стены возможно лишь за счет создания пористой структуры стенового материала, что автоматически приводит к снижению его прочностных качеств. Выход в 90-е годы был найден в принципиально новом подходе к проектированию всей конструктивной системы здания и переходе к применению в качестве основного несущего конструктивного элемента здания — монолитно-железобетонного или металлического каркаса в виде системы (сетки) колонн (пилонов) или ортогонально расположенных внутренних несущих стен, объединенных монолитными перекрытиями (дисками). При этом монолитные перекрытия становились несущими, а внешние стены превращались из основных несущих конструкций здания в самонесущие, главным требованием к которым является обеспечение их достаточной прочности лишь в пределах одного этажа (высотой примерно от 3 м до 6 м). При этой конструктивной системе речь идет лишь об оптимальном сочетании теплотехнических и прочностных свойств стеновых конструкций, где общим критерием эффективности являются стоимостные показатели возведения здания, причем не только при строительстве, но и в значительной степени при эксплуатации с учетом его энергосберегающих характеристик. При этом приоритетным требованием к стенам многоэтажных зданий является обеспечение, в первую очередь, их высоких теплосберегающих качеств при достаточной прочности стен, обеспечивающих их конструктивную надежность и безопасность в пределах одного этажа (рисунок.1).

Исходя из изложенных выше требований и приоритетов в настоящее время наиболее эффективным стеновым материалом, оптимально сочетающим высокие теплотехнические и достаточные прочностные качества как в мировой, так и отечественной строительной практике, является ячеистый бетон автоклавного твердения. По этим качествам материал в нормативных документах называется конструкционно-теплоизоляционным, отвечающим требованиям к самонесущим внешним стенам как по тепловой изоляции при однослойной кладке, так и по прочности в пределах одного этажа.



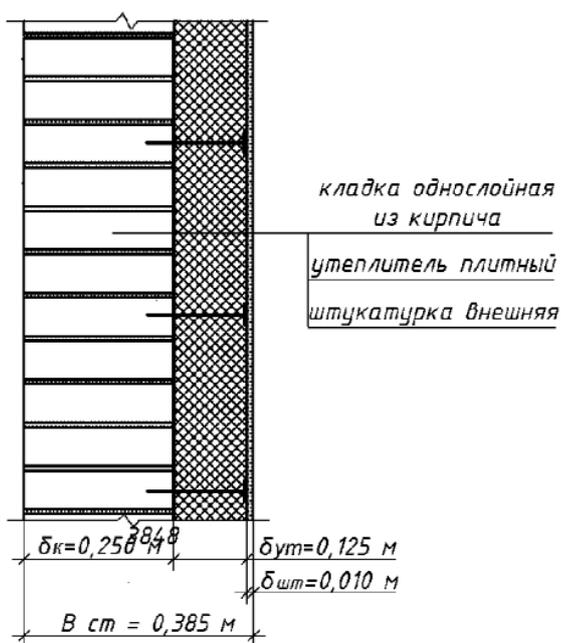
**Рис. 1.** Монолитно-каркасное здание с самонесущими внешними стенами из ячеистобетонных блоков автоклавного твердения

В данное время в Украине действует 13 предприятий по выпуску ячеистого бетона автоклавного твердения с общим объемом производственных мощностей около 3,0 млн. м<sup>3</sup>. Большинство заводов оснащено современным высокотехнологическим оборудованием преимущественно зарубежного производства и выпускает высококачественную строительную продукцию в виде ячеистобетонных

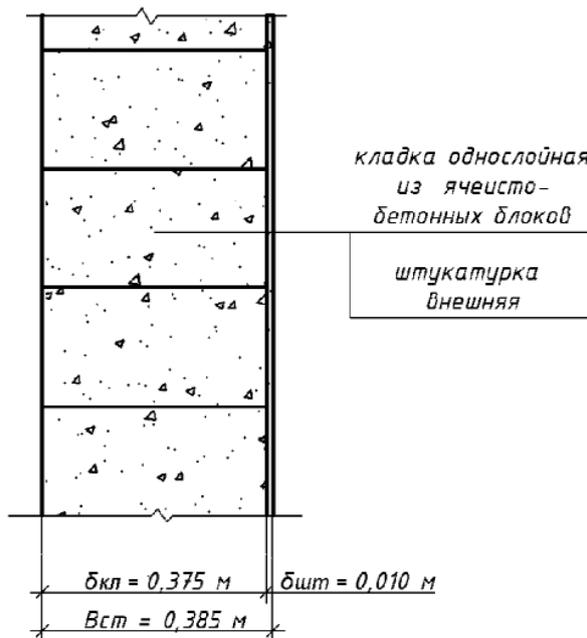
стеновых изделий, отвечающую всем нормативным документам, и конкурентоспособную по отношению к традиционным стеновым материалам в виде кирпича, керамзитобетонных блоков и других материалов. К ним, в первую очередь, следует отнести современные заводы ООО "Аэрок" (г. Березань и г. Обухов Киевской области); ООО "Ориентир-Будэлемент" (г. Бровары Киевской области); ООО "ЮДК" (г. Днепропетровск), входящие во Всеукраинскую ассоциацию производителей автоклавного газобетона (ВААГ).

Налаживание этими предприятиями массового производства такого высокоэффективного конструкционно-теплоизоляционного стенового материала, как ячеистобетонные изделия, в свою очередь, стимулирует развитие строительства монолитно-каркасных зданий с "теплыми" стенами из ячеистого бетона и, как следствие, создание условий для возведения теплого и комфортного жилья для проживания и вместе с тем недорогого и энергосберегающего в эксплуатации.

Таким образом, в отечественной строительной практике за последние два десятилетия в монолитно-каркасном строительстве "выкристаллизовались" и достаточно хорошо отработаны два конкурентоспособных типовых технических решения стеновых конструкций многоэтажных зданий (рисунки 2-3):



**Рис.2.** Стена двухслойная из кирпича, плитного утеплителя и внешней штукатурки.  
Толщина стены — 0,385 м  
Сопротивление теплопередаче  $R = 3,19 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$



**Рис.3.** Стена однослойная из ячеистобетонных блоков с внешней штукатуркой.  
Толщина 0,385 м  
Сопротивление теплопередаче  $R = 3,21 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$

— двухслойная стена с конструкционным слоем из кирпича и утеплительным слоем из высокоэффективного утеплителя (минеральной ваты или пенополистирола);

— однослойная стена из конструкционно-теплоизоляционного материала в виде ячеистобетонных изделий автоклавного твердения с тонкостенной внешней штукатуркой.

Последнее техническое решение стеновой конструкции из ячеистого бетона имеет ряд достоинств, к которым следует отнести **высокие теплоизоляционные свойства при достаточной прочности**, а также **малый вес и технологичность кладки** благодаря крупным размерам блоков, укладываемых на клеевом растворе.

К другим эксплуатационным характеристикам стеновых изделий из ячеистого бетона следует отнести хорошие показатели **долговечности, огнестойкости, шумоизоляции, воздухо- и паропропускаемости**, а также **хорошую механическую обрабатываемость изделия, незначительную усадку, экологическую чистоту** и ряд других.

В настоящее время в строительстве сложились благоприятные условия для массового использования ячеистого бетона на основе интенсивного развития каркасного способа строительства с одной стороны и налаживания массового выпуска в стране ячеистобетонных изделий — с другой стороны.

В то же время одним из сдерживающих факторов в наращивании объемов применения ячеистого бетона является недостаточная разработка нормативной, расчетно-методической и технической документации. Для решения этой задачи по заказу Всеукраинской ассоциации производителей автоклавного газобетона (ВААГ) НИИ строительного производства совместно со специалистами вышеназванных заводов по производству ячеистобетонных изделий, входящих в Ассоциацию, а также специалистами других заинтересованных организаций разработали альбом-пособие **"Технические решения стен многоэтажных зданий из ячеистобетонных изделий"**.

Альбом-пособие разработан для проектирования и устройства самонесущих стен многоэтажных жилых и общественных зданий с несущим монолитным, сборным или сборно-монолитным каркасом с использованием ячеистобетонных блоков автоклавного твердения плотностью 300-500 кг/м<sup>3</sup> и классом прочности на сжатие В 1,5-В 3,5, удовлетворяющих нормативным требованиям тепловой защиты зданий  $R=2,0-2,8 м^2 \cdot C^{\circ}/Вт$  для всех температурных зон Украины. Технические решения предусматривают проектирование и устройство однослойных и многослойных внешних стен с другими отделочными и утеплительными материалами, а также с различными облицовочными системами,

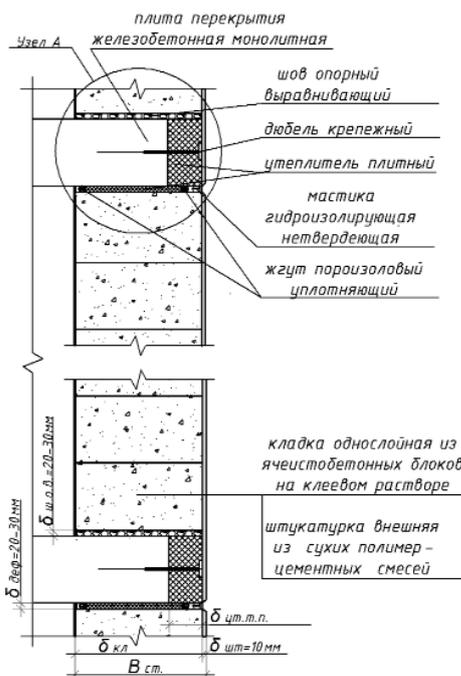


Рис. 4. Стена однослойная из ячеистобетонных блоков с внешней штукатуркой

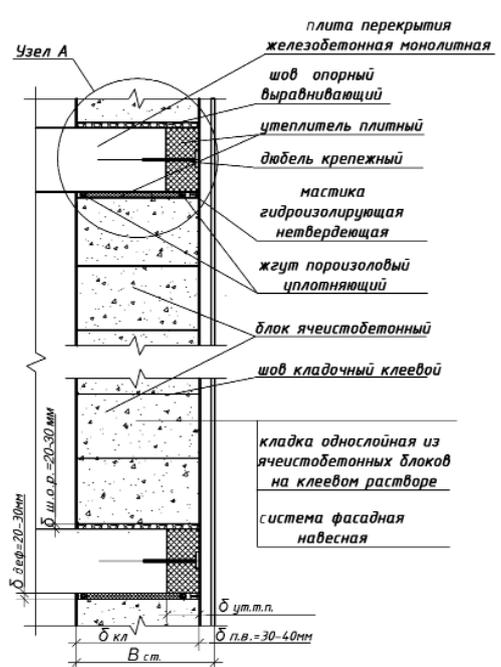


Рис. 5. Стена однослойная из ячеистобетонных блоков с защитно-декоративной облицовкой

в том числе с оштукатуриванием, применением навесных фасадных систем типа "вентилируемый фасад", а также обкладыванием лицевым кирпичом или другими мелкоштучными изделиями.

На рисунках. 4-9 приведены применяемые на практике основные варианты конструктивно-технологических решений стеновых конструкций.

Основные конструктивные, физико-механические и теплотехнические параметры для различных

конструкций стен приведены в таблицах 1-6.

В пояснительной записке альбома-пособия приведены краткие сведения по технологии производства ячеистого бетона автоклавного твердения, номенклатура и основные физико-механические и теплотехнические характеристики ячеистобетонных изделий, необходимые для расчета и конструирования стен, а также нормативная база для производства и применения ячеистого бетона. Кроме

Таблица 1.

Подварианты конструктивных решений стены	Толщина стены, $V_{ст} = \delta_{кл} + \delta_{шт}$ , м	Толщина кладки из ячеистобетонных блоков $\sigma_{кл}$ , м	Марка бетона по плотности $D$ , кг/м <sup>3</sup>	Класс бетона по прочности на сжатие $B$	Теплопроводность ячеистобетонных блоков $\lambda_{бл}$ , Вт/м·К	Расчетное значение суммарного сопротивления теплопередаче (без учета теплопроводных включений) $R_{\Sigma}$ , м <sup>2</sup> ·К/Вт
1а	0,385	0,375	300	B1,5	0,100	3,92
			400	B1,5; B2,0	0,125	3,17
			500	B2,0; B2,5; B3,5	0,142	2,82
1б	0,310	0,300	300	B1,5	0,100	3,17
			400	B1,5; B2,0	0,125	2,58
			500	B2,0; B2,5; B3,5	0,142	2,29
1в	0,260	0,250	300	B1,5	0,100	2,68
			400	B1,5; B2,0	0,125	2,18
1г	0,210	0,200	300	B1,5	0,100	2,18

Таблица 2.

Подварианты конструктивных решений стены	Толщина стены $V_{ст} = \delta_{кл}$ , м	Толщина кладки из ячеистобетонных блоков $b_{кл}$ , м	Марка бетона по плотности $D$ , кг/м <sup>3</sup>	Класс бетона по прочности на сжатие $B$	Теплопроводность ячеистобетонных блоков $\lambda_{бл}$ , Вт/м·К	Расчетное значение суммарного сопротивления теплопередаче (без учета теплопроводных включений) $R_{\Sigma}$ , м <sup>2</sup> ·К/Вт
2а	0,425	0,375	300	B1,5	0,100	3,87
			400	B1,5; B2,0	0,125	3,12
			500	B2,0; B2,5; B3,5	0,142	2,77
2б	0,350	0,300	300	B1,5	0,100	3,12
			400	B1,5; B2,0	0,125	2,53
			500	B2,0; B2,5; B3,5	0,142	2,24
2в	0,300	0,250	300	B1,5	0,100	2,63
			400	B1,5; B2,0	0,125	2,13
2г	0,250	0,200	300	B1,5	0,100	2,13

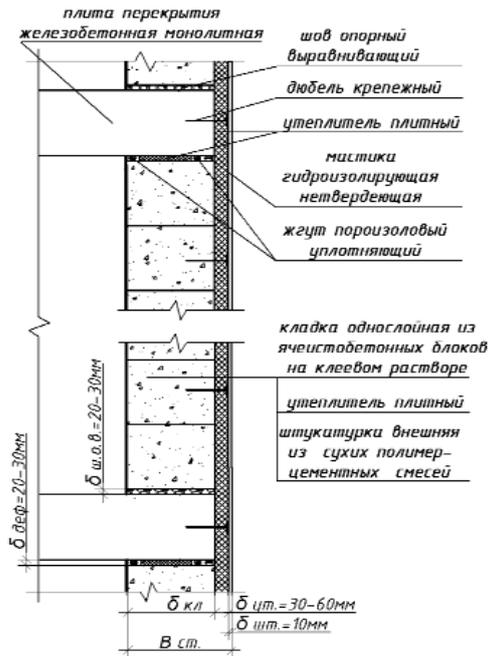


Рис. 6. Стена двухслойная из ячеистобетонных блоков и плитного утеплителя с внешней штукатуркой

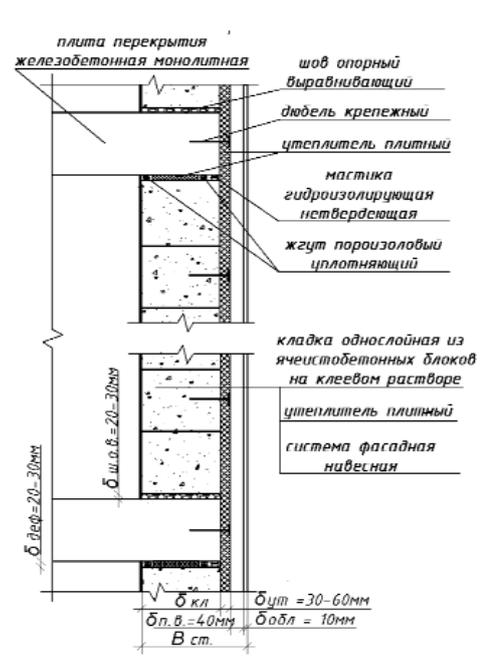


Рис. 7. Стена двухслойная из ячеистобетонных блоков и плитного утеплителя с защитно-декоративной облицовкой

Таблица 3.

Подварианты конструктивных решений стены	Толщина стены $V_{ст} = \delta_{кл} + \delta_{ут} + \delta_{шт}$ , м	Толщина кладки из ячеистобетонных блоков $\sigma_{кл}$ , м	Марка бетона по плотности $D$ , кг/м <sup>3</sup>	Класс бетона по прочности на сжатие $B$	Теплопроводность ячеистобетонных блоков $\alpha_{кл}$ , т/м·К	Толщина плитного утеплителя $\sigma_{ут}$ , м	Расчетное значение суммарного сопротивления теплопередаче (без учета теплопроводных включений) $R_{\Sigma}$ , м <sup>2</sup> ·К/Вт
3а	0,290	0,250	400	B1,5; B2,0	0,125	0,030	2,85
3б	0,300	0,250	500	B2,0; B2,5; B3,5	0,142	0,040	2,83
3в	0,240	0,200	300	B1,5	0,100	0,030	2,84
3г	0,260	0,200	400	B1,5; B2,0	0,125	0,050	2,89
3д	0,270	0,200	500	B2,0; B2,5; B3,5	0,142	0,060	2,92

Таблица 4.

Подварианты конструктивных решений стены	Толщина стены $V_{ст} = \delta_{кл} + \delta_{ут}$ , м	Толщина кладки из ячеистобетонных блоков $\delta_{кл}$ , м	Марка бетона по плотности $D$ , кг/м <sup>3</sup>	Класс бетона по прочности на сжатие $B$	Теплопроводность ячеистобетонных блоков $\lambda_{кл}$ , т/м·К	Толщина плитного утеплителя $\sigma_{ут}$ , м	Расчетное значение суммарного сопротивления теплопередаче (без учета теплопроводных включений) $R_{\Sigma}$ , м <sup>2</sup> ·К/Вт
4а	0,330	0,250	400	B1,5; B2,0	0,125	0,030	2,80
4б	0,340	0,250	500	B2,0; B2,5; B3,5	0,142	0,040	2,78
4в	0,280	0,200	300	B1,5	0,100	0,030	2,80
4г	0,300	0,200	400	B1,5; B2,0	0,125	0,050	2,84
4д	0,310	0,200	500	B2,0; B2,5; B3,5	0,142	0,060	2,87

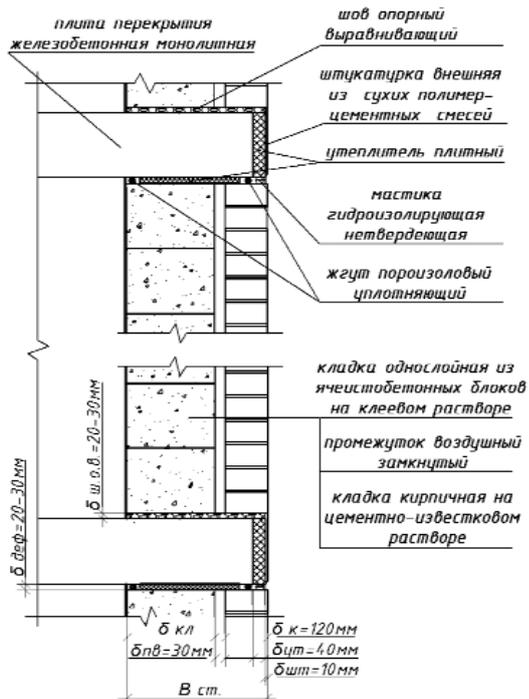


Рис. 8. Стена двухслойная с обкладкой лицевым кирпичом и промежутком воздушным замкнутым

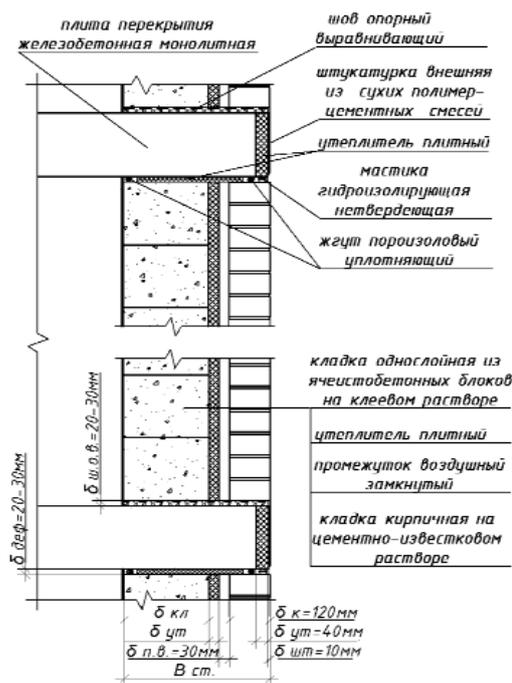


Рис. 9. Стена трехслойная из ячеистобетонных блоков и плитного утеплителя с обкладкой лицевым кирпичом

Таблица 5.

Подварианты конструктивных решений стены	Толщина стены $В_{ст} = \delta_{кл} + \delta_{п.в.} + \delta_{к}^*$ , м	Толщина кладки из ячеистобетонных блоков $\delta_{кл}^*$ , м	Марка бетона по плотности D, кг/м <sup>3</sup>	Класс бетона по прочности на сжатие B	Теплопроводность ячеистобетонных блоков $\lambda_{бл}^*$ , т/м·К	Расчетное значение суммарного сопротивления теплопередаче (без учета теплопроводных включений) $R_{\Sigma}$ , м <sup>2</sup> ·К/Вт
5a	0,525	0,375	300	B1,5;	0,100	4,21
			400	B1,5; B2,0	0,125	3,47
			500	B2,0; B2,5; B3,5	0,142	3,11
5б	0,450	0,300	300	B1,5	0,100	3,47
			400	B1,5; B2,0	0,125	2,88
			500	B2,0; B2,5; B3,5	0,142	2,59
5в	0,400	0,250	300	B1,5	0,100	2,97
			400	B1,5; B2,0	0,125	2,48
			500	B2,0; B2,5; B3,5	0,142	2,24
5г	0,300	0,200	300	B1,5	0,100	2,48

Таблица 6.

Подварианты конструктивных решений стены	Толщина стены $В_{ст} = \delta_{кл} + \delta_{ут} + \delta_{п.в.} + \delta_{к}^*$ , м	Толщина кладки из ячеистобетонных блоков $\delta_{кл}^*$ , м	Марка бетона по плотности D, кг/м <sup>3</sup>	Класс бетона по прочности на сжатие B	Теплопроводность ячеистобетонных блоков $\lambda_{бл}^*$ , т/м·К	Толщина плитного утеплителя $\sigma_{ут}^*$ , м	Расчетное значение суммарного сопротивления теплопередаче (без учета теплопроводных включений) $R_{\Sigma}$ , м <sup>2</sup> ·К/Вт
6a	0,430	0,250	500	B2,0; B3,5; B2,5;	0,142	0,030	2,91
6б	0,390	0,200	400	B1,5; B2,0	0,125	0,040	2,97
			500	B2,0; B3,5; B2,5;	0,142	0,040	2,78

того, приведено описание конструкций всех основных вариантов внешних и внутренних стен, технологии их устройства, а также даны рекомендации по устройству многослойных конструкций стен с другими утеплительными, штукатурными и облицовочными материалами. При устройстве ячеистобетонных стен с обкладкой лицевым кирпичом и устройством воздушной прослойки для улучшения тепловлажностного режима стены по площади кирпичной кладки устанавливаются вентиляционные элементы для отвода конденсата. В связи с этим в альбоме-пособии приведены конструкции вентиляционных элементов и схемы их расположения по фасаду здания.

Технические решения в чертежах включают поперечные разрезы всех вариантов стеновых конструкций с узлами примыканий к перекрытиям и их утепления, а также устройства деформационных швов между стенами, колоннами и перекрытиями. Кроме того, для строительства в сейсмических районах Украины приведены технические решения усиления стен с армированием и анкерованием к вертикальным несущим конструкциям с помощью арматуры или усилительных поясов из U-образных ячеистобетонных блоков, заполняемых тяжелым бетоном с армокаркасами.

Технические решения узлов крепления к вертикальным несущим конструкциям (колоннам, пилонам и внутренним несущим стенам) приведены для различных элементов зданий (спаренных колонн, эркеров, лоджий, внутренних и внешних углов). Для зданий повышенной этажности в связи с их динамическим поведением под действием ветровых и сейсмических нагрузок технические решения узлов примыкания стен к вертикальным конструкциям включают устройство вертикальных деформационных швов с заполнением плитным герметиком и применением уголковых соединительных элементов из коррозионностойких материалов.

В приложениях к альбому-пособию приведены методика и результаты теплотехнических расчетов всех вариантов стен как термически однородных конструкций, так и термически неоднородных конструкций с учетом теплопроводных включений в виде узлов примыкания стен к перекрытиям, колоннам и балконным плитам. Для выполнения прочностных расчетов стен из ячеистобетонных блоков и их конструирования в приложениях приведен пример расчета внешних стен многоэтаж-

ных зданий из ячеистобетонных изделий на сопротивление ветровым нагрузкам, а также результаты испытаний на сопротивление ветровым нагрузкам крепления дюбелей навесных фасадных систем к стенам из ячеистобетонных блоков.

Альбом-пособие предназначен для специалистов проектных, строительных, инвестиционных организаций, предприятий по производству изделий из ячеистого бетона, учебных заведений, а также специалистов других заинтересованных организаций строительной отрасли Украины.

#### ЛІТЕРАТУРА

*ДСТУ Б В.2.7-45-2010 Будівельні матеріали. Бетони ніздрюваті. Загальні технічні умови.*

*ДБН В.2.6-31:2006 Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель.*

*ДБН В.2.6-162:2010 Конструкції будинків і споруд. Кам'яні та армокам'яні конструкції.*

#### АНОТАЦІЯ

У статті наведено аналіз технічних рішень багатопверхових будівель існуючого житлового та громадського фонду. Відзначається необхідність підвищення теплозберігаючих властивостей будівель за рахунок застосування в стінових конструкціях ефективних конструкційних і теплоізоляційних матеріалів. Наведено 6 варіантів технічних рішень стін багатопверхових будинків з ніздрюватобетонних виробів автоклавного тверднення.

Ключові слова: багатопверхові будівлі, ніздрюватобетонні вироби автоклавного тверднення, стіни зовнішні, технічні рішення, конструктивні, теплотехнічні та технологічні параметри.

#### ANNOTATION

The article summarizes the technical solutions of multi-storey buildings of the existing stock of residential and public fund. The necessity of improving the heat-saving properties of buildings through the use of wall constructions of efficient construction and insulating materials. Given 6 options of technical solutions walls of multi-storey buildings of porous products autoclaved.

Keywords: high-rise buildings, cellular products autoclaved, walls external, technical solutions, design, thermotechnical and technological parameters.