

## Учредитель журнала

ЦНИИЭП жилища

Журнал зарегистрирован  
Министерством РФ по делам  
печати, телерадиовещания  
и средств массовой информации  
№ 01038

## Почетный главный редактор

Федоров В.В.

## Главный редактор

Юмашева Е.И.

## Редакционный совет:

Николаев С.В.

(председатель)

Барина Л.С.

Граник Ю.Г.

Заиграев А.С.

Звездов А.И.

Ильичев В.А.

Маркелов В.С.

Франивский А.А.

## Авторы

опубликованных материалов  
**несут ответственность**  
за достоверность приведенных  
сведений, точность данных  
по цитируемой литературе  
и за использование в статьях  
данных, не подлежащих  
открытой публикации

## Редакция

может опубликовать статьи  
в порядке обсуждения,  
не разделяя точку зрения автора

## Перепечатка

и воспроизведение статей,  
рекламных  
и иллюстративных материалов  
возможны лишь с письменного  
разрешения главного редактора

## Редакция не несет

**ответственности**  
за содержание рекламы  
и объявлений

## Адрес редакции:

Россия, 127434, Москва,  
Дмитровское ш., д. 9, корп. 3

Тел./факс: (495) 976-22-08

(495) 976-20-36

Телефон: (926) 833-48-13

E-mail: mail@rifsm.ru

gs-mag@mail.ru

http://www.rifsm.ru

## СОДЕРЖАНИЕ

### Страницы истории

К 100-летию архитектора Евгения Львовича Иохелеса (1908–1989) ..... 2

### Градостроительство и архитектура

О.С. ТИХАНЧИКОВ

Принципы организации планировочной структуры

индивидуального жилого дома ..... 4

А.В. МЕРЕНКОВ, К.Н. ГРЕБЕНЩИКОВ

Сравнительный анализ планировочных решений

зарубежного и отечественного жилища ..... 8

Гаттас Набиль Кайд, В.М. Шувалов

Формирование архитектуры малоэтажной жилой застройки

в городах Ливана ..... 12

### Расчет конструкций

М.К. ИЦУК

Требования к многослойным стенам с гибкими связями ..... 15

А.В. КАШАБИН

ПЕНОПЛЭКС® и ПЛАСТФОИЛ на плоской кровле – оптимальная конструкция .... 20

К.З. ГАЛУСТОВ

Расчет несущих элементов конструкций жилых и общественных зданий

с учетом фактора времени ..... 22

А.С. НОСКОВ, В.А. БЕЛЯКОВ

Конструкции из полистиролбетона для строительства жилых зданий ..... 24

В.А. ЦЕПАЕВ, М.В. КОЛОБОВ

Коэффициент надежности соединений деревянных конструкций

на металлических зубчатых пластинах ..... 26

### Тепловая защита зданий

В.А. ЕЗЕРСКИЙ, П.В. МОНАСТЫРЕВ, М.В. МОНАСТЫРЕВА

Теплотехнический анализ неоднородного участка

наружной стены жилого дома ..... 28

Н.Д. ДАНИЛОВ

Необходимость корректировки некоторых пунктов

норм проектирования «Тепловая защита зданий» ..... 31

С.В. КОРНИЕНКО

Равновесное влагосодержание материалов

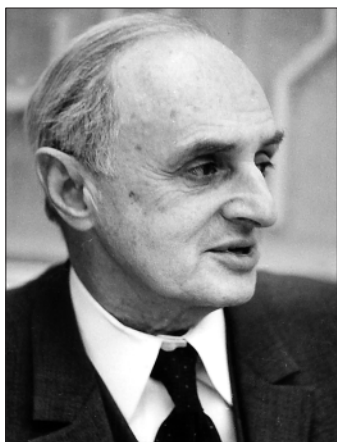
в шкале потенциала влажности ..... 34

А.М. БЕРЕГОВОЙ, О.Л. ВИКТОРОВА, В.А. БЕРЕГОВОЙ

Энергосбережение в жилых зданиях

с альтернативными источниками энергии ..... 36

«МосБилд-2008» – стратегия развития российского строительства ..... 38



## К 100-летию архитектора Евгения Львовича Иохелеса (1908–1989)

\*\*\*

*Евгений Львович Иохелес принадлежал к талантливой плеяде отечественных архитекторов, посвятивших себя созданию новых современных жилых зданий, новых градостроительных комплексов. Этому делу он отдал без малого 60 лет жизни.*

Родился Евгений Львович 12 мая 1908 года в Москве, в семье врачей. В 1930 г. он окончил архитектурный факультет Высшего художественно-технического института (ВХУТЕИН) в Москве.

Первые годы после института Иохелес работал в Гипрогоре, занимаясь проблемами планировки и градостроительства под руководством Н.А. Ладовского. К этому времени относятся проекты гг. Алма-Ата, Павлово (Нижегородская обл.). Е.Л. Иохелес большое внимание уделял инсоляции зданий. Благодаря его работам в нормативные документы были внесены изменения, значительно облегчившие труд архитекторов в 1930-е гг., когда началась реконструкция Москвы.

С организацией при Моссовете архитектурных мастерских Евгений Львович работал над проектами жилых домов, среди которых следует выделить жилой дом «Полярник» на Никитском бульваре в Москве (рис. 1). Эта работа определила основное направление его творчества в дальнейшем и заставила говорить о нем как об одном из ведущих московских архитекторов.

В 1937 г. Евгений Львович перешел на работу к выдающемуся зодчему И.В. Жолтовскому и стал его ближайшим помощником.

С 1939 по 1941 г. Е.Л. Иохелес вел педагогическую работу в Московском архитектурном институте. В 1943 г. он возвратился на работу в Моссовет.

В 1945–1946 гг. Евгений Львович написал диссертацию на тему «Некоторые вопросы проектирования застройки жилых районов советских городов», а с 1945 г. преподавал

в Институте аспирантуры Академии архитектуры СССР и занимался экспериментальным проектированием в области градостроительства.

Одновременно Евгений Львович проектировал жилые здания. В 1947–1950 гг. завершилась реконструкция ул. Правды и жилого комплекса редакции.

С 1944 г. Иохелес включился в работу по индустриальному крупнопанельному домостроению, которая шла по двум направлениям: развитие крупнопанельного индустриального строительства жилых и общественных зданий и современное решение планировки и застройки городов. В 1952 г. при Моссовете было организовано Специальное архитектурно-конструкторское бюро (САКБ), где Е.Л. Иохелес руководил мастерской. Перед ним стояла задача организации индустриального строительства жилья в Москве, подготовка типового проектирования и условий создания домостроительных комбинатов.

Первые здания того времени были запроектированы в кирпиче. Это была большая серия домов гостиничного типа; общежитий, для чего использовалась специальная номенклатура архитектурных деталей заводского изготовления. Индустриальное строительство только зарождалось, и для его осуществления была отведена территория, названная Новые Черемушки.

Московские Новые Черемушки состояли из четырех кварталов, каждый со своим назначением. Так, 12-й квартал впервые в стране комплексно застраивался крупноблочными зданиями по новой единой номенклатуре. Наиболее зна-



Рис. 1. Жилой дом «Полярник». Никитский бульвар, Москва



Рис. 2. Жилые дома серии 84. Чебоксары



Рис. 3. Жилые дома серии Э-139. Автозаводский р-н, г. Тольятти

чимым был 9-й квартал, на котором исследовались многочисленные варианты планировки малометражных квартир в домах с кирпичными стенами. Лишь 2 из 18 домов здесь сооружались из крупных элементов, в том числе 4-этажный дом, спроектированный Е.Л. Иохелесом из керамзитобетонных панелей. В 1963 г. с изменением политики этажности и созданием промышленности лифтов и домостроительных комбинатов началась застройка 10-го квартала, где отрабатывались различные серии многоэтажных домов. Наконец, 11-й квартал целиком состоял из 5-этажных зданий из керамзитобетонных панелей, разработанных на основе эксперимента в 9-м квартале. Евгений Львович принимал активное участие в обсуждении результатов эксперимента, который обозначил массовую серию 1-515.

Эта работа оказала большое влияние не только на планировочные решения жилых районов, но и на рост этажности в застройке Москвы. Поэтому когда в 1949 г. был создан Центральный научно-исследовательский проектно-экспериментальный институт индустриального и типового проектирования жилья (ЦНИИЭП жилища), мастерскую Е.Л. Иохелеса одной из первых перевели в этот институт. Ее деятельность развивалась по двум направлениям: с одной стороны, решение градостроительных задач при застройке жилых районов, с другой – совершенствование типовых серий жилья и их внедрение в заводское изготовление.

В этот период были разработаны серии 60 и 84 (рис. 2), подготовлены проекты застройки жилых районов Корейская слобода во Владивостоке, центра Архангельска.

С 1967 г. Е.Л. Иохелес стал руководителем авторского коллектива по планировке и застройке гг. Тольятти и Ульяновска и заместителем Б.Р. Рубаненко, который возглавлял весь комплекс работ.

Евгений Львович постоянно вел работу по индустриализации жилищного строительства и был одним из пионеров этого направления. Еще в 1945–1948 гг. он разрабатывал это направление, создавая серии домов для Березовского завода железобетонных конструкций. В 1956–1958 гг. при участии Е.Л. Иохелеса была создана серия 1-515, широко применявшаяся в московском строительстве.

Работая над московской серией и анализируя итоги эксперимента в Новых Черемушках, Е.Л. Иохелес убедился в ущербности модуля 30 см, положенного в основу большинства индустриальных серий. Этот модуль был адекват-

тен скромным нормативам того времени, но Евгений Львович был убежден, что укрупненная модульная сетка может быть универсальной, отвечая как действующим нормативам, так и перспективным в будущем. В основу дальнейших проектов лег укрупненный модуль 120×120 см, который определил не только параметры архитектурно-типологических и конструктивных решений, но и дал возможность фиксировать точки соединения панелей, что позволяло собирать их в многообразных сочетаниях, не вводя изделия новых марок.

Разработке этого модуля предшествовало опытное строительство жилых домов, поселков городского типа при атомных и тепловых электростанциях Конаково, Бурштын, Подпорожье. Система вначале была апробирована на заводах крупнопанельного домостроения малой мощности Министерства энергетики СССР (серии 60, 60–72 и 84) в гг. Припять, Изобильный, Энергодар.

Затем в процессе работы серия 84 прошла ряд модификаций и была освоена на крупных заводах крупнопанельного домостроения в гг. Львов, Ярцево, Нарва, Тихвин, Нижнекамск, Чебоксары, Нововоронеж.

Методические принципы этой серии были приняты ЛенНИИпроектом при создании региональной серии 137 для застройки Ленинграда и области. Эти же принципы удалось реализовать в кирпичном исполнении при застройке 5-, 9- и 14-этажными жилыми домами г. Тольятти (рис. 3).

В 1973 г. Е.Л. Иохелес и его творческий коллектив были отмечены премией Совета Министров СССР за проектирование и строительство жилого района Корейская слобода во Владивостоке. В 1974 г. Евгению Львовичу за проектирование и строительство г. Тольятти была присуждена Государственная премия СССР. В 1979 г. ему было присвоено звание «Заслуженный архитектор РСФСР». Он был награжден орденом Трудового Красного Знамени и многими медалями.

Е.Л. Иохелес был широко эрудированным человеком, хорошо знал историю развития архитектуры и ее связь с историческими эпохами. Он был прекрасным оратором, его выступления были проникнуты глубокой культурой и ясным изложением мысли.

Творчество Евгения Львовича Иохелеса оставило заметный след в истории отечественного домостроения, в истории российской архитектуры.

УДК 624

*О.С. ТИХАНЧИКОВ, ведущий архитектор,  
ООО «Триарт 2000» (Москва)*

## Принципы организации планировочной структуры индивидуального жилого дома

*В статье рассматривается вопрос взаимодействия планировочных элементов в структуре индивидуального жилого дома. Выявлено три принципа пространственной организации и четыре типа отношений между функционально-планировочными элементами. Решения задач компоновки могли бы быть сведены в таблицы уже готовых геометрических вариантов компоновочного решения, которые могут быть классифицированы.*

Индивидуальный загородный жилой дом можно рассматривать как структуру, состоящую из отдельных частей. Части могут быть образованы внутренними помещениями или их группами. К примеру, помещения, имеющие общее назначение, как правило, расположены рядом и тем самым образуют функциональную ячейку, которая имеет объемно-пространственное выражение. Назовем ее функционально-планировочный элемент, или плановая проекция определенного набора внутренних помещений, выполняющих общую функциональную задачу и связанных между собой определенным способом. Каждый функционально-планировочный элемент может состоять из определенного набора внутренних помещений. Этот набор определяется в каждой конкретной ситуации в зависимости от поставленной задачи.

В начале 70-х гг. прошлого века в Англии ряд исследователей Кембриджского университета изучал геометрические свойства архитектурных планов, построенных на основе прямоугольников. Задача исследования заключалась в определении математических зависимостей между элементами и видом их соединения друг с другом. Два прямоугольника можно соединить только одним способом, три – двумя, четыре – семью и т. д.

В связи с этим решения задач компоновки могли бы быть сведены в таблицы уже готовых геометрических вариантов компоновочного решения, которые могут быть классифицированы. Проектировщик мог бы выбирать из каталога наиболее подходящие для заданной планировочной ситуации исходные компоновочные заготовки.

«Социальная и пространственная структуры, также как человек и его пространственное окружение, не могут представлять собой обособленные ценности, соединенные чисто механически однонаправленными причинными связями» [1]. Задача исследования этого механизма первостепенна, но может рассматриваться только в увязке с другой задачей – изучением геометрии пространственного расчленения архитектурного пространства.

Выявлено три общих принципа пространственной организации планировочных элементов.

**Первый принцип** предполагает дифференциацию пространственной формы жилого дома на относительно самостоятельные компоненты (зонирование). Взаимодействие планировочных элементов рассматривается на уровне групп, которые они составляют. Выявлена базовая экспликация помещений с учетом условного разделения на группы. Состав групп предусматривает максимальную обособленность и независимость зон

друг от друга и предполагает разделение некоторых из них в самостоятельные объемы в структуре комплекса жилого дома.

Здесь можно выделить три группы и выявить составляющие их функционально-планировочные элементы:

1. Общесемейная группа (коллективная): вход, гараж, гостиная, зона приема пищи, спортивная или зона активного отдыха, зона пассивного отдыха.
2. Индивидуальная группа (личная): хозяйская, детская, гостевая.
3. Группа помещений общесемейного обслуживания: техническая, обслуживающего персонала, приготовления пищи.

В каждой группе можно выявить пространства, которые могут иметь связь с аналогичными пространствами в соседней группе. С помощью связи этих пространств и происходит общая связь между группами (табл. 1). Группы различаются по своим пространственно-морфологическим особенностям строения. С целью систематизации всего множества выделяемых в составе жилой среды групп предложено их классифицировать по следующим признакам:

- а) по характеру внутренней организации в структуре дома:
  - тупиковые группы (ячейки);
  - проходные группы-коммуникации;
- б) по характеру взаимодействия с другими группами, предполагающими:
  - необходимое взаимодействие;
  - возможное;
  - нежелательное.

Особенное внимание уделяется рассмотрению коммуникационных связей между планировочными элементами как отдельного объекта исследования, так как взаимодействие между функционально-планировочными элементами происходит, как правило, посредством определенного связующего звена. Связи делятся на горизонтальные и вертикальные. Горизонтальные – связи, соединяющие пространства, располагающиеся в одном уровне (этаже). К ним относятся: коридоры, галереи, переходы, холлы, тоннели и др. Вертикальные связи являются междуэтажными или междууровневыми, так как связывают пространства, находящиеся на разных этажах: лестницы парадные, лестницы черные, лифты, пандусы и др.

**Второй принцип** учитывает связь внутренних и внешних пространств дома с учетом влияния внешней среды. Здесь речь идет о взаимных зависимостях функционально-планировочных элементов – количества и качества помещений внутри дома и экстерьера: рассматривается организация участка и вводится деление его на дискретные еди-

ницы – сад, элементы ландшафтного дизайна, отдельные и временные постройки и сооружения и др.

Этот принцип представляет ценность с точки зрения влияния внешних факторов на организацию планировочной структуры жилого дома. В первую очередь это группа природно-климатических факторов. К числу таких факторов прежде всего относятся: температурно-влажностный режим и уровень солнечной радиации, естественная освещенность, ветровой режим, внешние и внутренние шумы, рельеф участка.

Также на организацию планировочной структуры жилого дома влияют градостроительные факторы – факторы, связанные с градостроительными условиями размещения малоэтажного жилища и учитывающие влияние городской или исторической застройки на проектируемое жилище. Здесь в качестве основополагающих факторов можно выделить морфологию окружающей застройки и ее композиционно-художественные особенности, а также ориентацию по сторонам света.

Наиболее существенным является фактор индивидуальности, который учитывает личные пожелания и взгляды заказчика на параметры и архитектуру проектируемого дома. Здесь возникает вопрос индивидуальной адаптивности односемейного дома:

- к конкретным экономическим условиям (у потребителя должна быть возможность приобретения жилища);
- к разнообразию и динамике потребностей конкретных семей к своему жилищу.

Фактор индивидуальности жилища глубоко изучен в работе Э. Нойферта [2], где самым подробным образом представлены исследования зависимости параметров жилых помещений от потребностей человека, а также в работах и проектах архитектора Ле Корбюзье.

Одна из особенностей индивидуального жилого дома заключается в том, что некоторые из функциональных процессов, которые в городе пространственно оформляются в виде помещений в квартире, за городом могут быть легко развернуты вне дома, на участке. Эти процессы могут иметь свою пространственную локализацию только на участке и никогда не потребовать пространственного оформления в виде помещения (функциональной зоны) в доме. Анализ планировочных решений показывает, что часто «комнаты» расположены непосредственно в саду и представляют собой «зеленые помещения» на открытом воздухе, тогда как в самом доме аналогичных по функции помещений может не быть. В саду на участке могут размещаться «гостиные», «кухни» и даже «спальни». Были сформулированы основные *композиционные приемы* взаимосвязи интерьера и ландшафта:

- *структурного подобия* – основан на зависимости внутренней планировки дома от структуры ландшафта;
- *геометрического подобия* – основан на геометрическом соответствии между планировкой ландшафта и планировкой дома;
- *функционального подобия* – предусматривает функциональное соответствие расположения комнат в доме и зон в саду;
- *композиционно-пространственных осей* – основан на осевой взаимосвязи элементов жилого объема и ландшафтного участка;
- *объемного соответствия* – основан на образном соответствии и подобии элементов жилой среды малоэтажного дома (жилой объем, интерьер, садово-парковые объемы);
- *пространственных переходов-границ*. Индивидуальный жилой дом представляет собой взаимосвязанный комплекс дома, участка, хозяйственных построек. Однако чтобы пол-

нее выявить специфику и архитектурно-планировочные особенности дома, было предложено условно рассматривать жилой объем – «оболочку» (термин введен в работе Н.И. Явейна) как совокупность планировочных элементов и взаимосвязей между ними. Это позволяет рассматривать пространственную границу дома в рамках понятий: «граница-объект как оболочка», «граница-объект как объем» и «граница-объект как пространство».

Описанные приемы учитывают непосредственное влияние природно-климатических факторов на организацию структуры индивидуального жилого дома.

**Третий принцип** (функционального подобия), в соответствии с которым планировочные элементы объединяются в ячейки, выполняющие общую конкретную функцию. Систематизированы основные функции и процессы, которые могут иметь аналог в объемно-пространственной структуре жилого дома:

- физиологические процессы;
- экстактивно-трудовые процессы (аграрные, зоотехнические);
- рекреационно-восстановительные и культурно-досуговые процессы;
- хозяйственно-бытовые процессы.

Весь перечень процессов может быть систематизирован по принципу возможности или невозможности непосредственного взаимодействия. Это предопределяет принцип формирования планировочных элементов и их функционального взаимодействия друг с другом.

Предложено рассматривать четыре типа отношений между функционально-планировочными элементами:

#### 1. Тип взаимодействия:

- «проникание» определяет возможность осуществления непосредственных коммуникаций между элементами;
- «изоляция» характеризует наличие между изолированными пространствами общей границы, предполагающей потенциальную возможность коммуникации.

#### 2. Тип зависимости:

- «координация», или взаимная зависимость. Два или более функционально-планировочных элемента, находясь в составе одной группы, могут оказывать влияние на свойства друг друга. В качестве примера можно пред-

Таблица 1

Функциональные связи

ЖЕЛАТЕЛЬНЫЕ	<p>ГРУППА ПОМЕЩЕНИЙ ОБЩЕСЕМЕЙНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ</p> <p>ИНДИВИДУАЛЬНАЯ ГРУППА (ЛИЧНАЯ)</p> <p>КОММУНИКАЦИИ</p> <p>ОБЩЕСЕМЕЙНАЯ ГРУППА (КОЛЛЕКТИВНАЯ)</p>	
ВОЗМОЖНЫЕ	<p>ГРУППА ПОМЕЩЕНИЙ ОБЩЕСЕМЕЙНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ</p> <p>ИНДИВИДУАЛЬНАЯ ГРУППА (ЛИЧНАЯ)</p> <p>КОММУНИКАЦИИ</p> <p>ОБЩЕСЕМЕЙНАЯ ГРУППА (КОЛЛЕКТИВНАЯ)</p>	
НЕЖЕЛАТЕЛЬНЫЕ	<p>ГРУППА ПОМЕЩЕНИЙ ОБЩЕСЕМЕЙНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ</p> <p>ИНДИВИДУАЛЬНАЯ ГРУППА (ЛИЧНАЯ)</p> <p>КОММУНИКАЦИИ</p> <p>ОБЩЕСЕМЕЙНАЯ ГРУППА (КОЛЛЕКТИВНАЯ)</p>	

Таблица 2

ВХОДНЫЕ ПОМЕЩЕНИЯ		ПОМЕЩЕНИЯ ГАРАЖА		ПОМЕЩЕНИЯ ГОСТИНОЙ		ПОМЕЩЕНИЯ ПРИВАТНОЙ ЗОНЫ		ПОМЕЩЕНИЯ ДЕТСКОЙ		ПОМЕЩЕНИЯ ДЛЯ РАЗМЕЩЕНИЯ ГОСТЕЙ	
1	ТАМБУР-ШЛЮЗ	1	ВЪЕЗД МЕСТО ДЛЯ СТОЯНКИ АВТОМОБИЛЕЙ	1	ВЕСТИБУЛЬ	1	СПАЛЬНЯ ОБЩАЯ, СПАЛЬНЯ СУПРУГИ + СПАЛЬНЯ СУПРУГА (ВОЗМОЖНО РАЗДЕЛЕНИЕ)	1	СПАЛЬНЯЯ КОМНАТА (1 ИЛИ 2 РЕБЕНКА)	1	СПАЛЬНЯЯ КОМНАТА
2	ПРИХОЖАЯ	2	ВХОД, ТАМБУР	2	ГОСТИНАЯ КОМНАТА ОБЩАЯ КОМНАТА	2	ГАРДЕРОБНАЯ, ШКАФНАЯ	2	ИГРОВАЯ КОМНАТА	2	ОБЩАЯ КОМНАТА
3	САНУЗЕЛ	3	САНУЗЕЛ	3	КАМИННЫЙ ЗАЛ	3	ВАННАЯ КОМНАТА + САНУЗЕЛ, ДУШЕВАЯ	3	КОМНАТА ДЛЯ ХРАНЕНИЯ ИГРУШЕК, ПОДСОБНОЕ ПОМЕЩЕНИЕ	3	САНУЗЕЛ, ВАННАЯ КОМНАТА, ДУШЕВАЯ
4	ГАРДЕРОБ	4	ДУШ	4	КУРИТЕЛЬНАЯ, КОМНАТА МУЖЧИН	4	КАБИНЕТ	4	КОМНАТА няни	4	ГАРДЕРОБНАЯ
5	ПОДСОБНОЕ ПОМЕЩЕНИЕ	5	МАСТЕРСКАЯ, ПОМЕЩЕНИЕ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ ЗАПЧАСТЕЙ И ИНСТРУМЕНТОВ	5	САЛОН, КОМНАТА ЖЕНЩИН	5	БУДУАР	5	САНУЗЕЛ, ВАННАЯ КОМНАТА, ДУШЕВАЯ	5	ПОДСОБНОЕ ПОМЕЩЕНИЕ, КЛАДОВАЯ

ставить планировочную ситуацию, в которой существуют помещения, изменение свойств которых, например за-  
пираие определенных дверей и изменение этим формы  
связанности с другими помещениями, оказывает влия-  
ние на пространственные свойства других помещений;  
– «детерминация», или односторонняя зависимость. Один  
элемент меняет структурные свойства другого, остава-  
ясь при этом неизменным;  
– «констелляция», или взаимная независимость. Плани-  
ровочные элементы существуют независимо друг от друга, и  
изменение их свойств не отражается друг на друге. Напри-  
мер, в условиях решетчатой планировки города это  
пространства перекрестков, связанные друг с другом мно-  
говариантными маршрутами; исключение одного из них не  
влияет на изменение свойств связанности других.  
Учение о трех типах зависимости между элементами пла-  
на выражения было разработано в концепции Луи Ельмслева,

датского исследователя, основоположника глоссематики.  
Опираясь на выводы его работы, можно охарактеризовать ар-  
хитектурный феномен в двух его ипостасях: как некое множе-  
ство форм, которое может быть определено как «план выра-  
жения», и как некая определенным образом структурирован-  
ная функциональная активность, «вызвавшая» появление  
этих форм или имеющая место в них, которая может быть оха-  
рактеризована как «план содержания». Его концепция нам  
важна с точки зрения описания механизмов зависимости эле-  
ментов плана выражения и плана содержания.

3. По типу функциональной значимости функционально-  
планировочные элементы можно разделить на:  
– «одновалентные» – тупиковые непроходные простран-  
ства (ванная комната, кладовая, санузел и т. д.);  
– «двухвалентные и более» – проходные помещения или  
имеющие прямые и возможные связи с другими поме-  
щениями или группами [1].

Таблица 3

ПОМЕЩЕНИЯ АКТИВНОГО ОТДЫХА		ПОМЕЩЕНИЯ ПАССИВНОГО ОТДЫХА		ПОМЕЩЕНИЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ПИЩИ		ПОМЕЩЕНИЯ ПРИЕМА ПИЩИ		ТЕХНИЧЕСКИЕ ПОМЕЩЕНИЯ		ПОМЕЩЕНИЯ ОБСЛУЖИВАЮЩЕГО ПЕРСОНАЛА	
1	БАССЕЙН, ТРЕНАЖЕРНЫЙ ЗАЛ	1	БИБЛИОТЕКА, КИНОЗАЛ	1	КУХНЯ ГОРЯЧАЯ	1	ПОМЕЩЕНИЕ ДЛЯ ЗАВТРАКОВ	1	ТАМБУР-ШЛЮЗ, ВХОД	1	СПАЛЬНАЯ КОМНАТА, (БЛОК ИЗ 2-Х СПАЛЕН)
2	РАЗДЕВАЛКА	2	БИЛЬЯРДНАЯ	2	КУХНЯ ХОЛОДНАЯ, ДЛЯ ЗАВТРАКОВ, СЕРВИРОВОЧНАЯ	2	ОБЕДЕННЫЙ ЗАЛ	2	КОТЕЛЬНАЯ, ИНЖЕНЕРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ	2	ОБЩАЯ КОМНАТА С КУХНЕЙ, ТЕЛЕВИЗИОННАЯ
3	САМУЗЕЛ	3	БАР, ДЕГУСТАЦИОННАЯ КОМНАТА	3	ПОДСОБНОЕ ПОМЕЩЕНИЕ, КЛАДОВАЯ	3	САМУЗЕЛ, ВАННАЯ КОМНАТА, ДУШЕВАЯ	3	ПОДСОБНОЕ ПОМЕЩЕНИЕ, КЛАДОВАЯ	3	САМУЗЕЛ С ДУШЕВОЙ, ВАННАЯ КОМНАТА
4	ДУШЕВАЯ, ВАННАЯ КОМНАТА	4	САМУЗЕЛ	4	ХОЛОДИЛЬНАЯ КАМЕРА, ПОМЕЩЕНИЕ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ ПРОДУКТОВ	4	ПОМЕЩЕНИЕ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ ПОСУДЫ, КЛАДОВАЯ	4	ПОСТИРОЧНАЯ, ПЛАЖКА БЕЛЬЯ, СУШИЛКА	4	ГАРДЕРОБНАЯ
5	САУНА	5	ПОДСОБНОЕ ПОМЕЩЕНИЕ, КЛАДОВАЯ	5	САМУЗЕЛ (ПРЕДПОЛАГАЕТСЯ УСТРОЙСТВО ТАМБУРА)	5	БАР	5	САМУЗЕЛ, ВАННАЯ КОМНАТА, ДУШЕВАЯ	5	ПОДСОБНОЕ ПОМЕЩЕНИЕ, КЛАДОВАЯ
6	КОМНАТА ОТДЫХА										

4. По типу *доступности* возможно выделение двух видов организации связей между планировочными элементами:

- организация ближних связей, где учитывается необходимость максимально быстрого доступа между рассматриваемыми функционально-планировочными элементами;
- организация дальних связей, где связь и доступ между элементами должны быть удаленными или не быть вообще.

Выявленные принципы организации должны иметь соответствующее выражение в плановых проекциях [1].

На основе предложенной типологии могут быть выявлены комбинации взаимодействия планировочных групп элементов различных типов, которые определяют разнообразие форм структурной организации жилого дома.

Элементы планов жилых домов представлены в формальном виде и состоят из однородных (в нашем случае пря-

моугольных или квадратных) элементов и отражают структурные свойства реальных пространственных составляющих.

Используя выявленные принципы организации функционально-планировочных элементов, можно ускорить, а главное, рационализировать процесс проектирования индивидуального жилого дома. Проектировщик, используя таблицы вариантов планировочных элементов (табл. 2, табл. 3) с учетом основных принципов их взаимосвязи, может создать логичную проектную схему, наиболее полным образом отвечающую заранее заданным условиям.

#### Список литературы

1. Шубенков М.В. Структурные закономерности архитектурного формообразования. М.: Изд. Архитектура-С. 2006. С. 55–56; 165–174.
2. Нойферт Э. Строительное проектирование. М.: Стройиздат, 1991. 391 с.

УДК 725

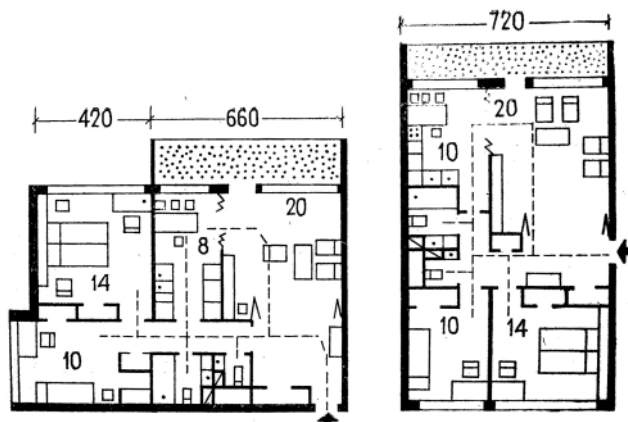
*А.В. МЕРЕНКОВ, канд. архитектуры, К.Н. ГРЕБЕНЩИКОВ, архитектор,  
Уральская государственная архитектурно-художественная академия (Екатеринбург)*

## Сравнительный анализ планировочных решений зарубежного и отечественного жилища

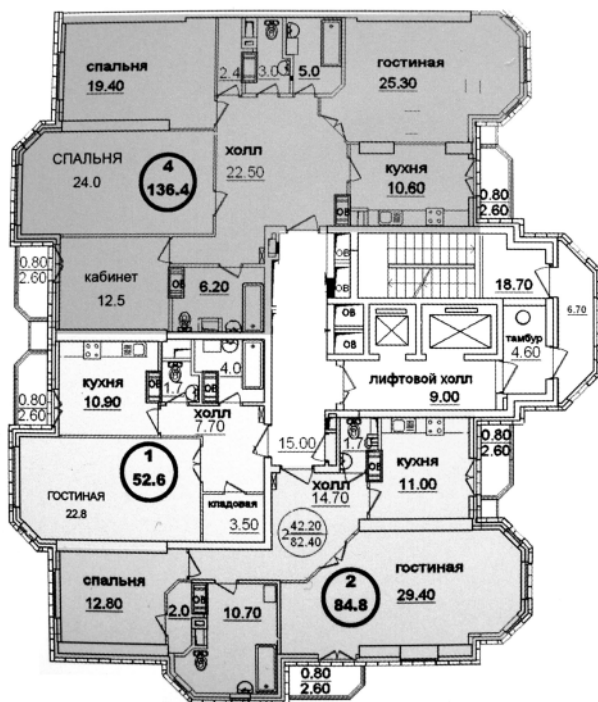
*В статье анализируются архитектурно-планировочные решения массового отечественного и зарубежного жилища. Выявлены их основные общие черты и различия.*

Формирование научно обоснованных представлений о направленности развития архитектуры жилища в современной России невозможно представить без сравнительного анализа отечественного и зарубежного опыта. Необходимо отметить, что многое из того лучшего, чем характеризовались разработки советских ученых, и прежде всего, ЦНИИЭП жилища, создано и нашло воплощение в экспериментальных и типовых проектах, особенно последнего поколения. В конкурсных проектах жилых зданий, предназначенных для массового строительства, выполненных в 70-е и 80-е гг. XX в. и рассчитанных на перспективу, то есть на конец XX – начало XXI в., были воплощены принципы проектирования массового жилища, которые сохраняют актуальность и в настоящее время. К числу основных принципов, утвердившихся в практике экспериментального и типового проектирования, относится принцип функционального зонирования квартир на общесемейную (коллективную) и индивидуальную зоны. При этом обязательным становится требование обеспечения независимости функционирования каждой из зон. Наиболее последовательное воплощение этот принцип нашел при проектировании и строительстве московского жилого комплекса в районе Северного Чертанова (рис. 1). В 90-е гг. XX в. системные разработки в области проектирования жилища были почти прекращены. Во всяком случае, проектирование массового жилища вышло из-под контроля научных организаций. Наступил период стихийного и во многом «самодельного» проектирования. Одновременно с этим были разрушены социальные институты, гарантирующие предоставление гражданам страны жилища в индивидуальное пользование на

условиях аренды. Вместо этого стали формироваться структуры, производящие жилище на продажу. При этом в силу ряда причин реальную возможность приобрести в собственность вновь построенное жилище и жилище вторичного рынка получили немногие граждане. Эти обстоятельства отразились и на проектно-строительном комплексе. Для последнего стали характерны такие черты, как отсутствие четких представлений о том, какое жилище следует отнести к тому или иному классу или категории, какими базовыми характеристиками должны обладать жилища того или иного класса. Следствием этого стало повсеместное позиционирование жилища с более низкими потребительскими свойствами в качестве жилища высших классов. При этом чаще всего ключевыми достоинствами предлагаемых решений являются увеличенные площади квартир в целом и их отдельных помещений. Сами же квартиры зачастую проектируются без должного выполнения требований по зонированию и взаимосвязи помещений и при позиционировании жилища в разряде бизнес-класса порой уступают по степени удобства массовому жилищу, представленному



**Рис. 1.** Квартиры в экспериментальном жилом комплексе в районе Северного Чертанова (Москва). Разработка ЦНИИЭП жилища, 1980-е гг.



**Рис. 2.** Квартиры жилого комплекса бизнес-класса «Доминанта» (Москва)



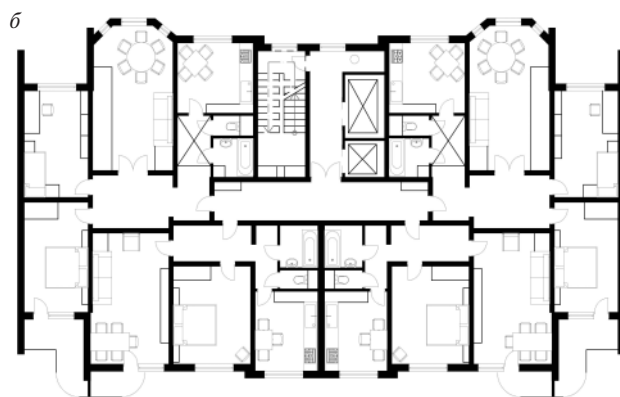


Рис. 3. Панельный жилой дом серии ПЗМ (Москва): а – общий вид, б – план

в типовых и экспериментальных проектах конца 70-х – начала 80-х гг. Так, например, в комплексе «Доминанта» (рис. 2) представлена секция с квартирами, отнесенными к категории бизнес-класса, где в одной из квартир нарушена чистота принципа функционального зонирования, родительская спальня лишена гардеробных комнат и отдельного санитарного узла, включенного в ее состав, что является необходимым требованием к жилищу такого класса. В категории так называемого доступного и социального жилища качество проектных разработок, как правило, значительно ниже уровня тридцатилетней давности. К тому же архитектурно-художественная выразительность современного доступного жилища (его еще именуют жилищем эконом-класса) не выше, чем у его аналогов, предназначенных для массового строительства в 80-е гг. прошлого века, в то время как качество планировочных решений значительно ниже. Продвижению подобных решений на рынок способствуют особенности советской и современной российской ментальности, и прежде всего прочно привитые низкие требования к архитектуре зданий у государственных управленцев, в ряду приоритетов которых на первом плане количество, а не качество. Благоприятным фоном этому продвижению служит также сформировавшийся у большинства граждан России массовый пространственный голод после проживания в маленьких квартирах, что накладывает отпечаток на проектирование любого, и прежде всего элитного жилища.

Особого внимания требует социальное жилище. В современной России не создано сколько-нибудь действенного механизма, обеспечивающего эффективную работу государственных служб, призванных заниматься стратегией экономического, материально-технического, проектного и строительного обеспечения производства социального жилища. Качество проектных решений данной категории жилища вызывает наибольшие нарекания (рис. 3). В связи с этим возникает настоятельная необходимость определиться с тем минимальным набором качеств, которым должно обладать социальное жилище. Необходимо утвердиться в том, что его уровень не только не должен быть ниже того, каким обладали жилые дома массового строительства в 80-е гг., но с учетом прогресса, достигнутого за последние годы, в определенной степени превышать его. Именно с этой целью следует обратиться к современному зарубежному опыту проектирования социального жилища (рис. 4).

Главной особенностью жилища социального типа за рубежом является комфортность проживания, сравнимая с жилищем других классов. Помимо макроэкономических па-

раметров, влияющих на комфортность социального жилища, одна из главных причин внимательного отношения государства к социальному жилищу как ключевому элементу решения жилищной проблемы заключается в юридических аспектах. Жилище социального типа предоставляется государством на небольшой срок, государственные социальные программы компенсируют большую часть затрат на обслуживание. Социальное жилье не переходит в собственность жильцов, в результате жилище такого типа воспринимается жильцами как временное. Это становится мощным соци-

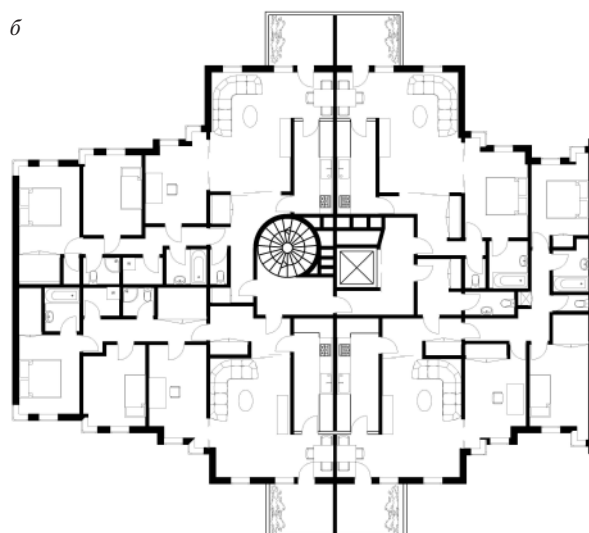


Рис. 4. Социальный жилой дом, архитектор Генри Цириани (Франция, Мари-ла-Валли): а – общий вид, б – план

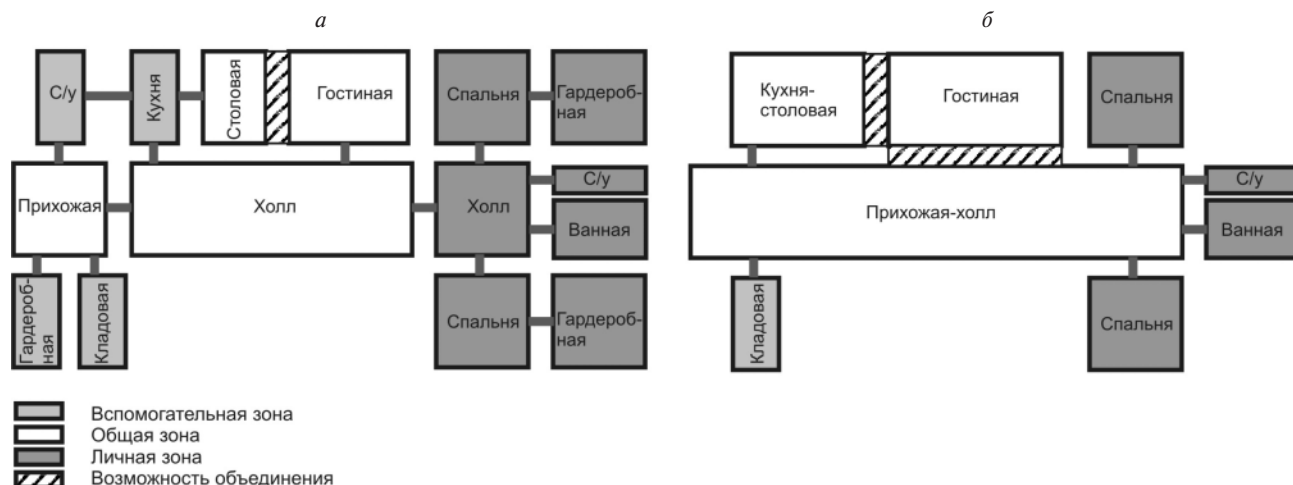


Рис. 5. Типичные функциональные схемы массового жилища: а – зарубежного, б – российского

альным стимулом для людей, которые стремятся обзавестись постоянным комфортным жильем. Социальное жилище предназначено для того, чтобы семья, испытывая временные трудности, смогла быстро восстановить или развить оптимальный финансовый уровень и социальный статус, не обременяя себя дополнительными проблемами. После этого она переезжает в арендованное или купленное жилье. Причем жилье в собственность могут позволить себе только богатые люди, то есть не более 10% населения. В результате у государства имеется постоянный жилищный фонд для решения проблем с предоставлением жилья малоимущим. Исходя из вышесказанного у государства существует возможность строить жилье высокой комфортности для малоимущих граждан. Российская действительность в настоящее время такова, что при низком уровне доходов основной массы населения большая часть граждан стремится обладать собственным жильем. Государству невыгодно строить комфортное жилье для малоимущих граждан. Уровень жилья, выставяемого на продажу в качестве доступного, остается весьма низким, в то время как цены на него неоправданно высокими. В целом в результате непродуманной и нерешительной экономической и жилищной политики жилищные программы, провозглашенные в России, не достигают поставленных целей.

Возвращаясь к иностранному опыту, важно отметить равное качество архитектурных решений не только в элитарном жилище, но и социальном. По уровню архитектурной выразительности такие дома могут практически не различаться. Над социальным жильем за рубежом работают известные архитекторы, каждый дом выполняется по индивидуальному проекту. От типового проектирования развитые страны отказались после неудачного опыта строительства панельных типовых домов. Районы, застроенные такими домами, превращались в гетто, что не способствовало выполнению государством социальных задач. В настоящее время зарубежными государствами проводится политика интеграции социального жилья в другие классы жилища. В России безымянные типовые проекты являются основой для массового строительства. Немного отличающееся от них жилье почти автоматически попадает в ранг жилища бизнес-класса или элитного.

Комфорт проживания в многоквартирных домах, в том числе массового строительства, архитекторы зарубежных стран максимально пытаются приблизить к комфорту про-

живания в односемейных домах. В ряде случаев это выражается в увеличении состава помещений и в использовании вертикального зонирования многоуровневых квартир с разделением на общую и личную зоны. Двухуровневые квартиры часто встречаются даже в социальном жилище. Широко используются приемы оснащения жилых ячеек многоквартирных жилых домов развитыми террасами или лоджиями, которые компенсируют отрыв квартир от земли, выполняя функции небольших озелененных дворовиков.

Глубокий анализ зарубежного опыта убеждает в том, что базовые характеристики прогрессивного зарубежного жилища и планировочные решения, протестированные в лучших конкурсных и экспериментальных проектах ЦНИИЭП жилища, в основе совпадают. Эта основа – четкое следование принципу функционального зонирования. Вместе с тем планировочная структура большинства квартир за рубежом более развита по сравнению с современными российскими квартирами аналогичного класса. Наблюдается более четкая дифференциация зон и пространств (рис. 5). Прихожая отделена от холла-распределителя. Гостиная и кухня, как правило, отделены друг от друга перегородками и сообщаются через дверь или через холл. Встречаются планировки с объединенными помещениями гостиной и столовой. При наибольшей площади квартиры гостиная делится на несколько взаимосвязанных функциональных зон – зону общения, видеозону, зону для работы, занятий и т. п. В больших квартирах (от 120 м<sup>2</sup>) происходит выделение этих зон в отдельные помещения. Кухня всегда отделена от общего пространства квартиры. Рядом с кухней в отдельном помещении или в пространстве гостиной-столовой размещается комната или место для завтраков. Обеденная зона для приема гостей размещается в столовой, причем наличие столовой в квартирах – обязательное условие. Обязателен гостевой санузел при кухне или в прихожей. Хозяйственное помещение также располагается вблизи прихожей или кухни. Вход в личную зону осуществляется через систему холлов, включающую парадный и служебный холлы. Из служебного холла осуществляется вход в спальню, ванную и пр. В квартирах бизнес-класса родительские спальни оборудуются гардеробными для супругов, через которые можно пройти в супружескую ванную. В элитных квартирах предусматривается отдельная ванная для каждого из супругов, и, кроме того, отдельные санузлы и гардеробные при каждой из спален. В элитных квартирах предусматриваются также гостевые спальни и помещения для прислуги.

Планировки российских квартир во многом обусловлены технологией строительства и менталитетом граждан. Квартиры в каркасных зданиях и с продольной несущей схемой зачастую имеют одно общее помещение – прихожая-холл-кухня-столовая-гостиная. Объединение разных функциональных зон в одном помещении, как известно, имеет множество бытовых недостатков, но в современных планировочных решениях прослеживается неоправданное стремление все объединить. Панельные дома, где функциональному разделению способствуют конструктивные особенности, подвергаются перепланировкам со стороны жильцов путем объединения кухни с гостиной. Чаще объединение происходит посредством устройства проема на максимально возможную ширину, т. е. происходит полная диффузия двух разных функциональных зон. Разделение этих пространств происходит только в элитном жилище. Важной особенностью российских планировочных решений можно считать делегирование разнообразных функций кухне, в результате чего она приобретает большие, чем это необходимо, размеры. Чаще всего кухня объединяется со столовой, является местом общения с гостями, курительной и т. д. Гостевой санузел при кухне устраивается только в квартирах с площадью более 100 м<sup>2</sup>. Хозяйственные помещения отсутствуют или имеется одна кладовая-гардеробная в прихожей. Вход в общесемейные и индивидуальные помещения происходит через единый холл-прихожую. В результате отсутствия развитой системы кладовых и хозяйственных помещений летние помещения используются не по прямому назначению, а как кладовые. Это обстоятельство также можно объяснить плохой экологической обстановкой в России.

Сравнительный анализ российского и зарубежного опыта проектирования и строительства жилых домов, в особенности предназначенных для массового строительства, позволяет сделать ряд выводов:

1. Российскими учеными в советский период на основе изучения отечественного и зарубежного опыта проектирования жилища сформулированы базовые принципы проектирования массового жилища высокого уровня комфортности.
2. Современная зарубежная практика проектирования и строительства массового и элитарного жилища подтверждает значение и актуальность сформированных ранее российскими учеными представлений о принципах, средствах и приемах обеспечения качества проектных решений.
3. Незнание, пренебрежение и отход от базовых положений российской школы проектирования жилища, сформулированных в трудах ЦНИИЭП жилища и других ведущих НИИ, приводит к значительному снижению качества проектных решений всех категорий жилищ.
4. Необходимо проведение глубоких исследований, направленных на определение базовых характеристик жилищ различных категорий по множеству параметров и, прежде всего по планировочным характеристикам квартир, с целью создания научно обоснованной классификации современного российского жилища по степени комфортности.
5. Первоочередными задачами в области проектирования жилых ячеек социального и доступного жилища необходимо считать задачи обеспечения достойного уровня комфортности, не ниже предусмотренного для массового строительства на текущий период еще в экспериментальных проектах и постройках ЦНИИЭП жилища 80-х гг. XX в.
6. В области разработки конструктивных и технологических решений в первую очередь необходимо разработать системы, позволяющие обеспечивать вариативность планировочных решений в процессе проектирования, их замену и адаптацию к изменяющимся требованиям в процессе эксплуатации.
7. В области формирования архитектурно-художественной и экологической составляющих жилой среды комплексов массовой жилой застройки необходимо прежде всего внедрять принципы персонифицированной разработки локальных жилых образований на основе среднего подхода и активного включения природных компонентов в структуру жилища.

## Специальная литература

### Реставрация памятников истории и искусства в России в XIX–XX веках. История, проблемы

*Под редакцией Лифшица Л.И., Трезлова А.В. М.: Академический проект. 604 с.*

В учебном пособии обобщен и изложен комплекс материалов по реставрации памятников истории и искусства в России в XIX–XX вв. Представлены материалы о конкретных личностях, сыгравших роль в развитии реставрации, о реставрационных процессах на выдающихся памятниках архитектуры, древнерусского искусства, станковой масляной живописи, о проблемах, стоящих перед реставрационной отраслью вообще, и в случае реставрации конкретных памятников или их групп в частности. Задачей пособия является формирование у студентов прочных знаний по эволюции отечественной реставрационной отрасли, истории формирования теоретических аспектов реставрационной науки.

### Тихонов И.Н. Армирование элементов монолитных железобетонных зданий

*М.: ЦПП. 170 с.*

В пособии предлагается методика расчета зданий на аварийные нагрузки и рекомендации по их проектированию с учетом предотвращения прогрессирующего обрушения. В приложениях к пособию приводятся конструктивные требования к армированию основных элементов зданий из монолитного железобетона и примеры конструирования армирования этих элементов в реальных проектах. Материалы пособия могут быть использованы как в практическом проектировании, так и в учебном процессе по строительным специальностям.

### Кружков Н. Высотные здания в Москве. Факты из истории проектирования и строительства. 1947–1956

*Самара: Агни. 156 с.*

В книге содержатся материалы об истории проектирования и строительства ансамбля легендарных высотных зданий в Москве, осуществленного в конце 40-х – начале 50-х гг. XX столетия. Кратко описаны основные эпизоды истории создания высотных зданий, начиная от момента возникновения идеи и заканчивая ее воплощением. Книгу следует рассматривать как обобщающую работу, открывающую серию историко-архитектурных и историко-эстетических исследований, задуманных автором к изданию в будущем. Книга рассчитана на широкий круг читателей, интересующихся различными аспектами советской истории.

УДК 725

*Гаттас Набил Кайд, архитектор, В.М. Шувалов, канд. архитектуры,  
Московский архитектурный институт (государственная академия)*

## Формирование архитектуры малоэтажной жилой застройки в городах Ливана

*Основы архитектурно-художественных и конструктивных форм, выработанных в течение столетий племенами и народностями, заселявшими территорию современного Ливана, были восприняты и получили развитие в традиционном ливанском жилище. В статье рассмотрены генезис и развитие форм малоэтажной жилой застройки в городах Ливана.*

Города Ливана имеют богатое историческое прошлое. Здесь можно встретить руины поселений, основанные еще древними финикийцами и римлянами. Центры этих городов, опоясанные укреплениями, включали старинные кварталы, прекрасные по архитектуре храмы, мечети, церкви и сады. Старые дома кубической формы сообщались один с другим, образуя единые массивы жилищ. Многонациональное население жило разобщенно. Каждая социальная и национальная группа селилась в обособленных кварталах, не смешиваясь с группами других прослоек. До сих пор территории древних городов четко делятся на различные функциональные части, обусловленные феодальным прошлым.

Архитектура малоэтажной жилой застройки Ливана занимает особое место в истории мирового зодчества. Как живой и гибкий организм жилище постоянно видоизменяется сообразно с жизнью семьи: пристраиваются одни помещения, отмирают и разрушаются другие. Все части дома по мере сил и средств совершенствуются и украшаются. Веками накапливается в народном строительстве опыт, как защитить жилище от нежелательных климатических воздействий, сделать его удобным и уютным. Жилище несет ясный отпечаток социального положения обитателей, их бытового уклада и эстетических взглядов.

В результате изучения всех ландшафтно-климатических условий Ливана, который находится в субтропической зоне, можно выделить две строительно-климатические зоны для определения оптимальных строительных и архитектурно-планировочных решений городской малоэтажной жилой застройки: I строительно-климатическая зона, занимающая прибрежную поло-

су Средиземного моря и западные склоны хребта Джебель-Любнан и характеризующаяся повышенной влажностью, в свою очередь, подразделяется на три подзоны – прибрежную, нагорную, высокогорную. II строительно-климатическая зона включает восточные склоны хребта Джебель-Любнан, высокогорную долину Бекаа и западные склоны хребтов Джебель-эш-Шарки и Джебель-эш-Шейх, для которых нередки заморозки и большой перепад температуры.

В прибрежной полосе жилая городская застройка относительно свободная, так как дома здесь в большинстве своем двух- или трехэтажные, имеющие четыре фасада, отстоят друг от друга на значительном расстоянии. Такое положение домов способствует свободному движению воздушных потоков в дневное время со стороны моря, а в ночное – нисходящих бризов. Наиболее ярко эта особенность выражена на западном склоне Джебель-Любнана. Расположение домов и структура их жилых помещений обуславливается не только климатическими факторами, но и сложным рельефом местности. Площадь нижнего этажа, выполняющего хозяйственные функции, зависит от рельефа участка. Общим для всех домов, имеющих в основном кубическую форму, является ориентировка главного фасада на море – к господствующим ветрам западного направления. Главный вход устраивается со стороны горного склона – с востока.

Во впадине Бекаа, относящейся к этой зоне, преобладает ковровая блокировочная застройка. Здесь жилые дома в основном одноэтажные и имеют общие стены, что способствует уменьшению воздействия солнечных лучей. Такое расположение домов создает внутренние замкнутые озеле-

ненные дворики, дающие благоприятную прохладу.

Аллювиальные формации в долине Бекаа в глубине страны обусловили строительство глинобитного жилища, а наличие каменистой почвы в остальной части Ливана – каменного жилища.

В прибрежной полосе в качестве строительного материала применялся песчаник, на западных склонах Джебель-Любнана – известняк, а на севере страны, где когда-то происходили вулканические извержения, – базальт.

Малоэтажная жилая застройка Ливана отличается функциональностью, соответствующей природно-климатическим условиям. В прибрежной зоне суточный перепад температуры наружного воздуха невелик, зато процент относительной влажности воздуха высок. Таким образом, эффект скорости движения воздуха во внутриквартирном пространстве может обеспечиваться только при круглосуточном сквозном проветривании. Примером такой планировки могут быть дома, построенные по схеме «лиуана». «Лиуан» – сокращенное эль-лиуан, арабизированное значение персидского слова «иуан», что означает «открытая комната», или «центральный холл». В этой схеме существует главное, осевое, сквозное на всю ширину здания, общее жилое помещение. В остальных комнатах, если они не имеют прямой линии проветривания, используют для проветривания отверстия в перегородках.

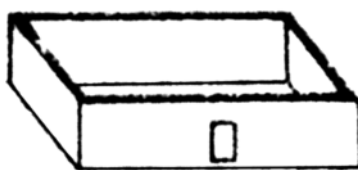
Традиционные схемы типовых жилых домов на территории Ливана показывают, что религиозно-общинный характер в жилищном строительстве не выражен, так как сложные жилищные условия, характерные для Ливана, одинаковы для всех религиозных общин. При этом не только индивидуальные жилые дома, но и все постройки отличаются

ся одинаково высоким уровнем как в проектировании, так и в качестве строительства. Сопоставляя для примера жилые дома в Каире, можно отметить различные планировки домов с зигзагообразным сложным расположением коридоров, с внутренними дворами, с расположением «саламалик» (мужские и гостевые помещения) на первом этаже и «харим» (женские помещения) на втором, с забранными мелкой решеткой окнами. Для традиционного жилища Багдада характерны те же широкие внутренние дворы, отсутствие прямого потока воздуха, то же отъединение от внешнего мира. В Ливане жилище более открыто окружающему миру, чему способствовал незамкнутый образ жизни населения, превращая в единое пространство жилые помещения и открытые площадки вблизи домов.

Традиционное ливанское жилище классифицируется по четырем основным типам, анализ которых позволяет выявить его положительные и отрицательные стороны. В XIX в. два из этих типов (народное жилище с «лиуаном» и центральным холлом) в практическом отношении оказались наиболее жизнеспособными. На их основе образовался самостоятельный тип – «ливанский дом», планировочную структуру которого можно рекомендовать как композиционную основу современной малоэтажной жилой застройки города для всей территории страны.

**Жилище с прямоугольным замкнутым планом.** Этот простейший вид жилища, дошедший до наших дней, с плоской земляной крышей представляет собой простое квадратное или прямоугольное помещение – «байт», с низкой дверью – «баб», вентиляционным отверстием под потолком «такаа» и одним или двумя маленькими окнами – «шуббак». Эти особенности позволяют назвать данный тип замкнутым.

Постепенно жилище увеличивалось по площади, что способствовало совершенствованию конструктивных решений. Площадь простейшего из рассматриваемых жилищ (20 м<sup>2</sup>) помещения ограничивалось длиной деревянных балок (4–5 м), опирающихся на несущие наружные стены. Пол в жилищах этого типа всегда имеет два уровня. Площадка перед входом с высоким порогом около 20 см – «берташ» расположена на том же уровне, что и отметка наружного грунта. Это место используется как хозяйственная



Жилище с замкнутым планом



Жилище с внешней галереей



Жилище с «лиуаном»



Жилище с центральным холлом

*Основные объемно-планировочные схемы малоэтажной жилой застройки в городах Ливана*

зона – «мадура», где складываются орудия труда и обувь. Остальная площадь жилища приподнята на 20–75 см и образует чистую платформу – «мастаба», где протекает сама жизнь (общение, прием пищи, отдых). Наружные несущие стены толщиной 50–100 см вмещают в себя в некоторых местах ниши для постельных принадлежностей и домашней утвари.

При возникновении потребности в большей площади (увеличение количества членов семьи, а также необходимость укрыть скот) вводятся средние несущие опоры, в качестве которых на первых этапах использовали деревянные столбы на каменной подушке (защита от сырости). Позже столбы выкладывали из отесанного камня. Система столбов переводит внутреннее пространство из свободного в квадратные или прямоугольные ячейки – единицы («айн»). Такие решения позволили образовать жилище довольно большой площади – около 90 м<sup>2</sup>, где 1/3 помещения служит местом содержания скота – «истабл» и хранилищем корма – «матбан», остальные 2/3, приподнятые на 70 см, предназначены для проживания людей и животных под одной крышей, что позволяло использовать тепло от домашних животных в холодное время года. Внешнее затенение пространства непосредственно перед жилищем играет также важную роль в жизнедеятельности семьи, особенно в летний период.

Совершенствование в мастерстве обработки камня привело к созданию более четких форм жилища – к прямолинейности углов и граней дома, к усложнению внутренних несущих опор, к новым системам средних опор. Столбы, уже довольно изящные, заме-

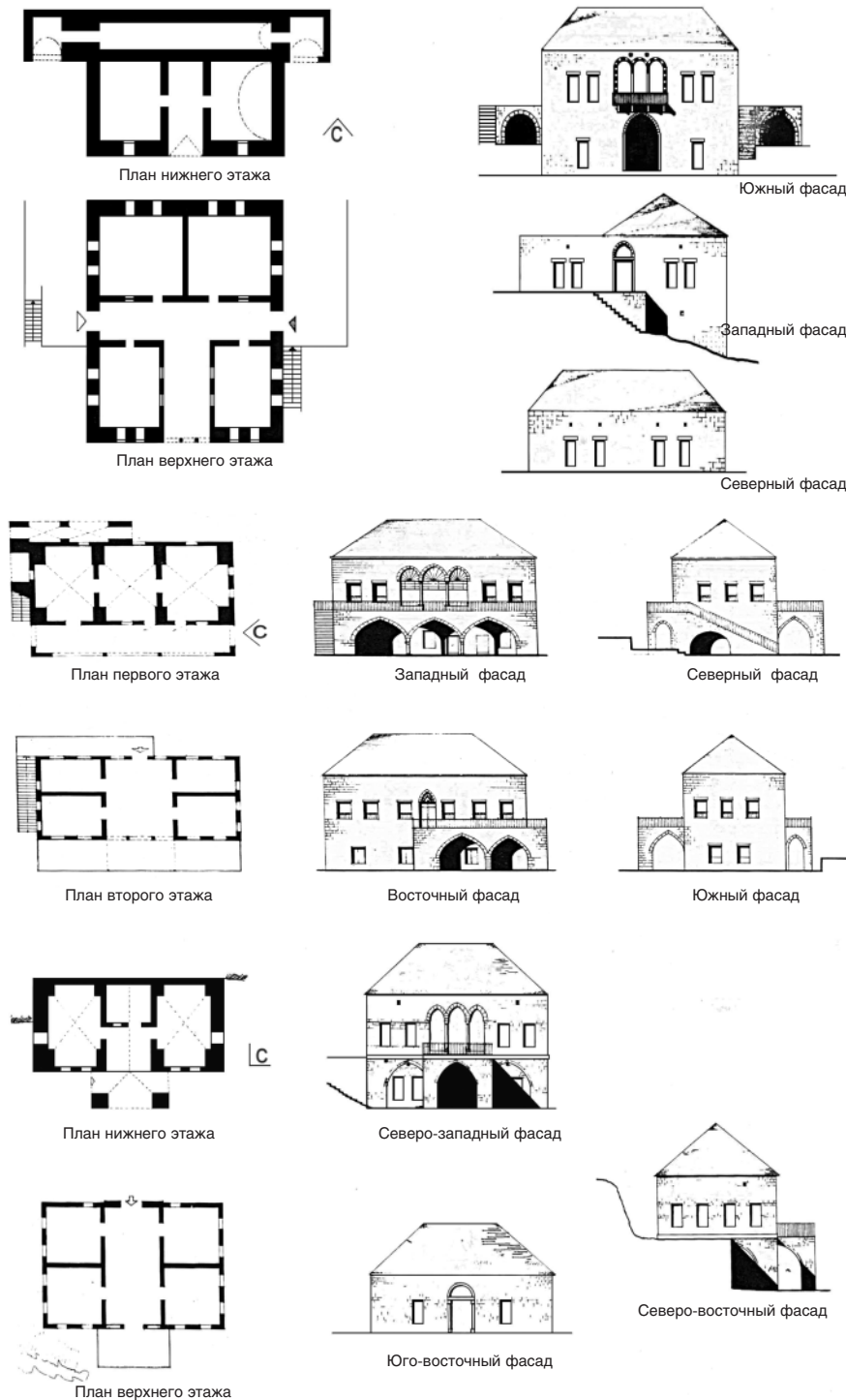
няются пластичной арочной анфиладой – «халб кнатер». Мастерство каменщиков позволяет перекрыть весь пролет от стены до стены сплошным арочным сводом. Конструктивная система дома вытекает из сложной перекрестно-сводчатой структуры, создавая своеобразный интерьер. Такая схема использовалась в двухэтажных строениях, где четко по вертикали разделялась функция помещений – хозяйственные на первом, а жилые на втором этаже. Связь между ними осуществлялась по наружной лестнице.

На территории Ливана жилище с замкнутым планом встречается в основном в долине Бекаа (II зона), где за счет блокировки жилищ образуются общие замкнутые дворы. Такой тип жилища был характерен для дворцовой архитектуры феодального периода.

**Жилище с внешней галереей.** Галерея «рицаах» – это открытое внешнее пространство, несущая конструкция которого состоит из тонких колонн, завершающихся арками, число их неограничено.

Функционально галереи делятся на два вида: а) защитная галерея (навес), обычно встречается в дворцовой архитектуре; б) коммуникационная, наиболее характерна для традиционного жилища. Галерея в этом типе жилища увеличивает внутриквартирную площадь. В городской застройке галерея устраивалась на втором этаже.

По разнообразию художественных приемов галерея занимала один, два и даже три фасада. Иногда галерея полностью опоясывает дом. Она может занимать только часть фасада или быть центральной частью главного фасада, может достаточно расширяться, чтобы образовать открытую общую комнату.



*Некоторые примеры традиционной малоэтажной жилой застройки в городах Ливана*

**Жилище с «лиуаном».** Простая планировочная схема жилища основана на центральном сквозном помещении – «лиуане», открытом полностью с одной стороны и окантованном аркой, а с другой – с низкой дверью в случае, когда к заднему торцу дома пристраивается хозяйственная часть. К «лиуану» с двух сторон примыкает по комнате, которые связаны с ним входами. Эта организация жилища с меж-

комнатным открытым пространством вытекает из образа палатки кочевников, имеющей три закрытые стороны. Средняя часть самая высокая, является общим местом в шатре. Боковые части завешиваются по потребностям образа жизни обитателей. Жилище с «лиуаном» в большей степени использовалось в дворцовой архитектуре, где объединялось три или четыре элемента. Они образовали по мере количест-

ва Т-и П-образный план или квадрат вокруг внутреннего двора.

**Жилище с центральным холлом.** Окончательный вариант этого типа жилища сформировался намного позднее остальных – в XVII в. Эта схема была выявлена во время раскопок поселений римлян, проведенных в городе Библос (Джубейль) на берегу моря, так же как и схема римского жилого дома типа «atrium testulinatum» следы которого найдены археологами в городе Баальбек.

Этот тип жилища является самым распространенным на территории Ливана, особенно в приморской части. В соседних странах, таких как Сирия, Палестина, Ирак, Иордания, а также в остальных арабских странах Ближнего Востока, этот тип дома не встречается. Жилые комнаты в нем располагаются по обеим сторонам центрального холла, что напоминает тип жилища с «лиуаном». Это общее жилое помещение выполняет роль главного звена и осевого элемента в структуре дома. Оно сквозное и освещается с двух торцов. У одного из торцов на втором этаже устраивают балкон с проемами в виде трех вытянутых стройных арок. С противоположного торца находится либо вход, либо два вытянутых прямоугольных окна.

Проведенные исследования включили изучение и научное обобщение практики проектирования, строительства и эксплуатации малоэтажной жилой застройки, натурное обследование ряда эксплуатируемых зданий в пригородах Бейрута, Тира, Баальбека. Проектно-экспериментальные проработки новых архитектурных решений позволили сформулировать ряд выводов и предложений по формированию оптимальных архитектурных решений малоэтажной жилой застройки (МЖЗ) в городах Ливана.

Главной тенденцией в настоящее время и на видимую перспективу является неуклонное расширение практики, включение основных традиционных объемно-планировочных схем, отработанных на протяжении веков, в структуру МЖЗ. В основном это атриумные схемы со сквозным или диагональным проветриванием. При изучении современного состояния малоэтажной жилой застройки городов Ливана выявлен ряд недостатков в существующих планировках жилых домов, связанных с процессом европеизации жилища, который не учитывает ни ландшафтно-климатических условий, ни национально-бытовых традиций страны.

УДК 69.022

М.К. ИЩУК, канд. техн. наук, зам. директора  
ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко (Москва)

## Требования к многослойным стенам с гибкими связями

Представлены требования к различным элементам многослойных стен с наружным слоем из кирпича – гибким связям и их расположению в стене; внешнему и внутреннему слоям стены; устройству горизонтальных и вертикальных деформационных швов, а также слою утеплителя. Показано, что при соблюдении этих требований многослойные стены вполне надежны и долговечны.

В настоящее время перспективными являются стены, в которых наружный слой выполняется из кладки толщиной в полкирпича, внутренний – из ячеисто-бетонных или легкобетонных камней толщиной 0,2–0,4 м. Между слоями кладки помещается утеплитель (пенополистирол, пенополиуретан, жесткие минераловатные плиты и т. п.) с коэффициентом теплопроводности 0,025–0,06 Вт/(м·°С). Утеплитель между слоями кладки может не устанавливаться, если сопротивление теплопередаче обеспечивается за счет применения камней или блоков из эффективных с точки зрения теплотехники материалов.

Кроме того, могут применяться керамические или бетонные камни с крупными пустотами. Заполнение пустот может осуществляться эффективным заливочным или засыпным утеплителем. Представляет интерес применение крупноразмерных керамических камней с большим количеством

некрупных пустот (пустотностью до 50%) из поризованной керамики [1–7].

### Требования по устройству гибких связей

Материалом для гибких связей может служить нержавеющая сталь, сталь с антикоррозионным покрытием (цинк, эпоксидная смола и др.), композитные материалы (на основе базальтового, углеводородного и др. волокон). Связи могут выполняться отдельно расположенными или объединенными горизонтальными сетками или продольными стержнями (рис. 1, 2). При несовпадении горизонтальных швов наружного и внутреннего слоев применяются регулируемые связи (рис. 3). Связи могут быть ненапрягаемыми и предварительно напряженными. Регулируемые связи выполняются, как правило, двухзвеньевыми (рис. 4).

Расстояние между связями зависит от материала кладки каждого из слоев;

расстояния между слоями; расстояния между вертикальными и горизонтальными деформационными швами в наружном (лицевом) слое кладки; расстояния между вертикальными и горизонтальными конструкциями, на которые опирается стена (перекрытия, колонны и т. п.); способ опирания стены; температурно-влажностных воздействий; материала и конструкции связи; участка стены; отсутствия или наличия в стене проемов; ветровых нагрузок и ряда других факторов.

При назначении расстояния между связями следует исходить из расчета многослойной стены на приложенные к ней нагрузки и воздействия, в первую очередь температурно-влажностные.

На растяжение прочность связи и узла ее анкеровки проверяется с учетом коэффициентов условий работы:

$m_1$  – коэффициент условий работы кладки лицевого слоя, принимаемый равным 1 при расстоянии между горизонтальными температурными

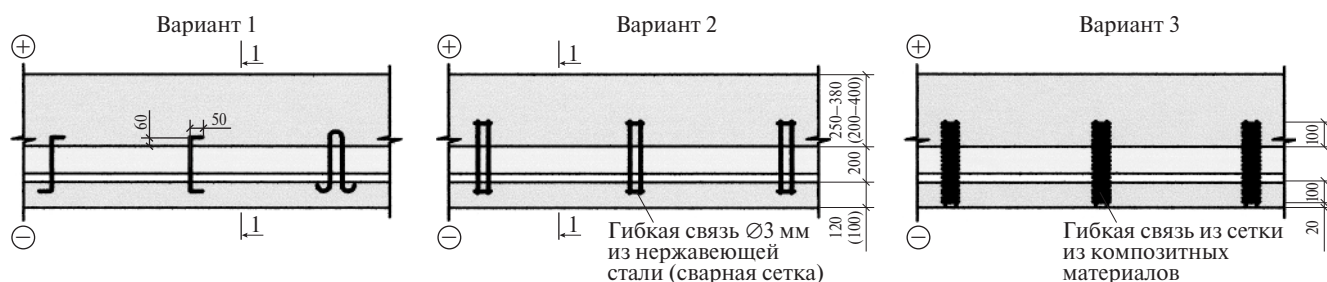


Рис. 1. Схема установки одиночных нерегулируемых гибких связей с анкеровкой в горизонтальных растворных швах

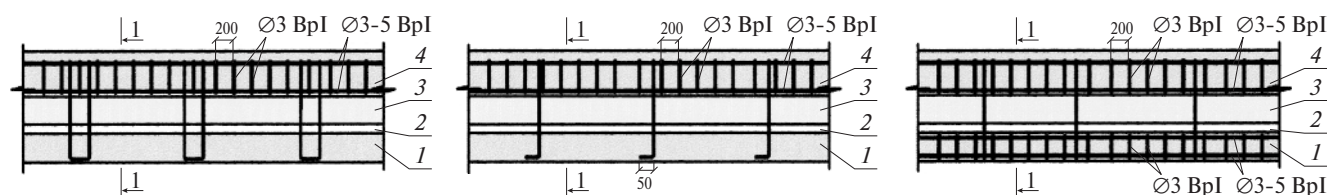


Рис. 2. Схема установки нерегулируемых связей с анкеровкой к сетке: 1 – наружный слой кладки; 2 – воздушная прослойка; 3 – утеплитель; 4 – внутренний слой кладки

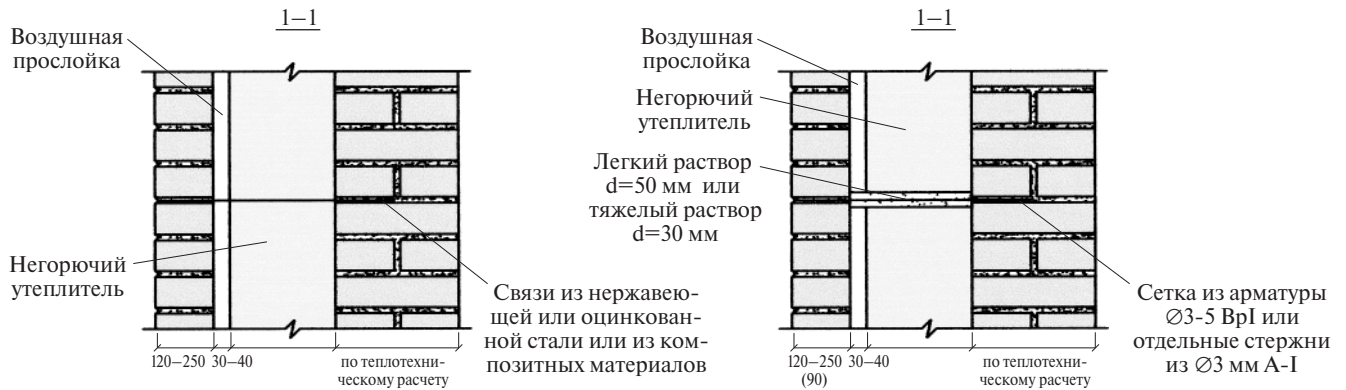


Рис. 3. Схема установки нерегулируемых гибких связей. Сечение 1-1 по рис. 2: а – с негорючим утеплителем и связями из нержавеющей или оцинкованной стали или из композитных материалов; б – с обычным утеплителем и связями из нержавеющей или оцинкованной стали или из композитных материалов

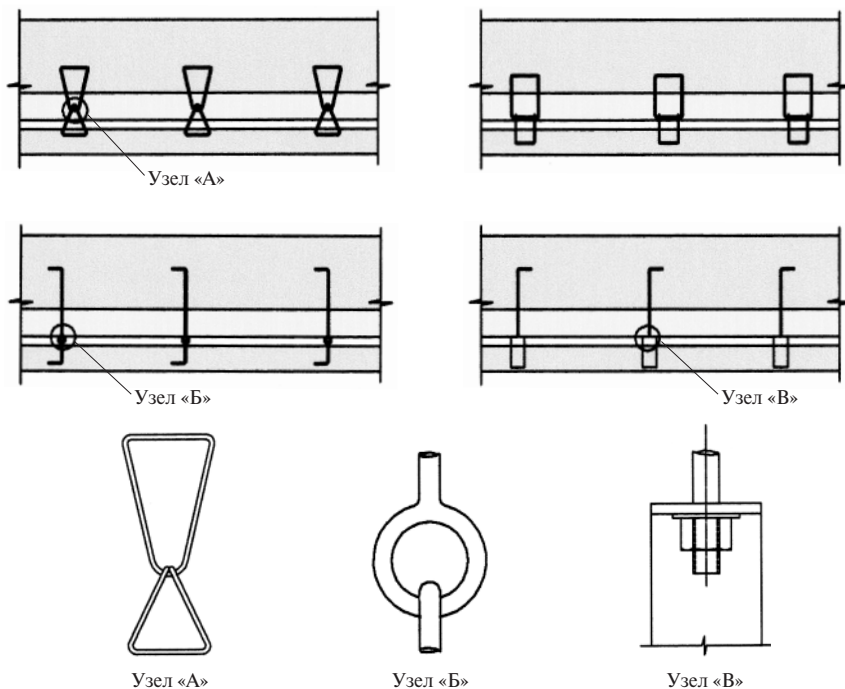


Рис. 4. Схема установки в растворные швы одиночных регулируемых гибких связей

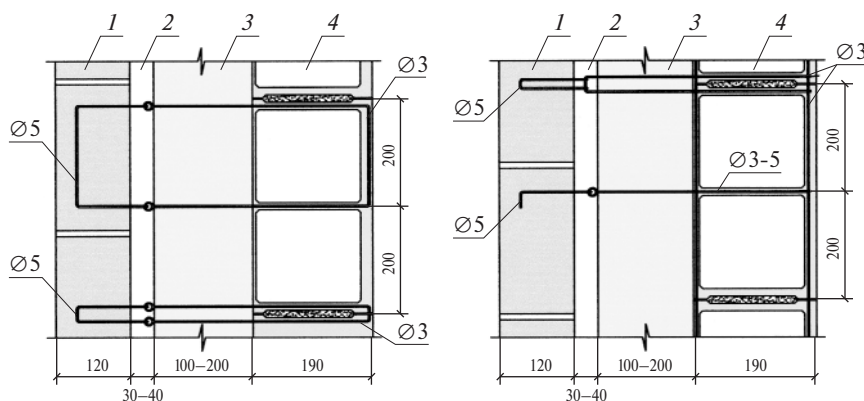


Рис. 5. Примеры установки двухъявневых регулируемых связей в кладку из бетонных блоков с крупными пустотами: 1 – кладка наружного слоя из кирпича; 2 – воздушная прослойка; 3 – утеплитель; 4 – кладка внутреннего слоя из бетонных камней с крупными вертикальными пустотами

швами не более 3,5 м и 2 при большем значении;

$m_2$  – коэффициент условий работы связей, зависящий от конструкции связи, неравномерности включения в работу отдельных связей, наличия или отсутствия предварительного напряжения связей. При отсутствии данных принимается  $m_2 = 2$ .

Растягивающие усилия в связях определяются из расчета по программам, реализующим метод конечных элементов и т. п., либо по приближенным формулам [9]. Независимо от результатов расчета должны выполняться следующие требования.

Связи должны изготавливаться из стойких к коррозии материалов.

Связи, не защищенные слоем плотного цементно-песчаного раствора и расположенные между слоями кладки, рекомендуется выполнять из нержавеющей стали.

Для связей, располагаемых в растворных швах, должны использоваться материалы, стойкие к щелочной среде. При использовании недостаточно стойких материалов сечение связей должно быть увеличено пропорционально степени коррозии материала в течение расчетного срока службы стены. Связи, состоящие из пучка тонких волокон, подвержены коррозии в большей степени, чем монолитный стержень с такой же площадью сечения, так как площадь поверхности, соприкасающейся с агрессивной средой, у такого стержня меньше.

Во избежание повреждения антикоррозийного покрытия загиб связей на месте не допускается. Покрытие должно наноситься на уже готовые изделия.

Связи C-, Z-образной формы могут применяться для стеновых материалов с небольшими пустотами (пустотность



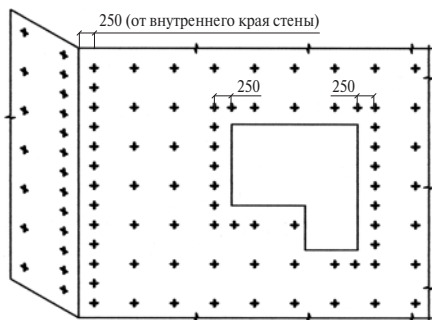


Рис. 6. Расположение гибких связей на углах, в местах оконных и дверных проемов

не более 25%). При большей пустотности пустоты заполняют легким бетоном, раствором марки не ниже М25. Связи прямоугольной, треугольной, трапециевидной формы и т. д. могут применяться для стеновых материалов без ограничения пустот.

Связи С-, Z-образной форм должны иметь на обоих концах загибы длиной не менее 5 см.

Связи могут крепиться к арматурным сеткам, закладываемым в один либо в оба слоя стены (рис. 2), а также выполняться в виде одной сетки, соединяющей слои. Расстояние между поперечными стержнями, соединяющими слои, принимается не более 800 мм. Для обеспечения свободных перемещений слоев относительно друг друга не только по вертикали, но и по горизонтали сетки следует делать с прямоугольными ячейками. Применение сеток с зигзагообразными поперечными стержнями для связи слоев не допускается.

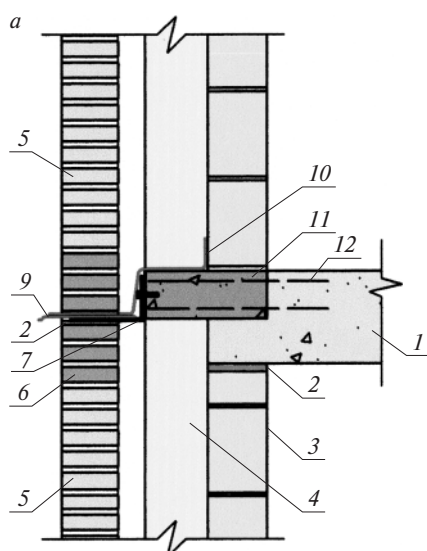


Рис. 7. Пример конструкции наружной стены при опирании наружного слоя на уголок (а) и на керамзитобетонную балку, облицованную керамической плиткой в заводских условиях (б): 1 – монолитная плита перекрытия; 2 – деформационный шов; 3 – кладка из ячеисто-бетонных блоков; 4 – утеплитель; 5 – пустотелый кирпич; 6 – полнотелый кирпич; 7 – металлический уголок; 8 – керамическая плитка; 9 – отлив из оцинкованного железа; 10 – рубероид; 11 – керамзитобетонная балка с выпусками арматуры (12)

Диаметр одиночных связей, заанкеренных в растворе шве с помощью загнутого конца (С-, Z-, I-образные), должен быть не менее 5 мм.

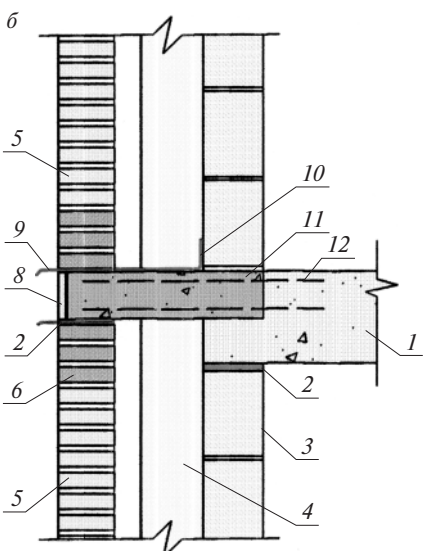
Одиночные связи, состоящие из Л-образных, а также П-образных стержней, у которых поперечный стержень находится в растворе шве, а также связи, крепящиеся к расположенным в горизонтальных швах сеткам или стержням, могут выполняться из стали диаметром 3 мм. Такие связи либо связи, объединенные сетками, могут устанавливаться в слоях кладки из камней, блоков с крупными вертикальными пустотами (рис. 5).

Шаг связей по горизонтали, как правило, не превышает 800 мм при обычных связях и 400 мм при регулируемых связях. По вертикали максимальное расстояние между связями принимается 500 мм и 400 мм соответственно для нерегулируемых и регулируемых связей.

На 1 м<sup>2</sup> поверхности стены суммарное сечение связей должно составлять не менее 0,4 см<sup>2</sup>.

В местах дверных и оконных проемов, вблизи углов, деформационных швов должны устанавливаться дополнительные связи на расстоянии 250 мм от внутренней грани наружного слоя (рис. 6). Шаг дополнительных связей по высоте не должен превышать 250 мм.

Гибкие связи должны устанавливаться только под прямыми углами к поверхности стен как по вертикали, так и по горизонтали.



Возможный люфт соединения двух звеньев регулируемых связей не должен превышать 1,5 мм.

### Требования по устройству слоев кладки

Для зданий высотой более двух-трех этажей наружный слой стены толщиной в полкирпича рекомендуется выполнять навесным. Для этого кладка наружного слоя устанавливается на плиту перекрытия, на металлическую или стальную балку или кронштейны (рис. 7, 8). Опирание наружного слоя производится поэтажно. Допускается опирание через два этажа. В этом случае в расчетные формулы и конструктивные требования вводятся дополнительные ограничения.

Для многослойных кладок с толщиной наружного слоя в 100–200 мм должны применяться повышенные требования по морозостойкости к материалам наружного слоя. Марка по морозостойкости кирпича или камня должна быть по меньшей мере на две ступени выше, чем для сплошной массивной кладки, то есть не менее Мр350 для помещений с сухим и нормальным влажностным режимом и не менее Мр3100 для помещений с влажным режимом. Применение силикатного кирпича, камней и блоков из ячеистого бетона для наружных слоев многослойных стен помещений с влажным режимом эксплуатации не допускается.

Наружный (лицевой) слой кладки наружных стен рекомендуется выполнять из керамического кирпича с вертикальными или горизонтальными пустотами. Марка кирпича по прочности должна быть не менее М100. Марка кладочного раствора должна быть не менее М50.

В уровне плиты перекрытия три ряда над ней и три ряда под ней должны выполняться из полнотелого кирпича с маркой по морозостойкости не менее Мр375. Это обусловлено массовыми случаями разрушения кладки в уровне перекрытий по следующим причинам:

- некачественное выполнение или отсутствие в уровне перекрытий горизонтальных деформационных швов;
- попадание дождевых и талых вод на выступающий из-под перекрытия или опорного уголка кирпич с последующим его размораживанием;
- попадание дождевых и талых вод в пустоты кирпича, а также в трещины, образовавшиеся в уровне перекрытий, с последующим размораживанием кладки;

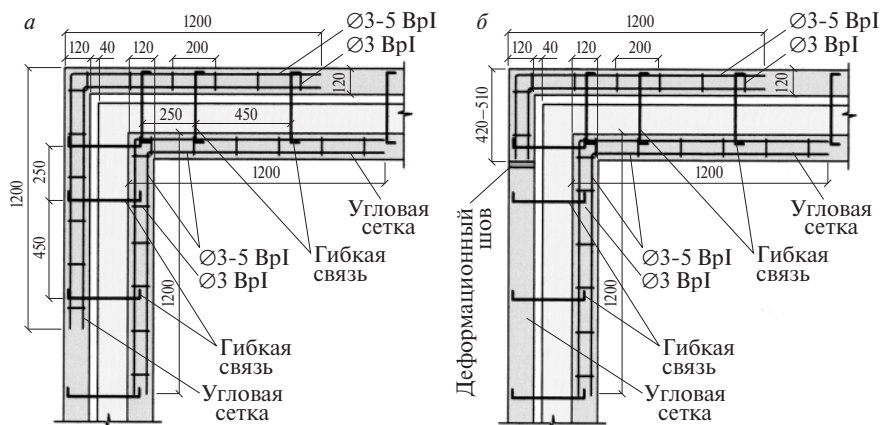


Рис. 8. Схема установки в углах стены гибких связей и связевых сеток: а – без вертикальных швов; б – в месте устройства деформационного шва

– увлажнение кладки наружного слоя конденсатом пара, поступающего со стороны помещения, вследствие неудовлетворительной с точки зрения теплотехники его конструкции или исполнения.

Для защиты кладки, расположенной в уровне перекрытия, должны выполняться металлические отливы (рис. 6, 7). Отлив может выполняться из оцинкованной стали. В пространство между слоями стены поверху металлического отлива укладывается слой гидроизоляции таким образом, чтобы в случае попадания в полость воды отводить ее наружу. Для этого используются устраиваемые в нижнем ряду кладки наружного слоя незаполняемые раствором вертикальные швы.

По этим же причинам не допускается в построечных условиях приклейка на наружный торец плиты перекрытия керамической плитки или пиленого кирпича. Оштукатуривание торца плиты по сетке допускается только в виде исключения и при соблюдении требований по устройству горизонтальных деформационных швов.

В случае, если из архитектурных или иных соображений требуется закрыть торец плиты перекрытия кирпичной кладкой или плиткой под кирпич, следует опирать наружный слой на стальной уголок или кронштейны либо на керамзитобетонную балку (рис. 7).

Все металлические опорные элементы, а также элементы их крепления (болты, дюбели) должны выполняться из нержавеющей стали или других стойких к коррозии материалов.

Свес нижнего и выступание верхнего рядов кладки наружного слоя относительно опорной конструкции не должен превышать 15 мм.

Внутренний слой кладки может быть несущим, самонесущим или, как и наружный, навесным, устанавливаемым на монолитные железобетонные перекрытия.

В этом случае в качестве материала для внутреннего слоя лучше всего выбирать камни или блоки из легкого, ячеистого бетона. При этом должна быть обеспечена прочность слоя, достаточная для анкерки в нем гибких связей, крепящих наружный слой кладки. Рекомендуется принимать марку камней по прочности М25, а в качестве раствора использовать поризованные растворы или клеи либо растворы на легких заполнителях марки по прочности М25.

При более низкой прочности камня анкерку связей следует выполнять только к стальным сеткам, заложенным в горизонтальные растворные швы на всю толщину внутреннего слоя. Также возможно крепление связей к металлическому каркасу, устраиваемому со стороны помещения. Одновременно этот каркас может использоваться для крепления листов сухой штукатурки.

Высота стен с навесным наружным слоем может быть 25 этажей и более и определяется в основном конструкцией несущих элементов.

В кладке лицевого слоя вследствие температурно-влажностных воздействий могут возникать значительные горизонтальные растягивающие напряжения [8, 9], возникающие вследствие осевого растяжения и изгиба наружного слоя из его плоскости.

Помимо конструктивного армирования выполняется, если это требуется по расчету, дополнительное армирование кладки горизонтальными сетками. Сетки располагаются в горизонтальных растворных швах. Диаметр продольной арматуры в сетках принимает

ся не менее 3 мм. Применение сеток из арматуры диаметром больше 5 мм приведет к увеличению толщины горизонтальных растворных швов в местах перехлеста сеток. Сетки рекомендуется изготавливать с двумя продольными стержнями. Поперечная арматура назначается конструктивно из арматуры диаметром 3 мм с шагом 200 мм. Возможна установка в кладку слоев сеток, выполняемых из двух продольных стержней, объединенных поперечной арматурой, устанавливаемой под углом. Поскольку такая сетка является жесткой на сдвиг по горизонтали, ее установка для соединения слоев стены между собой не допускается.

Наибольшие величины горизонтальных растягивающих напряжений действуют в нижней трети стены, то есть на высоте от опоры около 1 м. Выше армирование выполняется конструктивно теми же сетками с шагом не реже чем 800 мм.

На углах изгибающие моменты распределены по высоте стены довольно равномерно. Поэтому армирование там выполняется сетками не реже чем через 250 мм на всю высоту стены. На углах каждый из слоев кладки должен быть армирован Г-образными сварными сетками на длину не менее 1 м от угла или до вертикального деформационного шва, если он расположен ближе. Соединение пересекающихся сеток на углах стен должно выполняться на сварке с помощью гнутых стержней (рис. 8)

На прямолинейных участках допускается укладывать сетки внахлест. Длина нахлеста должна составлять не менее 250 мм. Шаг связевых сеток на углах во внутреннем слое кладки по высоте должен быть не более 600 мм.

Помимо этого многослойные стены следует рассчитывать по разности абсолютных и относительных перемещений слоев как по вертикали, так и по горизонтали. При превышении предельных значений, определяемых условиями эксплуатации или возможностью образования трещин, назначаются дополнительные вертикальные и горизонтальные деформационные швы.

#### Требования по устройству деформационных швов кладки

Горизонтальные деформационные швы в стенах с гибкими связями должны выполняться в уровне перекрытий каждого этажа. При соответствующем обосновании допускается их устрой-

ство через один этаж. Толщина шва должна быть не менее 20 мм.

Шов заполняется упругой прокладкой и при необходимости покрывается сверху мастикой. Мастика должна закрывать выступающую часть нижерасположенного кирпича наружного слоя. Долговечность и упругие свойства материалов должны подбираться с учетом длительной эксплуатации на открытом воздухе. Не допускается попадания в шов кладочного раствора, боя кирпича и т. п. Для исключения попадания в шов атмосферной влаги устанавливается металлический отлив (рис. 7, 8).

Расстояния между вертикальными деформационными швами должны назначаться из соблюдения условий не превышения прочности кладки лицевого слоя, связей и анкерных узлов на растяжение. При назначении мест расположения вертикальных температурных швов рекомендуется придерживаться следующих правил.

Рекомендуется разбивка вертикальными температурными швами пространственных в плане конструкций на плоские фрагменты.

Не рекомендуются Z-образные в плане фрагменты, особенно при длине средней стены менее 2 м.

Швы предпочтительно располагать на углах, в местах пересечений стен, перепадах высоты, вблизи проемов.

При разбивке Z-образных в плане фрагментов деформационный шов рекомендуется назначать в наиболее длинной стене в месте пересечения со средней стеной фрагмента.

При прохождении вертикального деформационного шва по границе оконного или дверного проема перемычки рекомендуется выполнять из стального уголка. В этом случае необходимо в месте опирания перемычки на кладку сверху и снизу уголка уложить прокладку. Это должно обеспечить скольжение кладки по металлу.

#### Требования по устройству утепляющего слоя

Теплотехнический расчет должен производиться с учетом влияния дополнительных мостиков холода при применении материалов с большой теплопроводностью.

В случае образования в утепляющем слое зазоров шириной в 10–20 мм сопротивление теплопередаче может снизиться более чем на 10–15%. В местах разрыва слоя утеплителя возможно промерзание стены с образова-

нием на внутренней поверхности конденсата. Там же возможно накопление влаги и размораживание наружного слоя кладки [6, 7].

Зазоры между утеплителем и горизонтальными или вертикальными диафрагмами, а также между плитами утеплителя могут быть обусловлены неточной нарезкой плит утеплителя; отклонениями от проектных размеров полостей для размещения утеплителя в кладке; попаданием в места установки утеплителя строительного мусора, раствора, снега; усадкой или просадкой утеплителя.

Недопустимо образование усадочных трещин и в самом утеплителе. Поэтому если толщина слоя утеплителя меньше толщины полости, в этих местах дополнительно рекомендуется установить враспор вертикальные полосы из эффективного утеплителя.

Во избежание продувания в местах стыков утеплитель рекомендуется соединять в шпунт или четверть. Для большей надежности утеплитель может выполняться в несколько слоев со смещением швов относительно друг друга. При отсутствии шпунта швы между плитами рекомендуется проклеивать скотчем или заполнять пенополиуретаном. С целью контроля качества укладки утеплителя СНиП II-22-81\* предусматривает устройство лицевого слоя кладки только после установки плитного утеплителя.

Фиксация утеплителя может выполняться также с помощью скоб, закладываемых в наружный слой кладки. Крепление утеплителя возможно и с помощью стеклопластиковых дюбелей. В случае необходимости утеплитель может приклеиваться к внутреннему слою кладки. Кроме того, для фиксации утеплителя для однозвеньевых связей могут использоваться фиксаторы, одеваемые на связь. В двухзвеньевых связях фиксация утеплителя может осуществляться загнутым концом наружного либо внутреннего звена связи.

Сопrotивление теплопередаче стены со связями из композитных материалов примерно на 10% выше, чем у стены со стальными связями.

Воздушную прослойку целесообразно выполнять вентилируемой, для чего вертикальные швы кладки в одном из нижних рядов и в одном из верхних на данном этаже не заполняются раствором. В силу небольшой ширины швов и относительно большой толщины стены вентиляция может оказаться недостаточно эффективной. Поэтому шири-

ну вертикальных швов рекомендуется в этих местах делать не менее 20 мм.

В уровне перекрытий каждого этажа, а также по периметру дверных и оконных проемов должны выполняться противопожарные рассечки. При отсутствии в этих местах армированных растворяемых диафрагм рассечки выполняются из слоя негорючего утеплителя.

Подробнее результаты исследований и рекомендации по проектированию приведены в монографии «Отечественный опыт возведения наружных стен из облегченной кладки» (Издательство «Стройматериалы», плановый срок выхода октябрь 2008 г.).

#### Список литературы

1. *Ищук М.К., Гуров Е.П.* Типовые конструкции изделия и узлы зданий и сооружений: Серия 2.130.8 Детали стен и перегородок жилых зданий, Вып. 0,1 «Наружные кирпичные и каменные стены облегченной кладки». Госгражданстрой, 1987.
2. *Ищук М.К., Гуров Е.П.* Конструкции наружных стен из облегченной кладки // *Жилищное строительство*. 1988. № 3. С. 18.
3. *Ищук М.К.* Здания с наружными стенами из облегченной кладки // *Жилищное строительство*. 1996. № 7. С. 12.
4. *Ищук М.К.* Отечественный опыт возведения зданий с наружными стенами из многослойной облегченной кладки // *Строительные материалы*. 2008. № 4. С. 101–105.
5. Здания с монолитными железобетонными несущими конструкциями. Наружные стены из легкого бетонных блоков с облицовкой кирпичом. Технические решения. ЦНИИЭП жилища. 2005.
6. *Ищук М.К.* Дефекты наружных стен из многослойной кладки // *Интеграл*. 2001. № 1. С. 20–22.
7. *Ищук М.К.* Причины дефектов наружных стен с лицевым слоем из кирпичной кладки // *Жилищное строительство*. 2008. № 3. С. 28–31.
8. *Ищук М.К., Зуева А.В.* Исследование напряженно-деформированного состояния лицевого слоя из кирпичной кладки при температурно-влажностных воздействиях // *Промышленное и гражданское строительство*. 2007. № 3. С. 40–43.
9. *Ищук М.К.* Анализ напряженно-деформированного состояния кладки лицевого слоя наружных стен // *Жилищное строительство*. 2008. № 4. С. 23–27.

УДК 69.024.15

*А.В. КАШАБИН, начальник технического отдела  
ООО «ПЕНОПЛЭКС СПб» (Санкт-Петербург)*

## ПЕНОПЛЭКС® и ПЛАСТФОИЛ на плоской кровле – оптимальная конструкция

*Профессионалам хорошо известно, что конструкция плоской кровли в России применяется широко. Но как сделать кровлю с использованием экструдированного пенополистирола ПЕНОПЛЭКС® лучше и дешевле, чем кровлю с утеплителем из минераловатных материалов, и при этом обеспечить соответствие нормам пожарной безопасности, знает далеко не каждый специалист.*

Основными требованиями, предъявляемыми к плоским кровлям, являются:

- соответствие пожарным требованиям;
- технологичность и эксплуатационные характеристики;
- долговечность;
- цена.

Для каждого участника строительного процесса (заказчик, подрядчик и др.) эти требования выстраиваются по важности в определенной последовательности. Например, для подрядчика, главное цена и легкость монтажа, для заказчика – соотношение долговечности и цены, для конструктора – соответствие СНиПам и ГОСТам.

При разработке и испытании конструкции, разработанной компанией «ПЕНОПЛЭКС СПб», мы старались учесть интересы всех участников. Конструкция кровли с оптимальным соотношением вышеперечисленных параметров представлена на рис. 1.

Рассмотрим основные характеристики конструкции и ее составных элементов.

### Требования пожарной безопасности

Из СНиП 21-01-97\* «Пожарная безопасность зданий и сооружений» следует, что максимальные требования, предъявляемые к конструкциям бесчердачных покрытий (плоских кровель), – RE 30 и КО (30). Если покрытие значительно влияет на устойчивость здания во время пожара, что бывает крайне редко, то требования к покрытию по пределу огнестойкости как к несущему элементу здания значительно увеличиваются.

Как правило, для зданий I степени огнестойкости с требованиями для кровли RE 30 применяется железобетонное основание кровли. Известно, что предел огнестойкости плоской кровли по железобетонному основанию толщиной 160 мм не менее RE 90 (в ряде случаев RE 120). Согласно заключению № 84-07.07 «О пределах огнестойкости, пределах распространения огня и классах пожарной опасности конструкций покрытий, разработанных ООО «ПЕНОПЛЭКС СПб» наличие в конструкции горючего утеплителя по железобетонному основанию не снижает его предела огнестойкости [3].

Основание из профилированного листа, как правило, применяется в зданиях до II степени огнестойкости, и в этом случае максимальные требования будут RE 15 и КО (15). Эти характеристики позволяют применять кровлю на любых зданиях, за исключением зданий I степени огнестойкости. Испытания, проведенные ООО «ПЕНОПЛЭКС СПб» в 2007 г. при непосредственном участии Санкт-Петербургского филиала ВНИИПО МЧС России, доказывают соответствие предлагаемой конструкции этим характеристикам.

Компанией «ПЕНОПЛЭКС СПб» были испытаны семь конструкций с разными огнезащитными слоями (ГВЛ, стекломагнезитовые листы и др.), все они дали положительные результаты.

### Технологичность и эксплуатационные характеристики

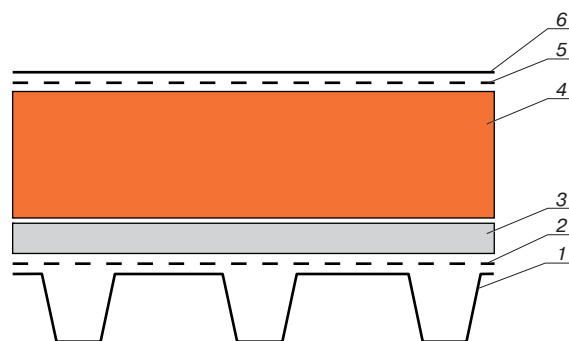
Известно, что любая строительная организация уделяет большое внимание вопросам, связанным с транспортировкой, хранением и монтажом применяемых для кровли материалов. Заказчика больше интересует эксплуатация кровли.

Приведем несколько отличительных особенностей кровель с применением плит ПЕНОПЛЭКС®.

Прочность плит ПЕНОПЛЭКС® тип 35 по ГОСТ 17177-94 составляет не менее 0,25 МПа, что в 3 раза превышает требуемую среднюю прочность (0,08 МПа) минеральной ваты в кровельном пироге. Благодаря этому проваливание кровли при воздействии точечных нагрузок значительно меньше, чем при использовании минеральной ваты. Также значительно снижается вероятность возникновения неровностей на кровле после воздействия точечных нагрузок.

Устойчивость плит ПЕНОПЛЭКС® к механическому повреждению при транспортировке (погрузке и разгрузке) выше, чем у минеральной ваты.

Благодаря закрытой структуре ячеек плит ПЕНОПЛЭКС® при производстве работ в условиях выпадения осадков теплоизоляция не поглощает воду и не происходит изменения теплоизоляционных свойств утеплителя.



**Рис. 1.** Конструкция плоской кровли с экструдированным пенополистиролом ПЕНОПЛЭКС®. Класс конструктивной пожарной опасности КО (15), предел огнестойкости RE 15: 1 – стальной профнастил; 2 – пароизоляция; 3 – негорючая базальтовая плита плотностью 90–110 кг/м<sup>3</sup>, толщиной 50 мм; 4 – ПЕНОПЛЭКС® тип 35 или 31; 5 – геотекстиль; 6 – гидроизоляция – ПВХ-мембрана ПЛАСТФОИЛ

Комбинированная кровля			Кровля с утеплителем из базальтового волокна		
Материал, технологический передел	Расход на 1 м <sup>2</sup>	Стоимость, р./м <sup>2</sup>	Материал, технологический передел	Расход на 1 м <sup>2</sup>	Стоимость, р./м <sup>2</sup>
Пароизоляция, полиэтиленовая пленка 200 мк		10	Пароизоляция, полиэтиленовая пленка 200 мк		10
Негорючая минеральная вата плотностью 90–110 кг/м <sup>3</sup>	50 мм	223			
ПЕНОПЛЭКС® тип 31	80 мм	308	Базальтовая вата	150 мм	840
Геотекстиль		15			
Крепеж FASTFIX		32	Крепеж		44
ПВХ-мембрана ПЛАСТФОИЛ		195	ПВХ-мембрана ПЛАСТФОИЛ		195
Работа		170	Работа		200
<b>Итого:</b>		<b>953</b>	<b>Итого:</b>		<b>1289</b>
Экономия:		336			



Рис. 2. Укладка комбинированной кровли на объекте в Санкт-Петербурге

Размеры плит ПЕНОПЛЭКС® (600×1200 мм) в сравнении с размерами минераловатных плит (600×1000 мм) позволяют в монтаже уменьшить расход крепежа на 1 м<sup>2</sup>. При больших площадях кровли плиты ПЕНОПЛЭКС® по специальному заказу могут изготавливаться длиной до 4 м, что еще больше сокращает расход крепежа на 1 м<sup>2</sup>.

Скорость укладки плит ПЕНОПЛЭКС® выше, а трудоемкость ниже по сравнению с аналогичными показателями для минеральной ваты.

Масса 1 м<sup>2</sup> конструкции кровли с плитами ПЕНОПЛЭКС® и с элементами огнезащиты из минеральной ваты толщиной 50 мм меньше, чем масса традиционной кровли с минераловатным утеплителем.

### Долговечность

Долговечность новых конструкций сложно оценивать, не имея соответствующего стандарта, однако она напрямую зависит от долговечности составляющих ее материалов. Долговечность представленной конструкции при выполнении рекомендаций по монтажу составляет не менее 25 лет. Реальный срок службы такой кровли при правильной эксплуатации может составлять 50 лет.

### Стоимость

Для заказчика и подрядчика стоимость является одним из самых важных критериев. Проведем ориентировочный расчет двух конструкций кровли – традиционной, с базальтовой ватой, и комбинированной, с экструзионным пенополистиролом ПЕНОПЛЭКС®, для общественного здания в Санкт-Петербурге (рис. 2).

При расчете следует учитывать, что:

- различия в стоимости крепежа обусловлены меньшим расходом элементов крепежа для плит ПЕНОПЛЭКС® из-за большей площади плиты;
- разная толщина утеплителя обусловлена разной эффективностью теплоизоляции (разными расчетными коэффициентами теплопроводности);
- монтаж комбинированной конструкции дешевле, так как уменьшаются трудозатраты по укладке утеплителя, его креплению и подъему утеплителя на крышу.

Экономический эффект в рассмотренном примере составил более 300 р./м<sup>2</sup>, а площадь крыши общественного здания составляла 10 тыс. м<sup>2</sup>.

Таким образом, пожарные характеристики кровли по профилированному листу с плитами ПЕНОПЛЭКС® могут быть доведены до требуемых параметров для применения на зданиях всех степеней огнестойкости, за исключением I степени.

Эксплуатационные характеристики кровли с плитами ПЕНОПЛЭКС® значительно выше, чем кровель с минеральной (базальтовой) ватой.

Стоимость кровли с плитами ПЕНОПЛЭКС® и огнезащитной прослойкой на 20–30% ниже традиционной с минеральной (базальтовой) ватой.

### Литература

1. Пособие по определению пределов огнестойкости конструкций, пределов распространения огня по конструкциям и групп возгораемости материалов (к СНиП II-2–80). М.: Стройиздат, 1985.

УДК 624

К.З. ГАЛУСТОВ, канд. техн. наук, главный научный сотрудник  
НИИ энергетических сооружений (Москва)

## Расчет несущих элементов конструкций жилых и общественных зданий с учетом фактора времени

*В статье рассматривается проблема влияния ползучести бетона при расчете элементов конструкций жилых и общественных зданий. Разработаны современные методы расчетов подобных сооружений и указаны аварийные случаи, к которым может привести неправильный учет влияния ползучести бетона.*

В Москве, Санкт-Петербурге и других крупных городах из-за стесненности городской территории строятся высотные каркасные здания из монолитного железобетона, где проблема надежности и безопасности сооружения приобретает важное значение. В последние годы возникли многочисленные разрушения самых различных жилых и общественных сооружений, в том числе с человеческими жертвами. Одной из причин этого может быть то, что многие проекты и их расчетное обоснование выполнены некачественно. Специалистов, умеющих точно прогнозировать изменение напряженного состояния сооружения во времени, мало. Учет ползучести бетона особенно важен при проектировании многоэтажных жилых и общественных железобетонных сооружений, что требует использования современных методов расчетного обоснования. При высоком уровне нагрузки деформации ползучести могут превышать упругие деформации, изменяя напряженно-деформированное состояние здания. Для учета влияния ползучести бетона в строительной механике используются феноменологические теории, устанавливающие количественные соотношения между деформациями и вызвавшими их напряжениями во времени. В настоящее время существует ряд нелинейных теорий ползучести бетона [1–3].

Теория Гвоздева–Галустова [4, 5] наиболее полно учитывает свойства бетона деформироваться во времени. Согласно этой теории деформации ползучести бетона состоят из двух компонент.

Первая компонента представляет собой обратимую деформацию ползучести, включая часть, обусловленную старением бетона, которая названа необратимой деформацией ползучести второго рода.

Вторая компонента – превышение деформации ползучести над ее обратимой (линейной) частью принимается нелинейной и полностью необратимой и названа необратимой деформацией ползучести первого рода.

Основное уравнение нелинейной (двухкомпонентной) теории ползучести [4, 5] бетона имеет вид:

$$\varepsilon(t) = \frac{\sigma(t)}{E(t)} + \frac{R(t)}{E(t)} \int_{\tau_1}^t S(\tau) K(t, \tau) d\tau + \int_0^{\sigma_{\max}} f(S) F[T(S, \tau)] dS, \quad (1)$$

где  $\varepsilon(t)$  – относительная деформация в момент наблюдения  $t$ ;  $\sigma(t)$ ,  $E(t)$ ,  $R(t)$  – соответственно напряжения, модуль упругости и призматическая прочность бетона в момент времени  $t$ ;  $\tau$  – момент нагружения;  $S_{\max}$  – максимальное значение уровня напряжений  $S$ , достигнутое к моменту наблюдения времени  $t$ ;  $T$  – суммарная длительность действия уровня

напряжения к моменту времени  $t$ ;  $K(t, \tau)$  – ядро уравнения, характеризующее обратимую деформацию, подчиняющуюся принципу наложения.

Для бетона старого возраста уравнение (1) имеет вид:

$$\varepsilon(t) = \frac{\sigma(t)}{E_0} + \int_{\tau_1}^t \sigma(\tau) K(t - \tau) d\tau + \int_0^{\sigma_{\max}} f(\sigma) F[T(\sigma, t)] d\sigma, \quad (2)$$

где  $E_0$  – предельное значение модуля упругости.

При проектировании несущих железобетонных конструкций большое значение имеет прогноз перераспределения напряжений между бетоном и арматурой во времени. С точки зрения строительной механики проблема сводится к релаксационной задаче, которая должна быть решена с помощью нелинейной теории ползучести бетона.

По нелинейной двухкомпонентной теории эти уравнения имеют вид:

$$\sigma(t) = \sigma^*(t) + \lambda \int_{\tau_1}^t \sigma(\tau) K(t, \tau) d\tau + \xi \int_0^{\sigma_{\max}} f[\sigma(t)] F[T(\sigma, t)] d\sigma; \quad (3)$$

$$\sigma_b(t) = \Phi(t) - \lambda_1 \int_{\tau_1}^t \sigma_b(\tau) e^{-\gamma(t-\tau)} d\tau + \lambda_0 \int_0^{\sigma_{b\max}} \sigma_b(t) f[\sigma_b(t)] d\sigma. \quad (4)$$

Решения этих уравнений [5] имеют вид:

$$\sigma_b(t) = Ue^{-\varphi t} + Qe^{-\delta t} + Re^{-(\varphi-\delta)t} + S^*; \quad (5)$$

$$\sigma_b(t) = W_1 e^{-\delta_1 t} + W_2 e^{\alpha t} + W_3 e^{-(\varphi-\beta)t} + W_4 e^{-\varphi t} + W_5, \quad (6)$$

где

$$S = (K - M) \frac{\gamma}{\delta}; \quad W_5 = (\lambda_2 - M) \frac{\gamma}{\delta};$$

все коэффициенты уравнений (3)–(6) приведены в [5].

Влияние необратимой составляющей деформирования бетона изменяет напряженное состояние в железобетонной конструкции. В результате полученных решений функции релаксации бетона  $H_b$  и изменения в арматуре  $H_a$  имеют вид:

$$H_b(t, \mu) = \frac{Ue^{-\varphi t} + Qe^{-\delta t} + Re^{-(\varphi-\delta)t} + S^*}{U + Q + R + S^*}; \quad (7)$$

$$H_a(t, \mu) = \frac{1}{m\mu} [1 + m\mu - H_b(t, \mu)]. \quad (8)$$

В общем виде решение задачи имеет вид:

$$\begin{aligned} \sigma_b(t) &= \sigma_{by}(\tau_1) H_b(t, \mu), \\ \sigma_a(t) &= \sigma_{ay}(\tau_1) H_a(t, \mu). \end{aligned} \quad (9)$$

Уравнения (9) позволяют по аналогии с известным принципом Вольтера [7] сформулировать принцип Гвоздева–Галустова, согласно которому решение задачи влияния нелинейной ползучести бетона ищется как произведение упругих напряжений той же задачи, умноженное на функцию релаксации напряжений.

Показано [5], что уравнения нелинейной двухкомпонентной теории ползучести являются общими, из которых как частный случай можно получить уравнения других феноменологических теорий ползучести бетона.

На базе нелинейной двухкомпонентной теории ползучести бетона разработаны [5] методы расчета разнообразных железобетонных сооружений и элементов конструкций. В качестве примеров расчета рассмотрим конкретные задачи, например центрально-сжатые несущие железобетонные элементы (рис. 1). К ним относятся железобетонные колонны каркасных зданий, опоры подстропильные и другие балки, опоры-стойки в секционных мостах, сжатые элементы железобетонных ферм и другие элементы конструкции. Предположим, что на колонну действует нагрузка  $N = \text{const}$ . Действующая нагрузка воспринимается железобетонным сечением элемента, для которого справедливы условия равновесия и совместности деформирования.

Совместное рассмотрение условия равновесия и совместности деформации бетона и арматуры, а также уравнение нелинейной двухкомпонентной теории ползучести позволяют решить поставленную задачу. Функции релаксации напряжения в бетоне во времени и роста напряжений в арматуре определяются из уравнений (7) и (8) соответственно. Известны [5] эксперименты с железобетонными колоннами (опыты МНИТЭП и НИИЖБ), когда после длительного пребывания колонн под нагрузкой они разгрузались и самопроизвольно разрывались внутренними усилиями, накопленными в арматуре колонны со временем. Образование трещин в бетоне произошло в результате перераспределения напряжений между бетоном и арматурой, происшедшего в колонне со временем вследствие ползучести бетона.

Рассмотрим несущий железобетонный изгибаемый элемент с арматурой, расположенной, например, в растянутой зоне. Изгибаемый элемент симметричного сечения относительно оси действия внешних сил. Геометрические обозначения примем в соответствии с рис. 2. Для решения задач изгиба будем считать, что справедлива гипотеза плоских сечений; компоненты деформации ползучести бетона при сжатии и растяжении равны между собой и характеризуются одинаковыми параметрами; напряжения в сечении изгибаемого элемента распределяются линейно.

Фибровые деформации и напряжения могут быть определены с позиций нелинейной теории ползучести бетона, а напряжения в сечении условно распределены по линейному закону, более правильно – по нелинейному закону. Показано [6], что задача сводится к интегральному уравнению вида (3), но с другими коэффициентами:

$$\sigma_{by} = \frac{M_x h}{J_0(1 + \mu \mu_0)}; \quad \lambda_0 = \frac{\mu \gamma \eta_0 E_a C_0}{1 + \mu \mu_0}; \quad \lambda_1 = \frac{\mu \eta_0 E_a}{1 + \mu \mu_0}.$$

Функция релаксации напряжений [5] в бетоне  $H_b$  и функция возрастания напряжений в арматуре  $H_a$  соответственно имеют вид:

$$H_b(t, \mu) = \frac{\sigma_b(t)}{\sigma_{by}}; \quad (10)$$

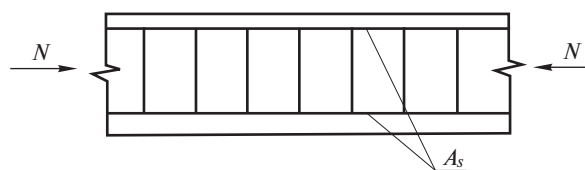


Рис. 1. Схема центрально-сжатого несущего железобетонного элемента

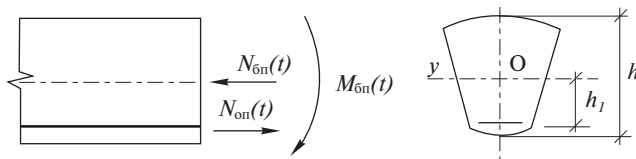


Рис. 2. Схема изгибаемого железобетонного элемента

$$H_a(t, \mu) = \frac{1}{\mu \eta_0 \sigma_{by}} \left[ \frac{M_x h_1}{J_0} - \sigma_b(t) \right]. \quad (11)$$

Под нагрузкой бетон во времени деформируется и накапливает деформации, в том числе необратимые нелинейно связанные с напряжением. Вследствие ползучести бетона напряжения в арматуре растут и могут достичь зоны пластичности, что не предусматривалось проектом. В этом случае арматура не будет воспринимать нагрузку, хотя по проекту она должна нести определенную долю нагрузки.

В монолитном каркасном железобетонном здании перераспределение напряжений между бетоном и арматурой, происходящее вследствие ползучести бетона, может привести к изменению расчетной схемы сооружения. В этом случае фактическая расчетная схема сооружения не будет соответствовать проекту и со временем возможно разрушение.

Особую опасность представляют общественные и зрелищные здания, покрытие которых выполнено из пологих железобетонных оболочек, подкрепленные вантами или металлическими колоннами. За счет перераспределения напряжений между бетоном, арматурой и несущими, подкрепляющими оболочку вантами реальное напряженное состояние сооружения постоянно меняется во времени, и наступает критический момент, когда возможно разрушение.

Чтобы подобного не происходило, необходимо уметь прогнозировать изменение напряженного состояния сооружения. К сожалению, в современных нормах проектирования этот раздел не разработан.

#### Список литературы

1. Арутюнян Н.Х., Колмановский В.Б. Теория ползучести неоднородных тел. М.: Наука, 1983. 336 с.
2. Бондаренко В.М., Бондаренко С.В. Инженерные методы нелинейной теории железобетона. М.: Стройиздат, 1982. 392 с.
3. Бондаренко В.М., Боровских А.В. Износ, повреждение и безопасность железобетонных сооружений. М.: МИКХиС, 2000. 142 с.
4. Галустов К.З., Гвоздев А.А. К вопросу о нелинейной теории ползучести бетона при одноосном сжатии // Изв. АН СССР. Механика твердого тела. 1972. № 1. С. 85–92.
5. Галустов К.З. Нелинейная теория ползучести бетона и расчет железобетонных конструкций. М: ФМ, 2006. 248 с.

УДК 624.01:666.973

*А.С. НОСКОВ, д-р техн. наук,  
Уральский государственный технический университет – УПИ;  
В.А. БЕЛЯКОВ, мл. науч. сотрудник,  
ОАО «Уральский научно-исследовательский институт архитектуры и строительства»  
(Екатеринбург)*

## Конструкции из полистиролбетона для строительства жилых зданий

*В статье представлены основные результаты исследований свойств конструкционного полистиролбетона как строительного материала для изготовления стеновых блоков и перемычек в малоэтажном жилищном строительстве.*

Исследования полистиролбетона как материала несущих строительных конструкций, обладающего неплохими теплоизоляционными характеристиками, в ОАО «Уральский научно-исследовательский институт архитектуры и строительства» (бывшая научная часть Уралпромстройини-проекта) были начаты еще в середине 1980-х гг.

Ранее проведенные в НИИЖБ, НИИСФ, ВНИИТЭП и других крупных научных и проектных институтах исследования показывают, что полистиролбетон – эффективный теплоизоляционный материал, который может использоваться как конструкционный, однако достаточно широкого изучения его как материала для воспринимающих нагрузку конструкций не проводилось. Между тем применение полистиролбетона повышенной прочности как одного из наиболее эффективных для строительства материалов с точки зрения экономики и принципов энергосбережения востребовано и перспективно в будущем.

Физико-механические и теплоизоляционные характеристики полистиролбетона несущих конструкций в диапазоне плотности 700–1450 кг/м<sup>3</sup> не рассматриваются введенным в действие с 01.09.1999 г. государственным стандартом ГОСТ Р 51263–99 «Полистиролбетон. Технические условия». Данный нормативный документ регламентирует

характеристики теплоизоляционного полистиролбетона только в диапазоне плотности 250–600 кг/м<sup>3</sup>.

В лаборатории отдела несущих железобетонных конструкций УралНИИАС совместно со строительным факультетом УГТУ-УПИ была поставлена задача – с помощью современных химических добавок изготовить и изучить достаточно легкие и прочные полистиролбетонные конструкции с хорошими теплоизоляционными характеристиками (коэффициент теплопроводности  $\lambda = 0,23–0,36$  Вт/(м·К).

При проектировании составов конструкционного полистиролбетона в качестве заполнителя помимо кварцевого песка использовались и местные заполнители – доменные гранулированные шлаки металлургических предприятий Уральского региона.

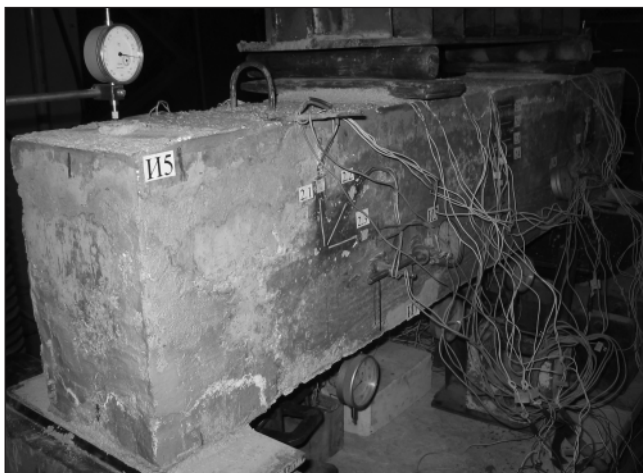
Тем самым в соответствии с Программой переработки техногенных образований, проводимой в настоящее время правительством Свердловской области, был реализован один из способов решения проблемы использования отходов черной металлургии в строительной индустрии.

В 2001 г. в аккредитованном Госстроем России Испытательном центре УралНИИАС были проведены испытания прочности при сжатии серии простеночных блоков из полистиролбетона плотностью 1000 кг/м<sup>3</sup> по рабочим чертежам шифра НП-086.01-КЖИ. Заказчиком работы выступил Северский завод ЖБИ (г. Полевской, Свердловская обл.).

Теплофизические испытания фрагмента наружной стены для жилых зданий из простеночных блоков были выполнены в климатической камере, в соответствии с требованиями ГОСТ 25254–84 «Здания и сооружения. Методы определения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций».

Фактическое приведенное сопротивление теплопередаче фрагмента стены из крупных блоков с учетом ребер и вертикального стыка составило 4,74 м<sup>2</sup>·К/Вт. Фактический температурный перепад воздух – внутренняя поверхность стены находился в пределах 1,2–2,4 К, что значительно лучше нормируемого перепада < 4 К.

Морозостойкость полистиролбетона плотностью D1000, прочностью при сжатии 8,5 МПа составила F100 без видимых внешних разрушений и потери массы.



*Фрагмент полистиролбетонной балки во время испытания на изгиб*



Результаты проведенных испытаний доказали применимость крупных простеночных блоков из полистиролбетона для использования в строительстве жилых зданий высотой до 5 этажей.

В 2006–2007 гг. на основе разработанных составов конструкционного полистиролбетона плотностью 1150, 1250, 1350 и 1450 кг/м<sup>3</sup> в рамках выполнения экспериментальных исследований были изготовлены и испытаны 16 серий несущих балок для изучения их работы в качестве изгибаемых элементов. Фрагмент полистиролбетонной балки во время испытания на изгиб показан на рисунке.

Общее количество изготовленных и испытанных балок-перемычек – 52 шт. Рабочее армирование балок осуществлялось арматурными каркасами из четырех стальных стержней марки А-III диаметром 10 и 16 мм (в нижней растягиваемой зоне бетона), в поперечном направлении – хомутами из проволоки Вр-I.

Сравнивалось трещинообразование железобетонных балок, изготовленных из конструкционного полистиролбетона и ячеистого бетона условного класса по прочности В10–В12,5.

Расположение трещин на поверхности образцов балок свидетельствовало о том, что разрушение балок происходит по наклонным сечениям на околоопорных участках от воздействия двух грузов, приложенных к средней части пролета. Трещиностойкость нормальных сечений испытанных балочных образцов из полистиролбетона превышала теоретически рассчитанную величину по формулам Пособия по проектированию бетонных и железобетонных конструкций из ячеистых бетонов (к СНиП 2.03.01–84\*) на 40%.

Установлено, что конструкционный полистиролбетон более однороден, в нем трещины развиваются более равномерно за счет влияния основного заполнителя – гранул пенополистирола. Первоначально при приложении ступенчатой нагрузки в материале образуется много трещин одного уровня, особенно микротрещин. Далее когда микротрещины перестают сдерживать друг друга, через стадию хрупкого разрушения возникают мезотрещины. Их количество в 2,5–4 раза меньше. Далее при достаточном количестве мезотрещин появляются макротрещины.

По данным [1], ячеистый бетон менее однороден. В этом материале на более ранних стадиях нагружения появляются более крупные мезо- и макротрещины.

Таким образом, поведение полистиролбетона под действием нагрузки при одинаковом классе бетона по сравнению с ячеистым бетоном более предсказуемо, и этот материал более надежен. Приведенный анализ результатов и выводы повлекли за собой необходимость формулировки рекомендаций в проектировании несущих конструкций из полистиролбетона.

При проектировании несущих конструкций из полистиролбетона рекомендуется применять повышенные значения расчетного сопротивления на растяжение  $R_{bt,n}$  относительно величин, принятых для ячеистого бетона класса В10 и В12,5 в табл. 4 п. 2.10 Пособия по проектированию бетонных и железобетонных конструкций из ячеистых бетонов (к СНиП 2.03.01–84\*) приблизительно на 20%. Это также соответствует полученным в результате экспериментов повышенным значениям прочности при осевом растяжении.

При значении эксплуатационной нагрузки, установленной при 0,6 разрушающего момента, опытные перемещения образцов балок из конструкционного полистирол-

бетона были ниже теоретически рассчитанных по формулам из Пособия по проектированию бетонных и железобетонных конструкций из ячеистых бетонов (к СНиП 2.03.01–84\*) на 30%.

Экспериментально подтверждено, что на жесткость балок из полистиролбетона в стадии после образования трещин оказывает влияние относительно высокое сцепление полистиролбетона с арматурой, поэтому предлагается принимать значение коэффициента  $\varphi_{1s}$  (В7,5–В12,5), учитывающего влияние данного фактора (табл. 36 СНиП 2.03.01–84\*), вместо 0,8 равным 1 в формуле:

$$\varphi_s = 1,25 - \varphi_{1s}\varphi_m - \frac{1 - \varphi_m^2}{(3,5 - 1,8\varphi_m) \times e_{s,tot}/h_0}; \quad (1)$$

где  $e_{s,tot}/h_0 \geq 1,2/\varphi_{1s}$ ;  $h_0$  – высота элемента до нижней рабочей арматуры;  $\varphi_m$  – коэффициент, определяемый расчетом.

Расчет жесткости балок из конструкционного полистиролбетона с учетом предлагаемого значения коэффициента дает результаты, близкие к опытным.

Испытанные несущие конструкции из полистиролбетона по своим прочностным, деформационным и теплоизоляционным характеристикам на 20–30% превышают существующие несущие конструкции из ячеистого бетона и керамзитобетона в том же диапазоне плотности материала.

Практическая реализация проведенных исследований обеспечена разработкой первой редакции Стандарта организации УралНИИАС по проектированию бетонных и железобетонных конструкций из полистиролбетона, в который вошли основные результаты плановой научно-исследовательской работы, ТУ 5828-003-25057366–06 «Перемычки из полистиролбетона», новых редакций ТУ 5745-001-20875427–00 «Смеси полистиролбетонные», ТУ 5767-002-20875427–00 «Блоки полистиролбетонные» и Рекомендаций по проектированию и изготовлению ограждающих стеновых полистиролбетонных конструкций жилых зданий для ООО «Корпорации «Маяк» (Екатеринбург).

На основании проведенных исследований можно с уверенностью утверждать, что разработанные конструкции стеновых блоков и перемычек из полистиролбетона удовлетворяют требованиям СНиП 2.03.01–84\* «Железобетонные конструкции», допускается их рассчитывать по методике, принятой в настоящее время для расчета несущих конструкций из ячеистого бетона, с необходимым запасом прочности.

Область применения несущих полистиролбетонных блоков и перемычек в строительстве ограничена жилыми и общественными зданиями высотой до 5 этажей и жилыми многоэтажными зданиями из монолитного железобетона (в качестве самонесущих ограждающих конструкций в пределах одного этажа).

Конструкции несущих стеновых блоков и перемычек из полистиролбетона были внедрены на опытной площадке на объекте гражданского строительства в Екатеринбурге (двухсекционный жилой дом с подземным паркингом в перекле Базовом).

#### Литература

1. *Скоробогатов С.М.* Принцип информационной энтропии в механике разрушения инженерных сооружений и горных пластов. Екатеринбург: УРГУПС, 2000. 420 с.

УДК 624.011

*В.А. ЦЕПАЕВ, д-р техн. наук, М.В. КОЛОБОВ, бакалавр строительства,  
Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет*

## Коэффициент надежности соединений деревянных конструкций на металлических зубчатых пластинах

*Приведена методика определения коэффициента надежности соединений деревянных конструкций на металлических зубчатых пластинах (МЗП) с использованием опытных данных кратковременных и длительных испытаний этих соединений в натуральную величину. Получена формула для определения коэффициента надежности в зависимости от характера разрушения (пластического или хрупкого), которая учитывает временной режим проведения испытаний, статистический разброс нагрузок при отказах и эксплуатационные условия нагружения деревянных конструкций на МЗП.*

Деревянные конструкции с соединениями на металлических зубчатых пластинах (МЗП) являются весьма перспективными конструкциями покрытия жилых и общественных зданий, которые обладают рядом преимуществ по сравнению с другими конструкциями подобного назначения.

Соединения на металлозубчатых пластинах представляют собой важнейшую часть несущих деревянных конструкций, от прочности которой зависит надежная работа конструкций в целом. Этим обуславливается существенное значение испытания соединений на МЗП с целью определения их несущей способности и назначения расчетных усилий при проектировании конструкций.

Несущая способность испытанного соединения на МЗП оценивается по неравенству [2]:

$$N/T_n \geq K_n, \quad (1)$$

где  $N$  – разрушающее усилие в соединении;  $T_n$  – расчетная несущая способность соединения;  $K_n$  – коэффициент надежности соединения.

Коэффициент надежности соединения на МЗП в общем виде может быть определен по формуле  $K_n = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3$ , где  $K_1$  – коэффициент, учитывающий снижение прочности соединений на МЗП во времени при длительном нагружении (коэффициент длительной прочности), являющийся временной частью коэффициента  $K_n$ ;  $K_2$  – вероятностная составляющая коэффициента надежности, учитывающая разброс опытных значений прочности соединений;  $K_3$  – коэффициент, покрывающий влияние неучитываемых расчетом факторов.

Коэффициент  $K_1$  вычисляется по формуле  $K_1 = B - C \cdot \lg t$ , где  $B = 17,1 / (17,1 - \lg \tau_{пр})$ ;  $C = (B - 1) / \lg \tau_{пр}$ ;  $t$  – время, приведенное к неизменному действию разрушающего усилия  $N$ ,  $t = t_1 / 38,2$ ;  $t_1$  – продолжительность машинных испытаний соединения до разрушения, с [1].

При определении постоянных  $B$  и  $C$  в выражении  $K_1$  следует вместо общего срока службы конструкций  $\tau$  вводить приведенное время  $\tau_{пр}$ , эквивалентное времени действия некоторой неизменной нагрузки, заменяющей по эффекту влияния на несущие деревянные конструкции эксплуатационные нагрузки. В работе [2] впервые произведено определение приведенного времени для деревянных конструкций при совместном действии постоянной нагрузки и аппроксимированной циклической временной

нагрузки от снега. Циклическая нагрузка на протяжении всего срока эксплуатации принята одинаковой по своему уровню, что правомерно для нормативной, но не для расчетной нагрузки. Принятая в [1, 2] двухмесячная продолжительность цикла соответствует приблизительно сезонному сроку действия приведенной длительной временной нагрузки от снега для ее нормативного уровня, что никак не оговаривается. В то же время при нормировании расчетных сопротивлений древесины учитывается сочетание постоянной и кратковременной нагрузок от снега [3, 4]. Полученное в [1, 2] приведенное время составило  $\tau_{пр} = 0,167 \cdot \tau$ .

В работе [5] авторами определена приведенная продолжительность действия максимальной расчетной нагрузки за полный срок службы при совместном действии постоянной и кратковременной снеговой нагрузок. Для оптимального срока службы деревянных конструкций с соединениями на МЗП  $\tau = 25$  лет ( $7,9 \cdot 10^8$  с) приведенное время составило  $\tau_{пр} = 0,004 \cdot \tau = 3,36 \cdot 10^6$  с ( $\lg \tau_{пр} = 6,5$ ) вместо  $\tau_{пр} = 0,167 \cdot \tau = 1,38 \cdot 10^8$  с ( $\lg \tau_{пр} = 8,12$ ). В этом случае  $B = 1,61$  и  $C = 0,094$ . Тогда временная составляющая коэффициента надежности определится по формуле  $K_1 = 1,61 - 0,094 \cdot \lg t$ .

В рекомендациях [1] вероятностная составляющая  $K_2$  коэффициента  $K_n$  определена по результатам испытаний 18 клееных элементов, испытанных до разрушения при изгибе, с использованием полученного коэффициента вариации  $V = 0,181$ . Однако такое определение коэффициента  $K_2$  является не совсем корректным, поскольку не учитывает особенности работы конкретного вида соединений и статистический аспект их разрушения под нагрузкой.

Величина коэффициента  $K_2$  для соединений на МЗП должна определяться на основании анализа результатов испытаний опытных образцов соединений до разрушения. С этой целью были проведены машинные испытания 96 образцов соединений деревянных элементов на МЗП в натуральную величину при различных углах сопряжения элементов ( $0$ ;  $30$ ;  $90^\circ$ ). В результате статистической обработки опытных данных узловых соединений при различных углах сопряжения, объединенных с помощью известных нулевых гипотез математической статистики [6] в одну выборку из генеральной совокупности, выборочный коэффициент вариации для соединений на МЗП составил  $V = 0,14$ .

Вероятностная составляющая  $K_2$  коэффициента надежности определяется с доверительной вероятностью  $P=0,95$  [3] по формуле  $K_2=1/(1-t_p \cdot V)=1/(1-0,14)=1,4$ , где  $t_p$  – коэффициент обеспеченности для  $P=0,95$ , определяемый по таблице интеграла вероятностей [7].

Компонент  $K_3$  коэффициента надежности пока не поддается детальному анализу, который был применен для определения величин  $K_1$  и  $K_2$ . В соответствии с рекомендациями [1] принимаем для пластического разрушения соединений  $K_3=1,1$ , а для хрупкого разрушения  $K_3=1,3$ . К пластическому следует отнести разрушение соединений от изгиба зубьев пластин и смятия древесины гнезда, сопровождающееся заметным развитием деформаций. К хрупкому разрушению соединений относится разрушение от скалывания древесины элементов вдоль волокон и под углом к волокнам, от раскалывания древесины с отрывом поперек волокон, разрыва поперек волокон с выкалыванием участка древесины вместе с частью МЗП.

Перемножив найденные значения  $K_1$ ,  $K_2$  и  $K_3$ , получим выражения для определения коэффициента надежности соединений на МЗП для разных видов разрушения при кратковременном испытании:

– для пластического разрушения

$$K_{н.пл} = 1,54 (1,61 - 0,094 \cdot \lg t); \quad (2)$$

– для хрупкого разрушения

$$K_{н.хр} = 1,82 \cdot (1,61 - 0,094 \cdot \lg t). \quad (3)$$

В качестве примера определим значения коэффициентов надежности, которые для принятой в рекомендациях [1] величины  $\lg t = 1,12$  составили:  $K_{н.пл} = 2,32$  и  $K_{н.хр} = 2,74$ .

Если неравенство (1) не удовлетворяется, то расчетная несущая способность соединения  $T_n$  должна быть уменьшена до величины  $T_n^0 = N/K_n$ . Коэффициент надежности  $K_n$  вычисляется по одной из формул (2), (3) в зависимости от характера разрушения соединения.

Результаты данной работы позволят повысить надежность конструкций по МЗП при их изготовлении и производственном контроле качества.

#### Список литературы

1. Рекомендации по испытанию соединений деревянных конструкций. М.: Стройиздат, 1980. 40 с.
2. Рекомендации по испытанию деревянных конструкций. М.: Стройиздат, 1976. 28 с.
3. *Знаменский Е.М.* Об учете характера и длительности действия нагрузок при нормировании расчетных сопротивлений древесины. Несущие деревянные конструкции. Труды ЦНИИСК. 1981. С. 5–21.
4. Пособие по проектированию деревянных конструкций (к СНиП II-25–80). М.: Стройиздат, 1986. 216 с.
5. *Цапаев В.А., Колобов М.В.* Определение приведенной продолжительности действия максимальной расчетной нагрузки для дощатых конструкций с соединениями на металлических зубчатых пластинах // Приволжский научный журнал. 2007. № 3. С. 55–61.
6. *Степнов М.Н.* Статистические методы обработки результатов механических испытаний: Справочник. М.: Машиностроение, 1985. 231 с.
7. *Румшицкий Л.З.* Элементы теории вероятностей. М.: Наука, 1976. 239 с.

Министерство строительства РК,  
Торгово-промышленная палата РК  
и выставочное агентство «Еврофорум»  
приглашают Вас принять участие  
в XXVI специализированной выставке

СТРОЙЭКСПО 2008  
г. ПЕТРОЗАВОДСК

8–10 октября

- Современные конструктивные, теплоизоляционные и отделочные материалы.
- Оборудование систем отопления, вентиляции, водоснабжения и канализации.
- Средства малой механизации, инструмент.
- Полы и потолки.
- Окна и двери.
- Кровельные материалы.
- Энергосберегающие технологии и оборудование.
- Деревянные дома.



Заявки принимаются по адресу:

Выставочное агентство «Еврофорум»

185000, Карелия, г. Петрозаводск, ул. Анохина, 45, тел/факс: (8142) 76-83-00, 76-87-96, 78-30-23

e-mail: euroforum@karelia.ru, www.euroforum.karelia.ru

УДК 728:697.112.3

*В.А. ЕЗЕРСКИЙ, П.В. МОНАСТЫРЕВ, доктора техн. наук,  
М.В. МОНАСТЫРЕВА, инженер,  
Тамбовский государственный технический университет*

## Теплотехнический анализ неоднородного участка наружной стены жилого дома

*Рассматривается влияние на температурное поле элементов наружной трехслойной кирпичной стены в месте опирания плиты перекрытия. На основе результатов численного эксперимента построена математическая модель зависимости температуры внутренней поверхности стены в месте теплопроводного включения от значимых факторов, характеризующих геометрические и теплотехнические параметры рассматриваемого узла.*

При возведении многоэтажных зданий с многослойными ограждающими конструкциями требуется не только обеспечить связь наружного и внутреннего слоев стены, но и разгрузить защитно-декоративный слой, для чего используют горизонтальные железобетонные стеновые элементы, которые проходят насквозь через теплоизоляционный материал, создавая тем самым термические включения (см. рисунок). Подобные решения осложняются опирающимися на стеновой элемент плитами перекрытия, которые вносят дополнительную неоднородность в стеновую конструкцию. В результате на внутренней поверхности стен в зоне опирания перекрытий может иметь место понижение температуры и выпадение конденсата в зимний период.

Для грамотного принятия решений при проектировании необходимо иметь информацию о влиянии размеров и теплотехнических характеристик всех элементов на темпе-

ратуру внутренней поверхности стены в зоне стенового элемента ( $\tau$ ).

Для подобного класса задач имеется строгое математическое описание, которое однозначно определяет связь между переменными параметрами и целевой функцией. Однако из-за громоздкости в явном виде оно неудобно. Использование методики планирования эксперимента позволяет заменить сложное математическое описание простой полиномиальной моделью, позволяющей путем выполнения простых вычислений прогнозировать поведение целевой функции и принимать оптимальные решения. Этот подход и применен в настоящей работе.

На основе анализа конструктивного решения выбранного узла установлено 12 факторов, которые могут влиять на температурное поле рассматриваемой стены (табл. 1). Выбор значений уровней факторов осуществлялся с учетом возможных вариантов конструктивного решения.

Таблица 1

Обозначение фактора	Наименование фактора	Натуральные значения факторов, соответствующие кодированным значениям	
		$X_i = -1$	$X_i = +1$
$\delta_{ст} (X_1)$	Толщина несущего слоя стены из силикатного кирпича на цементно-песчаном растворе, м	0,25	0,38
$\delta_{ут} (X_2)$	Толщина теплоизоляционного слоя стены, м	0,14	0,27
$\lambda_{ут} (X_3)$	Коэффициент теплопроводности теплоизоляционного слоя стены, Вт/(м·°C)	0,042	0,12
$h_{эл} (X_4)$	Высота стенового элемента, м	0,065	0,22
$b_{пер} (X_5)$	Ширина перемычек стенового элемента, м	0,12	0,25
$l_{пер} (X_6)$	Шаг перемычек в стеновом элементе, м	0,4	1,2
$\lambda_{эл} (X_7)$	Коэффициент теплопроводности материала стенового элемента, Вт/(м·°C)	0,76	1,92
$\lambda_{вкл} (X_8)$	Коэффициент теплопроводности вкладыша в стеновой элемент, Вт/(м·°C)	0,042	0,12
$\delta_{пер} (X_9)$	Толщина железобетонной плиты перекрытия, м	0,12	0,22
$l_{оп} (X_{10})$	Ширина площадки опирания, м	0,12	0,19
$\delta_{текл} (X_{11})$	Толщина термовкладыша, м		0,06
$t_n (X_{12})$	Температура наружного воздуха, °C	-20	-36

Таблица 2

$N_i$	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$X_6$	$X_7$	$X_8$	$X_9$	$X_{10}$	$X_{11}$	$X_{12}$	$\dot{Y}_i$	$\hat{Y}_i$
1	-1	1	-1	1	1	1	1	-1	1	1	1	1	16,34	16,23
2	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	-1	17,46	17,79
3	-1	1	1	-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	17,58	17,23
4	1	-1	-1	-1	1	1	-1	-1	-1	1	-1	-1	18,65	18,23
5	1	-1	-1	1	-1	-1	-1	1	-1	1	1	1	17,6	17,39
6	-1	1	-1	-1	1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	18,9	18,93
7	1	1	-1	-1	-1	1	1	-1	1	-1	-1	1	18,66	18,89
8	-1	-1	1	1	1	-1	-1	1	1	1	-1	-1	16,72	16,57
9	-1	-1	1	1	-1	-1	1	1	1	-1	1	1	13,31	13,05
10	-1	1	1	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	-1	17,81	17,49
11	1	1	-1	1	1	1	-1	-1	-1	1	-1	1	18,59	18,59
12	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	-1	1	1	-1	18,08	18,13
13	1	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	1	-1	1	17,78	17,73
14	-1	-1	-1	1	-1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	17,14	16,79
15	-1	-1	-1	1	-1	1	-1	1	1	-1	-1	1	17,28	17,41
16	1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	1	1	1	-1	18,53	18,61
17	1	1	1	1	-1	1	-1	1	1	1	-1	1	17,81	18,15
18	1	-1	1	-1	1	-1	1	1	-1	-1	-1	-1	16,69	16,75
19	1	-1	1	-1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	1	16	15,81
20	-1	1	-1	1	-1	1	1	1	1	1	-1	-1	17,94	18,01
21	-1	1	1	-1	1	1	1	-1	-1	-1	1	1	16,99	16,97
22	1	-1	1	1	1	-1	-1	-1	1	-1	1	-1	17,36	17,21
23	1	1	1	1	-1	1	1	1	-1	-1	-1	1	16,62	16,43
24	1	1	-1	-1	1	-1	1	1	-1	-1	1	-1	18,5	18,57
25	-1	-1	1	1	1	-1	1	1	1	1	-1	1	11,75	12,37
26	1	1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	1	-1	19,34	19,35

Толщина несущей части стены из каменной кладки с коэффициентом теплопроводности  $0,76 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^\circ\text{C})$  изменялась от  $0,25$  до  $0,38$  м. Толщина теплоизоляционного слоя принималась от  $0,14$  до  $0,27$  м; он может быть выполнен из пенополистирола, минераловатных плит или монолитного пенобетона. Коэффициент теплопроводности данных материалов изменяется в пределах  $0,042-0,12 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^\circ\text{C})$ .

Защитно-декоративный слой выполнен из кирпичной кладки на цементно-песчаном растворе толщиной  $0,12$  м с коэффициентом теплопроводности  $0,76 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^\circ\text{C})$ .

Стеновой элемент может изготавливаться из железобетона плотностью  $2400 \text{ кг}/\text{м}^3$  или конструктивного керамзитобетона плотностью  $1400 \text{ кг}/\text{м}^3$  с коэффициентом теплопроводности соответственно  $1,92$  и  $0,76 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^\circ\text{C})$ .

В зависимости от материала, шага размещения стенового элемента по высоте стены, толщины теплоизоляционного материала и т. д. такие геометрические параметры, как высота и ширина перемычки, а также шаг перемычек в стеновом элементе, могут изменяться в значительных пределах. Поэтому в расчетах принято: высота стенового элемента  $0,065-0,22$  м; ширина  $0,12-0,25$  м; шаг перемычек  $0,4-1,2$  м. В эти пределы варьирования попадают почти все возможные варианты геометрии стенового элемента.

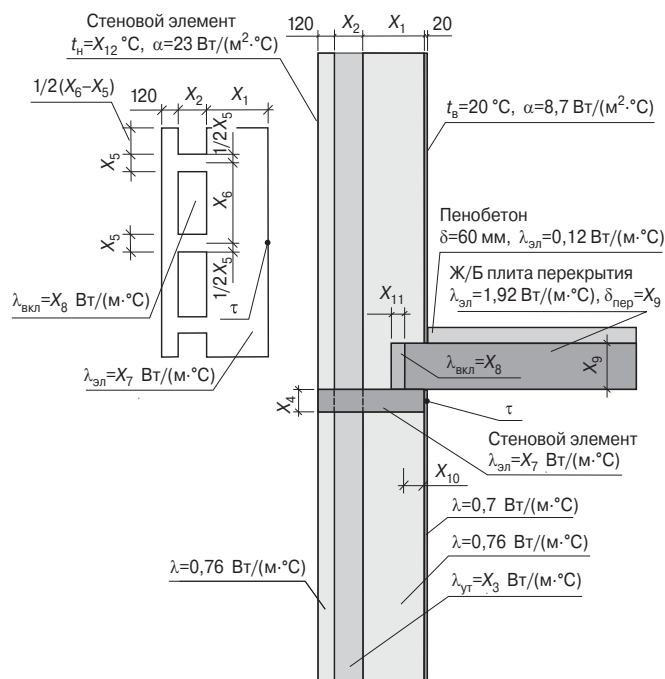


Схема узла наружной трехслойной стены в месте опирания плиты перекрытия на стеновой элемент

Таблица 3

$N_r$	$X_1$ ( $\delta_{ст}$ )	$X_2$ ( $\delta_{ут}$ )	$X_3$ ( $\lambda_{ут}$ )	$X_4$ ( $h_{эн}$ )	$X_5$ ( $b_{пер}$ )	$X_6$ ( $l_{пер}$ )	$X_7$ ( $\lambda_{эн}$ )	$X_8$ ( $\lambda_{чкл}$ )	$X_9$ ( $\delta_{пер}$ )	$X_{10}$ ( $l_{оп}$ )	$X_{11}$ ( $\delta_{твкл}$ )	$X_{12}$ ( $t_n$ )	$\dot{Y}_q$	$\hat{Y}_q$	$S_q^2$
1	-0,54 (0,28)	-0,54 (0,17)	-0,5 (0,0615)	-0,54 (0,1)	-0,08 (0,18)	0 (0,8)	0 (1,34)	0 (0,081)	+0,6 (0,2)	+0,43 (0,17)	+0,67 (0,04)	+0,5 (-32)	17,42	16,9	0,2704
2	+0,54 (0,35)	+0,54 (0,24)	+0,5 (0,1005)	+0,48 (0,18)	-0,08 (0,18)	0 (0,8)	0 (1,34)	0 (0,081)	-0,6 (0,14)	-0,43 (0,14)	-0,67 (0,01)	-0,5 (-24)	17,66	17,4	0,0676
3	-0,08 (0,31)	-0,08 (0,2)	0 (0,081)	-0,03 (0,14)	-0,54 (0,15)	+0,5 (1)	-0,5 (1,05)	+0,5 (0,1005)	0 (0,17)	-0,14 (0,15)	0 (0,03)	0 (-28)	17,81	17,59	0,0484
4	-0,54 (0,28)	+0,54 (0,24)	-0,5 (0,0615)	+0,48 (0,18)	-0,08 (0,18)	0 (0,8)	0 (1,34)	0 (0,081)	-0,6 (0,14)	+0,43 (0,17)	-0,67 (0,01)	+0,5 (-32)	17,45	16,93	0,2704
5	-0,08 (0,31)	-0,08 (0,2)	0 (0,081)	-0,03 (0,14)	-0,08 (0,18)	0 (0,8)	0 (1,34)	0 (0,081)	0 (0,17)	-0,14 (0,15)	0 (0,03)	0 (-28)	17,43	17,09	0,1156

Пустоты в стеновом элементе могут заделываться пенополистиролом или пенобетоном с коэффициентом теплопроводности соответственно 0,042 и 0,12 Вт/(м·°С).

В качестве плит перекрытий используются железобетонные плиты толщиной 0,12–0,22 м, имеющие ширину площадки опирания на стеновой элемент 0,12–0,19 м. Торцевые поверхности плит перекрытия могут быть изолированы термовкладышами толщиной до 0,06 м.

Граничные условия для исследуемого участка стены принимались следующими: для внутренней поверхности стены коэффициент теплоотдачи и температура внутреннего воздуха соответственно  $\alpha_{в} = 8,7$  Вт/(м<sup>2</sup>·°С) и  $t_{в} = +20$ °С; для наружной поверхности стены коэффициент теплоотдачи наружной поверхности стены для зимних условий эксплуатации принят равным  $\alpha_{н} = 23$  Вт/(м<sup>2</sup>·°С), а температура наружного воздуха ( $t_n$ ) варьировалась  $-20$  –  $-36$ °С, что позволяло моделировать температурный режим исследуемого узла в различных климатических условиях и ввести в исследование двенадцатый фактор ( $X_{12}$ ): тепловой поток в направлении, перпендикулярном поперечному сечению узла, принят равным нулю ( $q = 0$  Вт/м<sup>2</sup>).

В качестве отклика принята температура  $\tau$  ( $\dot{Y}$ ) в середине перемычки стенового элемента (см. рисунок).

Расчеты выполнялись с использованием программы TEMPER-3D, позволяющей моделировать трехмерные температурные поля методом конечных элементов.

Для оценки значимости рассматриваемых факторов использован метод случайного баланса с планированием вычислительного эксперимента на сверхнасыщенном плане  $2^{12}/26$  [1] (табл. 2).

Обработка результатов вычислительного эксперимента включала итерационную процедуру поочередного включения и исключения факторов. Критерием степени влияния факторов и эффектов их взаимодействия являлись величины парного коэффициента корреляции и критерия Стьюдента. Всего рассматривалось и оценивалось 79 эффектов (одного свободного члена уравнения регрессии, двенадцати линейных членов, шестидесяти шести факторов парных взаимодействий).

На первом этапе выбирались факторы с максимальным коэффициентом корреляции и для них строились линейные уравнения регрессии. При этом остатки вычислялись посредством вычитания значений  $\dot{Y}_i$ , рассчитанных по построенной модели, из параметра оптимизации  $\hat{Y}_i$ , полученного на основании проведенного численного эксперимента. На втором этапе вычислялись парные коэффициенты корреляции между взаимодействиями факторов и остатками предыдущего этапа. При выполнении итераций появляющиеся

незначимые по  $t$ -критерию факторы заменялись новыми факторами, максимально коррелированными с остатками.

На каждом этапе вычислялась остаточная дисперсия и проверялась адекватность уравнения регрессии. Эта процедура продолжалась до достижения адекватности модели. Полученная таким образом модель включала 14 эффектов из 79 возможных. При этом четыре из рассматриваемых факторов  $X_8$ ,  $X_9$ ,  $X_{10}$  и  $X_{11}$  в рассматриваемом диапазоне изменения значений оказались незначимыми и не были включены в окончательный вид модели:

$$\hat{Y} = 17,12 + 0,32X_1 + 0,48X_2 - 0,43X_3 - 0,47X_4 - 0,21X_5 + 0,35X_6 - 0,68X_7 - 0,55X_{12} + 0,26X_4X_6 - 0,46X_4X_7 - 0,12X_5X_7 - 0,13X_5X_9 + 0,41X_8X_7. \quad (1)$$

Адекватность полинома при решении аппроксимационных задач проверялась для точек факторного пространства, не входящих в план эксперимента. Как показывает опыт, при постановке экспериментов в вершинах факторного пространства наибольшее расхождение между  $\dot{Y}_i$  и  $\hat{Y}_i$  имеется в точках, находящихся на гранях, соединяющих вершины факторного пространства, и в центральной точке. Поэтому для проверки адекватности проведено пять дополнительных расчетов в выбранных точках (табл. 3). При этом использовался критерий Кохрена [2].

Для полученной модели расчетное значение критерия Кохрена оказалось равным  $G = 0,3501$  и не превышало критического значения  $G_{0,05;1;5} = 0,8412$ . Следовательно, можно принять гипотезу об однородности дисперсий, и тогда оценка генеральной дисперсии неадекватности равна:  $S^2 = 0,1549$ .

Качество аппроксимации данных полученным уравнением можно оценить, сравнив остаточную дисперсию  $S_0^2$  и дисперсию относительно среднего  $S_y^2$  по критерию Фишера  $F$ .

При уровне значимости  $\alpha = 0,05$  и числе степеней свободы  $f_1 = 25$ ,  $f_2 = 12$  оказалось, что расчетное значение критерия  $F = 22,0776$  превышает табличное значение  $F_{0,05;25;12} = 2,5$ , т. е. рассеяние относительно полученного уравнения регрессии почти в 9 раз меньше рассеяния относительно среднего. Это подтверждает эффективность полученного уравнения регрессии и его пригодность для дальнейшего использования с целью оптимизации конструктивного решения узла.

#### Список литературы

- Хартман Л., Лецкий Э., Шефер В. и др. Планирование эксперимента в исследованиях технологических процессов / Под ред. Э.К. Лецкого. М.: Мир, 1987. 522 с.
- Веников В.А., Веников Г.В. Теория подобия и моделирования. М.: Высшая школа, 1984. 439 с.

УДК 697.1

*Н.Д. ДАНИЛОВ, канд. техн. наук,  
Якутский государственный университет им. М.К. Аммосова*

## Необходимость корректировки некоторых пунктов норм проектирования «Тепловая защита зданий»

*Приведены предложения по корректировке некоторых положений пунктов СНиП 23-02-03 «Тепловая защита зданий» с точки зрения применимости их к проектированию зданий в зоне вечной мерзлоты.*

После ознакомления со СНиП 23-02-03 [1] представляется, что некоторые пункты главы «Тепловая защита зданий» этого нормативного документа требуют корректировки или дополнения.

Пункт 5.1 целесообразно изложить в следующей редакции. Нормами проектирования установлены следующие критерии тепловой защиты здания:

а) приведенное сопротивление теплопередаче отдельных элементов ограждающих конструкций  $R_0$ , м<sup>2</sup>·°С/Вт, должно быть не менее нормируемых  $R_{reg}$ , м<sup>2</sup>·°С/Вт:

$$R_0 \geq R_{reg}; \quad (1)$$

б) расчетный температурный перепад  $\Delta t$ , °С между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции не должен превышать нормируемых величин  $\Delta t_n$ , °С:

$$\Delta t_0 \leq \Delta t_n; \quad (2)$$

в) температура внутренней поверхности несветопрозрачных ограждающих конструкций  $\tau_{si}(\tau'_{si})$  должна быть не ниже температуры точки росы  $t_d$  при расчетных условиях:

$$\tau_{si}(\tau'_{si}) \geq t_d; \quad (3)$$

г) удельный расход тепловой энергии на отопление здания  $q_h^{des}$ , должен быть меньше или равен нормируемому значению  $q_h^{reg}$ :

$$q_h^{des} \leq q_h^{reg}. \quad (4)$$

Если удельный расход тепловой энергии на отопление здания получится существенно меньше, чем нормируемое значение, то следует определить экономически целесообразное сопротивление теплопередаче  $R_0^{ec}$ , м<sup>2</sup>·°С/Вт, ограждающих конструкций. Расчетное сопротивление теплопередаче наружной ограждающей конструкции следует принять равным экономически целесообразному, если при этом выполняются условия (2) и (3).

Требования тепловой защиты здания будут выполнены, если в жилых и общественных зданиях будут соблюдены требования пунктов «а», «б» и «в», либо «б», «в» и «г». В зданиях производственного назначения, за исключением случаев, отмеченных в пункте 5.4, необходимо соблюдать требования пунктов «б», «в» и «г».

Изменение пункта 5.1 СНиП 23-02-2003 в таком виде целесообразно, так как нормы проектирования не учитывают экономических показателей (в нормах проектирования «Строительная теплотехника» определялось экономически целесо-

образное сопротивление теплопередаче). О необходимости включения экономического критерия в нормы проектирования «Тепловая защита зданий» отмечено во многих статьях [2–4]. Методика определения экономически целесообразного сопротивления теплопередаче приведена в пособии к Московским городским строительным нормам [5]. При введении экономически целесообразного сопротивления теплопередаче формулы (8) и (9) пункта 5.13 можно не применять.

В пункт 5.5. после «...лестничных клеток.» добавить: «В регионах с вечномерзлыми грунтами сопротивление теплопередаче ограждений неотапливаемого подполья с утепленными стенками определяется решением уравнения теплового баланса при выполнении следующих условий:

- плотность теплового потока через цокольное перекрытие не должна превышать значения, которое получается при расчете перекрытия над неотапливаемым подпольем, имеющим сопротивление теплопередаче  $R_{reg}$  в соответствии с табл. 4 СНиП;
- глубина чаши протаивания не должна превышать глубины деятельного слоя, если ставится условие сохранения температурного режима вечномерзлых грунтов.

Расчетная температура неотапливаемого подполья с утепленными стенками устанавливается решением уравнения теплового баланса».

Табл. 4. Наименование 4-го столбца желательно привести в следующей редакции: «Покрытий, перекрытий над проездами и проветриваемыми подпольями».

Пункт 5.6. После первого предложения добавить: «Значение приведенного сопротивления теплопередаче стены определять при проектном положении оконной коробки». Такое уточнение необходимо потому, что проектировщики, возможно, будут определять сопротивление теплопередаче, не учитывая того, где в конкретном случае размещается оконная коробка относительно конструкции стены, а это приведет к существенным погрешностям результатов расчета. Расчеты [6] показали, что максимальное значение сопротивления теплопередаче ограждения достигается при смещении оконного блока к середине стены (примерно на расстояние 1/3 от наружной поверхности).

С использованием программы расчета двумерных температурных полей определены значения приведенного сопротивления теплопередаче однородной стены и оконной коробки с тройным остеклением по горизонтальному сечению [7]. Максимальное значение приведенного сопротивления теплопередаче ограждения (см. рисунок) обеспечивается при размещении оконной коробки на расстоянии от 1/3

до 1/2 толщины стены от ее наружной поверхности. Чем ближе к внутренней поверхности стены размещается оконная коробка, тем выше становится температура внутренней поверхности откоса (см. таблицу). Для оценки влияния местоположения оконной коробки на теплозащитные показатели стены следует определить приведенное сопротивление теплопередаче конструкции без учета заполнения светопроема из условия равенства тепловых потоков (5):

$$\frac{F}{R_0^k}(t_{int} - t_{ext})(1 + \Sigma\beta)n = \frac{F_p}{R_{op}}(t_{int} - t_{ext})(1 + \Sigma\beta)n + \frac{F_w}{R_{ow}}(t_{int} - t_{ext})(1 + \Sigma\beta)n, \quad (5)$$

где  $F$ ,  $F_p$ ,  $F_w$  – соответственно площади всей конструкции, панели и окна, м<sup>2</sup>;  $R_0$ ,  $R_{op}$ ,  $R_{ow}$  – соответственно приведенное сопротивление теплопередаче всей конструкции, панели и окна, м<sup>2</sup>·°C/Вт;  $t_{int}$ ,  $t_{ext}$  – соответственно расчетные температуры внутреннего и наружного воздуха, °C;  $\beta$  – добавочные потери теплоты в долях от основных потерь;  $n$  – коэффициент учета положения наружной поверхности ограждения по отношению к наружному воздуху.

После сокращения и подстановки численных данных получается уравнение с одним неизвестным:

а) для варианта с минимальным значением  $R_0$ :

$$\frac{3}{0,656} = \frac{1,5}{0,55} + \frac{1,5}{R_{op}},$$

откуда  $R_{op} = 0,813$  м<sup>2</sup>·°C/Вт;

б) для варианта с максимальным значением  $R_0$ :

$$R_{op} = 0,966 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}.$$

Для рассмотренного типа ограждения – толщина стены 0,9 м; коробки 0,15 м; коэффициент теплопроводности материала стены  $\lambda = 0,7$  Вт/(м·°C) дифференциация значений  $R_{op}$  в зависимости от местоположения оконного заполнения составляет существенную величину:  $\Delta = 15,8\%$ .

Пункт 5.9 СНиП устанавливает только требования, которые исключают снижение температуры внутренней поверхности ограждающей конструкции в зоне теплопроводных включений ниже температуры точки росы внутреннего воздуха при расчетной температуре наружного воздуха в холодный период года. Но как показывают натурные наблюдения и результаты расчетов [8], в регионах с вечномерзлыми грунтами, где здания возводятся с проветриваемыми и холодными подпольями, наличие протяженных теплопроводных включений в цокольном перекрытии приводит к

Величина смещения оконной коробки от наружной поверхности	Приведенное сопротивление теплопередаче ограждения по горизонтальному сечению $R_0$ , м <sup>2</sup> ·°C/Вт	Минимальная температура внутренней поверхности оконного откоса $t'_{si}$ , °C
0	0,656	-11,1
0,15	0,687	-6,3
0,3	0,701	-4,1
0,45	0,699	-2,2
0,6	0,668	-0,2
0,75	0,665	4,5

значительному снижению температуры пола по сравнению с нормируемой величиной. Конструкция цокольного перекрытия жилого дома 112-й серии состоит не только из плит и теплоизоляционного слоя, но и из железобетонного ростверка, являющегося мощным теплопроводным включением. Результаты расчета показывают, что температура поверхности пола в зоне контакта с ростверком существенно ниже, чем нормативная ( $t'_{si} = 11^\circ\text{C}$ ). Помещение по трем сторонам как бы имеет плитусное охлаждение, что и вызывает снижение температуры поверхности пола по сравнению с нормируемой величиной, хотя требования норм проектирования соблюдаются ( $t'_{si} > t_d$ ).

Таким образом, в нормах проектирования должно быть четкое количественное (по площади или протяженности) регламентирование теплопроводных включений в цокольных перекрытиях зданий с проветриваемыми и неотапливаемыми подпольями. Локальные теплопроводные включения (колонны и т. п.) не будут оказывать существенного влияния на температурный режим пола. Пункт 5.9 Норм проектирования необходимо дополнить следующим предложением: «При наличии в цокольных перекрытиях зданий с проветриваемыми и холодными подпольями протяженных теплопроводных включений необходимо предусматривать меры, чтобы температура внутренней поверхности пола по ним была не ниже нормативной температуры внутренней поверхности наружных стен, размещенных над ними, и не ниже нормативной температуры пола, если теплопроводные включения располагаются под внутренними стенами или перегородками». Это предложение нашло отражение при разработке ТСН Республики Саха (Якутия) [9], но так как вечная мерзлота занимает существенную часть территории России, его целесообразно ввести и в СНиП «Тепловая защита зданий».

Представляется, что если в таблице Норм приведены значения коэффициента теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции, то должны быть приведены и значения коэффициента для наружной поверхности. Или же следует ограничиться внесением в раздел 5 СНиП таблиц 4, 5, 8 и 9, устанавливающих определенные требования, а остальные перенести в свод правил по проектированию тепловой защиты зданий.

Кроме многоэтажных зданий возводятся малоэтажные. Во многих из них помещения ограничены двумя и более наружными ограждениями. В таких домах теплообмен внутренних поверхностей ограждений происходит с меньшей интенсивностью, чем в рядовых помещениях многоэтажных зданий [10]. Поэтому коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности стен, полов, потолков малоэтажных зданий должен или приниматься на основании расчета теплового баланса, или не более 7,5 Вт/(м<sup>2</sup>·°C).

Полный отказ от учета величины тепловой инерции при проектировании ограждающих конструкций в зимних условиях не совсем правомерен, особенно для регионов с низкой отрицательной температурой. Например, минимальное значение показателя тепловой инерции может быть установлено исходя из времени устранения наиболее часто повторяющегося типа аварии наружных теплосетей, в течение которого массивность ограждения не позволит охладиться помещению ниже 8°С (или ниже 0°С). Соответственно чем ниже будет расчетная зимняя температура, тем больше должно быть значение показателя тепловой инерции. Эта проблема требует проведения целенаправленных исследований.



### Список литературы

1. СНиП 23-02-2003. Тепловая защита зданий. Госстрой России. М.: ФГУП ЦПП, 2004. 26 с.
2. *Иванов Г.С.* Нормирование и рентабельность повышения уровня теплозащиты ограждающих конструкций // Жилищное строительство. 1996. № 9. С. 11–13.
3. *Иванов Г.С., Дмитриев А.Н.* Проблема энергосбережения в зданиях в теплофизическом и экономическом аспектах технического нормирования // Промышленное и гражданское строительство. 1998. № 10. С. 19–22.
4. *Морозенский В.Л.* Об оценке экономической эффективности повышения теплозащиты зданий // БСТ. 1999. № 12. С. 54–55.
5. Пособие к МГСН 2.01-99. Энергосбережение в зданиях. М.: НИИЦ, 2000. 95 с.
6. *Авдеев Г.К.* Московские городские строительные нормы (МГСН) и метод расчета приведенного сопротивления теплопередаче стеновых панелей // Промышленное и гражданское строительство. 1995. № 3. С. 36–38.
7. *Данилов Н.Д., Винокуров С.П.* Теплопотери через оконные откосы и пути их снижения // Современные проблемы теплофизики в условиях Крайнего Севера: Матер. науч. конф. Якутск: ЯФ Изд-ва СО РАН, 2002. С. 91–98.
8. *Данилов Н.Д.* Температурный режим цокольного перекрытия в зданиях с холодными подпольями // Жилищное строительство. 1999. № 10. С. 24–26.
9. ТСН 23-343-2002. Теплозащита и энергопотребление жилых и общественных зданий. Якутск: Минстрой РС(Я), 2002. 68 с.
10. *Данилов Н.Д., Амосов С.П.* Об особенностях проектирования малоэтажных жилых зданий // Жилищное строительство. 2000. № 7. С. 25–26.

**ВЫСТАВКА 2008**

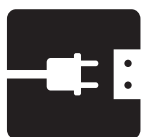
## ГОРОДСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

16–18 октября, Кисловодск

- Коммунальное хозяйство
- Инженерные ресурсоснабжающие сети
- Водоочистка, водоподготовка, водоотведение, канализование
- Диагностическое оборудование для ЖКХ
- Газификация
- Тепло-, ресурсосбережение
- Приборы контроля и учета
- Отопление, вентиляции и кондиционирование, сантехника и канализация, газо- и электроснабжение
- Светотехника и электротехника
- Экология, озеленение и ландшафтный дизайн

ВЦ «КАВКАЗ» РОСЯЭКС ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР ОБЛАСТНОГО СТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА Генеральный информационный спонсор Стройка ГОРОДСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

(87937) 331-14/79; kavkaz-expo@mail.ru  
(863) 240-32-60/61; rostex@aanet.ru  
www.rostex-expo.ru



## 15-я выставка “ВАШЕ ЖИЛИЩЕ” энергоэффективных технологий Ярославль, 17-19 сентября 2008 г.

Выставка - в рамках всероссийской конференции “**Основные проблемы и механизмы реализации программы “Модернизация ЖКХ”**”

- в 2007 году в конференции приняло участие **281 человек** из 32 городов России из **21 субъекта РФ**: Руководители региональных органов власти и органов местного самоуправления, руководители и ведущие специалисты жилищно-коммунальной сферы, строительства

- Списки участников конференции на сайте (250 – 500 специалистов профильной отрасли)

- Такая концентрация целевой аудитории позволяет Участнику выставки эффективно представить и реализовать свою продукцию. Экспонент устанавливает контакт именно с теми, кто принимает решение.

### РАЗДЕЛЫ ВЫСТАВКИ:

- строительные материалы и конструкции
- средства теплозащиты зданий и сооружений
- оборудование для тепло-, водо-, газо- и энергосбережения
- альтернативные источники энергии
- инженерное оборудование и системы
- электротехническое оборудование
- дорожные, строительные, коммунальные машины и техника
- системы очистки воды и воздуха
- услуги по управлению жилым фондом (управляющие и эксплуатирующие компании)

Оргкомитет: (4852) 45-06-46, 73-28-87

E-mail: info@energo-resurs.ru

Сайт выставки: www.energo-resurs.ru

УДК 543.712

С.В. КОРНИЕНКО, канд. техн. наук,  
Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет

## Равновесное влагосодержание материалов в шкале потенциала влажности

Приведена уточненная зависимость равновесного влагосодержания материала от абсолютного потенциала влажности при  $t=20^\circ\text{C}$ , полученная на основе теории капиллярной конденсации. Полученный результат является основой для дальнейшего развития теории влагопереноса в ограждающих конструкциях зданий.

Для моделирования влагопереноса в материалах ограждающих конструкций необходимо иметь параметр, определяющий влажностное состояние материалов и воздушной среды. В качестве такого параметра удобно использовать потенциал влажности [1–3].

В [4] предложена новая шкала потенциала влажности для материалов ограждающих конструкций. Абсолютный потенциал влажности  $\Theta_p$ , кДж/кг, показывает изменение энергии системы влажный материал – воздух при изменении парциального давления водяного пара в материале  $p$  по сравнению с давлением насыщенного водяного пара  $p_s$  свободной жидкости при эталонной температуре  $t_0=20^\circ\text{C}$ :

$$\Theta_p = -135,3 \ln(1 - p/p_s), \quad (1)$$

где  $p/p_s$  – относительное парциальное давление водяного пара в материале.

Установлена зависимость  $w(\Theta_p, t)$  равновесного влагосодержания от абсолютного потенциала влажности при разных температурах для ряда строительных материалов. В настоящей работе уточняется зависимость равновесного влагосодержания материала от абсолютного потенциала влажности при эталонной температуре на основе теории капиллярной конденсации.

В [5] показано, что пористый материал можно моделировать в виде системы не связанных между собой цилиндрических капилляров разных радиусов. Понижение давления пара в капиллярах приводит к капиллярной конденсации в материале. Зависимость между радиусом капилляра  $r$ , заполненного жидкостью, и относительным парциальным да-

влением водяного пара  $p/p_s$  в капилляре устанавливается с помощью известного уравнения Кельвина:

$$\ln(p/p_s) = -\frac{2\sigma M}{\rho R T r}, \quad (2)$$

где  $\sigma$  – поверхностное натяжение воды;  $M$  – молярная масса воды;  $\rho$  – плотность воды;  $R$  – универсальная газовая постоянная;  $T$  – температура.

Из уравнения (2) и рассматриваемой модели пористого материала получим, что при фиксированных значениях температуры и давления пара  $p$  в материале происходит объемное заполнение влагой пор с радиусом, равным или меньшим значения  $r$ , определяемого из (2). При эталонной температуре  $t_0=20^\circ\text{C}$  и стандартных параметрах ( $\sigma=0,07269$  Н/м;  $M=18,0153 \cdot 10^{-3}$  кг/моль;  $\rho=1000$  кг/м<sup>3</sup>;  $R=8,31451$  Дж/(моль·К); уравнение (2) имеет вид:

$$p/p_s = \exp(-1,0745 \cdot 10^{-9} \frac{1}{r}). \quad (3)$$

Область применимости формулы (3) ограничена физической возможностью существования мениска жидкости в капилляре. Как показано в [5], нижней границей этой области является  $p/p_s=0,3$ , что соответствует объемному заполнению влагой пор радиусом  $r=0,9 \cdot 10^{-9}$  м, определенным из (3). Капиллярная конденсация в порах с меньшим радиусом происходит по механизму, зависящему только от свойств влаги, но не от размера пор, поэтому уравнение Кельвина при  $p/p_s < 0,3$  неприменимо. Верхней границей области применимости уравнения Кельвина является  $p/p_s=0,9999$  [3], что соответствует  $c_{\Theta p_0} \cdot 10^2$ , (кг/кг)/(кДж/кг)

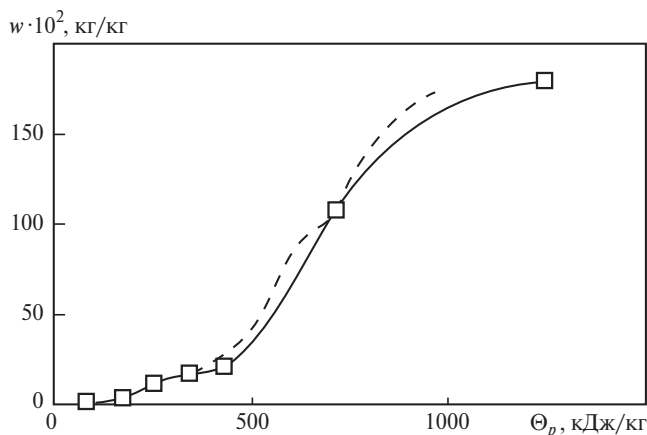


Рис. 1. Графики зависимости  $w(\Theta_p)_0$  для газосиликата  $\rho_0=390$  кг/м<sup>3</sup>

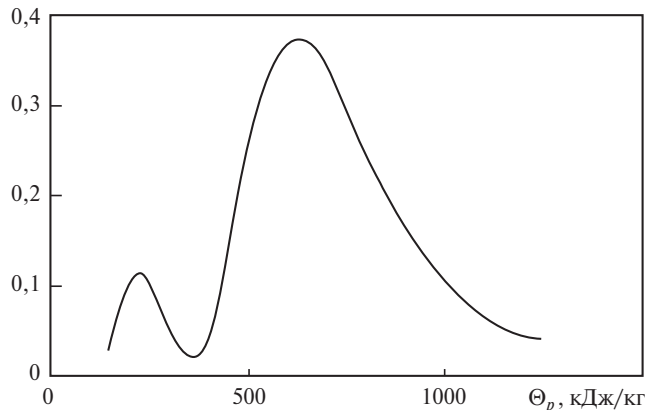


Рис. 2. График зависимости  $c_{\Theta p_0}(\Theta_p)$  для газосиликата  $\rho_0=390$  кг/м<sup>3</sup>

Материал	$\rho_0, \text{кг/м}^3$	Значения $w \times 10^2, \text{кг/кг}$ , при $\Theta_p, \text{кДж/кг}$													
		87	174	261	348	436	523	610	697	784	871	958	1045	1132	1246
Бетон тяжелый	2160	0,37	0,69	1,1	1,3	1,4	1,98	2,93	3,97	4,8	5,37	5,72	5,91	5,99	6
Керамзитобетон	1180	3,1	4,9	8,9	10,9	11,8	16,1	23,3	31	37,4	42	45	47	48,1	48,8
Пенобетон	775	2,6	4,7	7,8	9,3	10,0	15,4	24,7	34,7	42,8	48,4	52	53,9	54,8	55
Газобетон	700	6,2	8,1	9,3	10	11	12,3	14,8	19,4	—	—	—	—	—	—
Газосиликат	390	2,3	3,5	12,3	16,7	18,7	36,4	66,8	100	128	148	162	170	176	179
Раствор цементный	1800	1,1	1,7	2,6	3,1	3,3	4,07	5,32	6,69	7,82	8,64	9,2	9,57	9,8	9,96
Кирпич керамический	1700	0,09	0,23	0,41	0,49	0,53	2,74	6,67	11	14,5	17	18,5	19,4	19,8	20
Кирпич силикатный	1780	0,37	0,54	0,75	0,85	0,9	2,47	5,24	8,3	10,8	12,6	13,7	14,4	14,8	15
Минераловатные плиты	350	0,36	0,73	1,4	1,7	1,9	15,9	41,8	72,4	—	—	—	—	—	—
Пенополистирол	30	1,3	1,8	2,3	2,5	2,6	—	—	—	—	—	—	—	—	—

ствует заполнению влагой пор радиусом  $r = 1,07 \cdot 10^{-5}$  м. При  $p/p_s > 0,9999$  давление пара в материале практически равно давлению насыщенного пара свободной жидкости, уравнение Кельвина в этом случае также неприменимо.

Таким образом, область капиллярной конденсации в материале, определяемая уравнением Кельвина, ограничена условием  $0,3 \leq p/p_s \leq 0,9999$  ( $0,9 \cdot 10^{-9} \leq r \leq 1,07 \cdot 10^{-5}$  м).

Внутри рассматриваемой области выделим зону массовой капиллярной конденсации, где наиболее интенсивно происходит рост влагосодержания в материале. В [2] показано, что массовая капиллярная конденсация в материале наступает при  $p/p_s = 0,96$  ( $r = 2,63 \cdot 10^{-8}$  м), а завершается при  $p/p_s = 0,99-0,995$  ( $r = 1,07-2,14 \cdot 10^{-7}$  м).

Для приведенных выше значений  $p/p_s$  по формуле (1) определяем значения абсолютного потенциала влажности  $\Theta_p$ :  $p/p_s = 0,3$   $\Theta_p = 48,2$  кДж/кг;  $p/p_s = 0,96$   $\Theta_p = 436$  кДж/кг;  $p/p_s = 0,995$   $\Theta_p = 717$  кДж/кг;  $p/p_s = 0,9999$   $\Theta_p = 1246$  кДж/кг.

Таким образом, область капиллярной конденсации в материалах ограждающих конструкций в шкале потенциала влажности  $\Theta_p$  можно разделить на три зоны: А – адсорбционно-капиллярная (сорбционная) при  $48,2 \leq \Theta_p < 436$  кДж/кг; заполнение влагой пор в материале обусловлено полимолекулярной адсорбцией и капиллярной конденсацией; Б – массовой капиллярной конденсации при  $436 \leq \Theta_p \leq 717$  кДж/кг; заполнение основного объема пор происходит за счет интенсивной капиллярной конденсации в материале; В – капиллярно-насыщенная при  $717 < \Theta_p \leq 1246$  кДж/кг; действие капиллярных сил ослабевает, происходит постепенный переход к состоянию водонасыщения материала.

Пользуясь предложенной классификацией, определим равновесное влагосодержание материала в шкале абсолютного потенциала влажности. В сорбционной области (зона А) равновесное влагосодержание материала  $w$  определяется по изотерме сорбции-десорбции  $w(p/p_s)_{t_0}$  при эталонной температуре  $t_0 = 20^\circ\text{C}$ . В сверхсорбционной области (зоны Б и В) зависимость  $w(\Theta_p)_{t_0}$  строится на основании экспериментальных данных по трем точкам: при  $\Theta_p = 436$  кДж/кг (начало массовой капиллярной конденсации) равновесное влагосодержание  $w$  принимается равным максимальному сорбционному влагосодержанию  $w_{m.s}$ ; при  $\Theta_p = 717$  кДж/кг (окончание массовой капиллярной конденсации)  $w$  принимается равным водопоглощению  $w_m$  при непосредственном контакте материала с водой; при  $\Theta_p = 1246$  кДж/кг  $w$  принимается равным максимальному водонасыщению материала  $w_{\max}$ .

На рис. 1 представлен график зависимости  $w(\Theta_p)_{t_0}$ , построенный по предлагаемой методике для газосиликата

( $\rho_0 = 390$  кг/м<sup>3</sup>). Маркерами показаны данные по влагосодержанию  $w$ , построенные в узлах шкалы потенциала влажности  $\Theta_p$ . Сплошная линия представляет собой интерполяцию данных с помощью линейных сплайн-функций. Из рис. 1 видно, что наиболее интенсивный рост влагосодержания  $w$  происходит в области массовой капиллярной конденсации, при переходе к капиллярно-насыщенной зоне рост влагосодержания замедляется. На рис. 1 пунктиром показан график зависимости равновесного влагосодержания от абсолютного потенциала влажности (при  $t_0$ ), полученный на основании экспериментальных данных [1] для того же материала. Из рисунка видно, что данные, полученные по предлагаемой методике, согласуются с экспериментальными данными [1].

В таблице приведены значения равновесного влагосодержания  $w$  ряда строительных материалов в шкале абсолютного потенциала влажности  $\Theta_p$  при эталонной температуре  $t_0$ , полученные по уточненной методике.

Дифференцируя функцию  $w(\Theta_p)_{t_0}$ , получим удельную абсолютную влагоемкость материала при  $t_0 = 20^\circ\text{C}$ :  $c_{\Theta p_0} = dw(\Theta_p)_{t_0} / d\Theta_p$ . График зависимости  $c_{\Theta p_0}(\Theta_p)$  удельной влагоемкости от абсолютного потенциала влажности для газосиликата ( $\rho_0 = 390$  кг/м<sup>3</sup>) приведен на рис. 2. Максимум функции  $c_{\Theta p_0}(\Theta_p)$  при  $\Theta_p = 633$  кДж/кг лежит в зоне массовой капиллярной конденсации в материале.

Полученный результат является основой для дальнейшего развития теории влагопереноса в ограждающих конструкциях зданий.

### Список литературы

1. Богословский В.Н. Строительная теплофизика (теплофизические основы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха). 2-е изд., перераб. и доп. М.: Высш. школа, 1982. 415 с.
2. Лыков А.В. Теоретические основы строительной теплофизики. Минск: Изд-во АН БССР, 1961. 520 с.
3. Перехоженцев А.Г. Вопросы теории и расчета влажностного состояния неоднородных участков ограждающих конструкций зданий. Волгоград: ВолгГАСА, 1997. 273 с.
4. Корниенко С.В. Потенциал влажности для определения влажностного состояния материалов наружных ограждений в неизотермических условиях // Строительные материалы. 2006. № 4. С. 88–89.
5. Грег С., Синг К. Адсорбция, удельная поверхность, пористость. М.: Мир, 1970. 408 с.

УДК 624

*А.М. БЕРЕГОВОЙ, д-р техн. наук,  
О.Л. ВИКТОРОВА, канд. техн. наук, В.А. БЕРЕГОВОЙ, канд. техн. наук,  
Пензенский государственный университет архитектуры и строительства*

## Энергосбережение в жилых зданиях с альтернативными источниками энергии

*Показано, что энергосберегающий эффект использования тепла верхнего слоя земли для модели здания с площадью до 120 м<sup>2</sup> при прокладке подземных каналов в подвальном помещении составляет 25–40%.*

Исчерпание запасов традиционных источников энергии, быстрый рост цен на углеводородное сырье в начале XXI в. и в обозримом будущем превратили проблему рационального использования, экономии топливно-энергетических ресурсов и изыскания альтернативных источников энергии в одну из первостепенных мировых проблем.

По данным [1], потенциал энергосбережения в России составляет 40–45% современного энергопотребления в стране (360–430 млн т условного топлива). Почти четверть этого потенциала сосредоточена в жилищно-коммунальном хозяйстве. Система теплоснабжения только гражданских зданий потребляет до 30% добываемого в нашей стране твердого и газообразного топлива.

Для использования в практике проектирования и строительства апробирован большой круг объемно-планировочных и архитектурно-конструктивных решений зданий, дающих энергосберегающий эффект. Однако в проектировании энергоэффективных зданий еще остается ряд вопросов, касающихся оценки влияния различных факторов на единую энергетическую систему здания (ЕЭС); исследования тепловой эффективности наружных ограждений энергоактивного типа; методов эффективного использования тепла солнечной радиации и верхних слоев земли.

Влияние экологически чистых ограждающих конструкций из малоэнергоемкого неавтоклавного ячеистого бетона и встроенных в них энергоактивных участков для восприятия тепла солнечной радиации рассмотрено в [2]. С учетом повышения термосопротивления таких участков удельная величина тепловой энергии на отопление индивидуального жилого дома с площадью отопления 120 м<sup>2</sup> за отопительный период в условиях центрального климатического района может быть снижена в 1,5 раза.

Для использования в практике проектирования планов застройки территорий предлагается удобная форма оценки энергетического эффекта блокирования квадратных и прямоугольных в плане зданий с помощью зависимостей и планировочных схем по определению коэффициента блокирования. Оценка энергосберегающего эффекта в зданиях, инсолируемые фасады которых имеют энергоактивные конструкции по поглощению тепла природной среды, может быть выполнена путем выбора ряда зависимостей, связывающих величину площади этих конструкций, количество и высоту этажей, ширину и полезную площадь здания [3].

Предложен способ повышения энергоэкономичности и снижения стоимости планировочного решения жилой секции ширококорпусных домов за счет переноса части подсобных помещений квартир в оборудованные подвальные ячейки, допустимая температура в которых обеспечивается теплом верхнего слоя земли. Достижимый при этом эффект энергосбережения на примере конкретной планировки такой секции составил 9%.

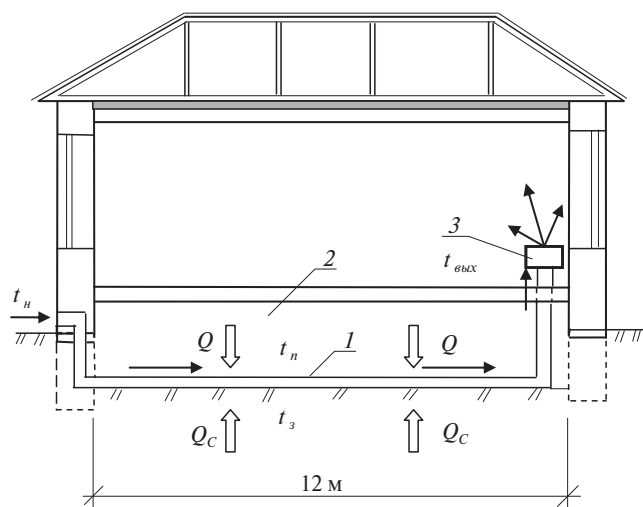
Дополнительный эффект энергосбережения в масштабе жилой застройки достигается в случае использования в периоды резких похолоданий другого фактора влияния ЕЭС – регулируемой системы подачи тепла от центрального теплового пункта для зданий, имеющих наружные ограждающие конструкции с различной тепловой инерцией [4]. Так, например, максимальные расчетные тепловые потери через упомянутые наружные стены из ячеистого бетона оказались в 1,2–1,3 раза меньше, чем через легкобетонные стены с неснимаемой пенополистирольной опалубкой или стены из ДСП с минераловатным утеплителем.

Для отдельных зданий использование индивидуальных тепловых пунктов в каждом здании с управляющим блоком позволяет экономить до 15–20% тепловой энергии за счет возможного снижения температуры внутреннего воздуха в ночное время, в выходные и праздничные дни [5].

Верхний слой земли можно рассматривать как находящийся под зданием естественный аккумулятор низкопотенциальной энергии со среднегодовой температурой 4–6°C. В климатических условиях центральных регионов России использование этого вида возобновляемой энергии представляет определенный интерес для экономии тепловой энергии в одноэтажных и малоэтажных зданиях.

Оценку энергоэффективности применения этого вида альтернативной энергии производили для индивидуального жилого дома, в котором предусмотрены тонкостенные бетонные каналы (с толщиной стенок 10 мм), расположенные в верхнем слое грунта непосредственно под полом подвального помещения (см. рисунок). Количество поступающего в каналы атмосферного воздуха обеспечивает необходимую кратность воздухообмена помещений. Воздух, выходящий из каналов во внутреннее воздушное пространство здания, подогревается до нормативной температуры системой воздушного отопления здания.

Получаемый эффект энергосбережения обосновывался тем, что, во-первых, поступающий из подземных каналов



Использование тепла верхнего слоя земли с помощью системы каналов: 1 – система каналов; 2 – подвальное помещение; 3 – система воздушного отопления

наружный вентиляционный воздух будет иметь более высокую температуру, чем воздух из естественной системы вентиляции, благодаря влиянию тепла верхнего слоя земли  $Q_c$  и теплопоступлениям из помещения через конструкцию пола  $Q$ . Во-вторых, подогрев холодного вентиляционного (инфильтрующегося) воздуха, поступающего в помещения, как известно, составляет 30–50% всей тепловой потребности здания.

В расчетной модели здания использовали следующие исходные данные: температура наружного воздуха  $t_n = -30^\circ\text{C}$ ; температура подвального помещения  $t_n = +14^\circ\text{C}$ ; температура слоя земли  $t_3 = +5^\circ\text{C}$ ; средняя скорость воздуха в каналах 1,08 м/с, разница по высоте между центрами входа и выхода воздуха в каналах 2 м. Оптимизируемыми факторами с учетом принятого в расчете расхода воздуха были приняты сечение каналов и их количество.

Необходимое количество воздуха для отопления (в системе воздушного отопления этого дома)  $G = 661,2$  кг/ч [6].

Установлено, что температура воздуха на выходе из каналов  $t_{\text{вых}}$  в систему воздушного отопления зависит от количества последних, например при наличии одного канала размером  $0,2 \times 1$  м  $t_{\text{вых}} = -25,3^\circ\text{C}$ , а при размещении восьми каналов размером  $0,1 \times 0,25$  м  $t_{\text{вых}} = -12^\circ\text{C}$ .

Расход тепла на нагревание воздуха в обычной системе воздушного отопления этого дома (без использования тепла земли) находится в пределах 33,1–49,6 МДж/ч при температуре воздуха, выходящего из воздухораспределителя системы воздушного отопления, от 20 до  $45^\circ\text{C}$ . При этом количество тепла, поступающего из земли, на нагрев воздуха в восьми каналах размером  $0,1 \times 0,25$  м равно 13,12 МДж/ч.

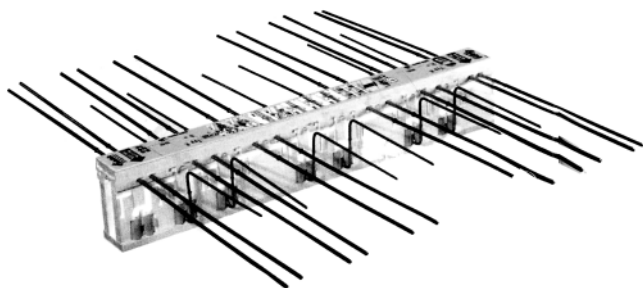
Энергосберегающий эффект использования тепла верхнего слоя земли для рассмотренной модели здания определен в виде доли тепла верхнего слоя земли для варианта из восьми подземных каналов, которая в зависимости от температуры воздуха, выходящего из воздухораспределителя, составила 26–40% от тепловой нагрузки системы воздушного отопления.

#### Список литературы

1. Шахин В.П. Энергоэффективность и энергосбережение в России: состояние, проблемы, пути решения // Энергонадзор и энергоэффективность. 2003. № 3. С. 7–13.
2. Береговой А.М., Прошин А.П., Береговой В.А., Гречишкин А.В. Наружные ограждающие конструкции, адаптированные к использованию энергии природной среды // Изв. вузов. Строительство. 2005. № 2.
3. Береговой А.М., Прошин А.П., Береговой В.А. Энергосбережение в архитектурно-строительном проектировании // Жилищное строительство. 2002. № 5. С. 4–6.
4. Береговой А.М., Прошин А.П., Береговой В.А., Викторова О.Л. и др. Архитектурно-строительные аспекты экономии тепла в регулируемой энергосистеме жилой застройки // Изв. вузов. Строительство. 2004. № 7. С. 91–97.
5. Табунщиков Ю.А. Малозатратные оперативные мероприятия по экономии энергии // Энергосбережение. 2007. № 1. С. 4–7.
6. Богословский В.Н. Строительная теплофизика. М.: Высшая школа, 1982. 415 с.

### Информация с выставки «МосБилд–2008»

Современное строительство в России характеризуется широким использованием монолитных и каркасных технологий. Такие технологии имеют неоспоримые преимущества, но требуют тщательной проработки вопросов теплоизоляции в сопряжениях конструкций. На стенде компании Schöck были представлены терморазъемы



Schöck Isokorb®, которые предназначены для устранения мостиков холода на консольных элементах, таких как балконы, лоджии, балки, фасадные консоли.

Конструкция терморазъема Schöck Isokorb® состоит из специальных стальных вкладышей, утепленных высокоэффективным пенополистиролом, и сводит мостики холода к минимуму. Разные типы конструкции Schöck Isokorb® снижают теплопроводность мостика холода до 94%.

Элементы Schöck Isokorb® поставляются потребителям в виде готовых блоков небольшой массы, с продуманной технологией установки. Элементы обеспечивают надежное соединение и выполняют несущую функцию для широкой номенклатуры конструкций при соединении сочетаний бетон–бетон, бетон–сталь или сталь–сталь.

# «МосБилд-2008»

## – стратегия развития российского строительства

*В начале апреля 2008 г. в Москве состоялась XIV Международная строительная выставка МосБилд, которая одновременно проходила на двух выставочных площадках – ЦВК «Экспоцентр» и «Крокус-Экспо». Ее организаторы – компания ITE Group PLC при содействии ЦВК «Экспоцентр».*

Ежегодно на выставке «МосБилд» демонстрируются современные достижения в сфере строительных материалов и технологий, разработки в области капитального строительства, продукция и услуги ведущих мировых компаний, занятых в сфере высотного и малоэтажного строительства, ремонта и отделки помещений. Выставка играет важную роль в развитии деловых отношений, обмена опытом и налаживания взаимовыгодного сотрудничества.

В ЦВК «Экспоцентр» компании представляли товары и услуги в рамках специализированных разделов: «Строительные материалы и оборудование», «Электрика», «Сантехника. Интерьеры ванных комнат», «Керамика», «Системы автоматизации зданий», «Оборудование и технологии для керамической промышленности», «Инженерное оборудование», «Инструменты, крепеж». На выставочных площадках «Крокус-Экспо» размещались разделы «Двери и замки», «Отделочные материалы», «Напольные покрытия», «Декор окна и декоративный текстиль», «Краски и покрытия», «Оконные технологии», «Строительный алюминий», «Фасадная архитектура», «Ворота и автоматика».

Особое внимание организаторы выставки в этом году уделили демонстрации энергосберегающих материалов, экспозиция которых занимала почти треть выставочных площадей.

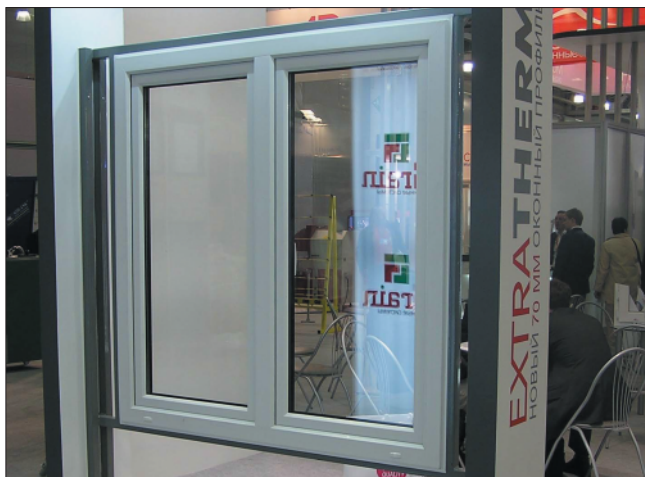
Практика показала, что примерно 27–30% тепла жилых и общественных помещений уходит через окна. Поэтому многие фирмы и компании, работающие в области оконного производства, представили ряд эффективных конструктивных решений, позволяющих обеспечить не только тепловой комфорт, но и высокие эстетические качества интерьеров и фасадов зданий.

В настоящее время рынок оконных технологий богат и разнообразен, особенно широко представлены технологии, основанные на полимерных материалах. Один из ведущих мировых производителей ПВХ-профилей международная компания Wintech продемон-

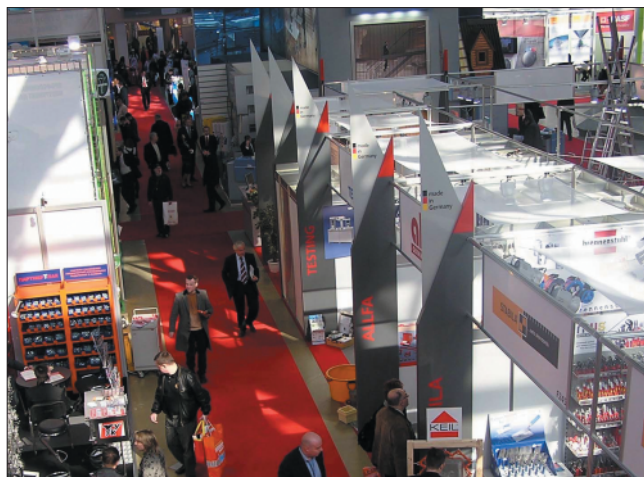
стрировала три основные профильные системы: Thermotech (70 мм), Isotech (58 мм) и Suntech (для балконов и лоджий). Профили Wintech выпускаются уже армированными – композитный усилитель находится внутри профиля, что позволяет сократить время изготовления конечной продукции, избежать лишних затрат на оборудование, перевозку и хранение металлического армирования. Заводы компании расположены во многих странах и в России. Выпускаемый профиль продается по всему миру, поэтому он обладает не только российскими, но и международными свидетельствами (ГОСТ, Сертификат соответствия IFT, Rosenheim, ISO и др.).

Большой интерес специалистов, занимающихся производством оконных профилей, вызвала продукция немецкой компании Exprof. Компания представила так называемые умные окна с климат-контролем. Внутрпрофильная система доступа воздуха возможна в широких коробках EXPROFero Therma и EXPROFero Suprema (глубиной 101 или 118 мм). В профиле рам предусмотрена специальная вентиляционная камера. В готовом окне она образует теплоизолированный воздухопровод по всему периметру рамы. Система отверстием соединяет его внизу рамы с улицей, вверху – с помещением, образуя на выходе надежный лабиринт для гашения звуковых волн. Воздух поступает в помещение под действием естественной тяги, улучшая воздухообмен. Воздух проходит внутри рамы не менее 2,5 м и успевает нагреться до попадания в помещение. Окна имеют четыре варианта остекления: одинарное стекло 4 мм; стеклопакеты 24, 32 и 36 мм. Сопротивление теплопередаче оконного блока со стеклопакетом 36 мм составляет: без приточной вентиляции 0,68 (м<sup>2</sup>·°C)/Вт; с приточной вентиляцией – 0,64 (м<sup>2</sup>·°C)/Вт.

Система профилей австрийской компании Grain, предназначенных для изготовления пластиковых окон и дверей для любых помещений, специально адаптирована к требованиям российского рынка. Главные профили Grain по толщине лицевых и нелицевых внеш-



Новые оконные профили шириной 70 мм фирмы ARTEC Fenstersysteme GmbH



Строительные материалы и оборудование на выставке «МосБилд-2008»



Коллекция дверей фирмы UNION-BARAUSSE

них стенок относятся к классу А, что подтверждает их максимальную формоустойчивость и прочность. Приведенное сопротивление теплопередаче составляет 0,8 (м<sup>2</sup>·°С)/Вт, что очень важно для северных российских регионов.

В последние годы российские компании, опираясь на передовые зарубежные технологии и учитывая климатические особенности, создали новые высокоэффективные производства, превосходящие по качеству мировых изготовителей оконной продукции. Фирма БФК (Красноярск) выпускает пластиковые окна, способные снижать уровень шума примерно на 32–33 дБ. Недавно внедрены в производство окна с самоочищающимся покрытием Pilkington Activ, которые практически не нуждаются в мытье. Покрытие, нанесенное на наружную сторону стекла, обеспечивает разложение органических загрязнений под воздействием солнца. Такие окна с самоочищающимся покрытием особенно важны для остекления высотных зданий.

Новый продукт представила датская компания Velux – радиоуправляемое «умное окно». Электроуправление окна можно вести в помещении с помощью пульта – контролировать вентиляцию, освещение помещений, а также их защиту от перегрева или посторонних глаз. Окно оснащено датчиком дождя, благодаря которому оно закрывается самостоятельно.

На «Мосбилд-2008» был представлен широкий ассортимент дверей различных конструктивных и дизайнерских решений. К тому же дверь как элемент конструкции здания играет существенную роль в сбережении тепла дома. В первую очередь это касается малоэтажного строительства. Согласно статистическим данным через дверь жилища уходит примерно 19–20% тепла.

Многие отечественные и зарубежные производители дверей, представленные на выставке, предложили строителям новые высококачественные коллекции, отвечающие современным требованиям. Например, итальянская компания UNION-BARAUSSE представила на своем стенде модельный ряд дверей с отделкой «дуб черный». Украшением новой коллекции служит дверь Venere V без притвора. Особенность этой модели – вставка из двух белых матовых закаленных стекол толщиной 4 мм с декоративной отделкой по краям. Короба дверей и телескопические наличники выполнены из ламельного массива. Новинки оснащены регулируемыми петлями.

В последние годы отечественные производители сделали значительный шаг вперед, создав прекрасные по дизайну и конструкциям двери для жилых и гражданских зданий. Тульская компания «Мебель-массив» продемонстрировала на выставке серию дверей, конструкция которых состоит из дверного полотна – филленчатая и под остекление. В остекленные дверные полотна вставлены витражи, изготовленные из химически матированного стекла типа «Сатинато» фирмы Glaverbel (Бельгия) толщиной 4 мм с элементами де-



Применение оконных профилей в нестандартных конструкциях

кора и фьюзинга (спеченного цветного стекла), укомплектованного уплотнителем. Помимо деревянных и пластиковых дверей на стендах можно было увидеть двери, изготовленные из стали (входные, противопожарные, технические и пуленепробиваемые и др.).

Важной составляющей выставки «Мосбилд» стала деловая программа. Конференция «Комплексная безопасность в строительстве: опыт, проблемы, решения» собрала более 100 ведущих специалистов отрасли из 20 регионов России. Основными темами для обсуждения стали технические регламенты, саморегулирование в строительной деятельности, использование современного технологического оборудования, научное обоснование вопросов безопасности. Пленарное заседание было дополнено мини-экспозицией, на которой были представлены новые технологии, оборудование и конструкции, применяемые для обеспечения безопасности в строительной отрасли.

Посетители выставки смогли получить бесплатные консультации по проектированию и строительству загородных домов. Здесь же можно было ознакомиться с работами победителей II Международного конкурса «ArchCeramica. Керамика и архитектура». Работы участников оценивались в двух номинациях – «Архитектура и отделка фасада общественного и жилого здания с использованием керамической плитки» и «Художественное оформление интерьеров общественных или жилых помещений с использованием керамической плитки». Прикладные вопросы автоматизации современных административных и жилых зданий для архитекторов и эксплуатационных служб обсуждались в рамках одноименной конференции. Доклады участников конференции касались экономической эффективности автоматизации процессов создания и эксплуатации современных строительных объектов, оптимизации работы инженерных систем зданий при помощи удаленного мониторинга, новых проектов автоматизации зданий, современных нормативных документов и эффективности эксплуатации объектов.

Научно-практическая конференция «Теплый дом. Комплексные инженерные системы» была посвящена проблемам системного обеспечения микроклимата с учетом строительных требований в домах усадебного типа к водоснабжению и водоотведению малоэтажной застройки.

Выставка «Мосбилд» прошла при поддержке Государственной думы РФ, Правительства Москвы, Правительства Московской области, Московской Городской думы, Союза дизайнеров России, Московской ассоциации предпринимателей, Российского союза промышленников и предпринимателей, Российского общества инженеров-строителей и Ассоциации строителей России.

**Виктор Страшнов**  
**Ольга Страшнова**

## Требования к материалам, направляемым в журнал «Жилищное строительство» для опубликования

В журнале «Жилищное строительство» публикуются оригинальные статьи, нигде ранее не опубликованные и не предназначенные для одновременной публикации в других изданиях.

Научные статьи рецензируются специалистами.

*Библиографические списки* цитируемой, использованной литературы должны быть оформлены в соответствии с ГОСТ 7.1–2003. Цитируемая литература приводится общим списком в конце статьи в порядке упоминания. Порядковый номер в тексте заключается в квадратные скобки.

Статьи, направляемые в редакцию журнала «Жилищное строительство» для опубликования, должны оформляться в соответствии с *техническими требованиями*:

- текст статьи должен быть набран в редакторе Microsoft Word (рекомендуемый объем 6 стандартных страниц машинописного текста или 10 тыс. знаков, включая таблицы и рисунки; размер шрифта 14, печать через 1,5 интервала, поля 3–4 см) и сохранен в формате \*.doc или \*.rtf;
- **единицы физических величин должны быть приведены в Международной системе единиц (СИ);**
- графические материалы (*графики, схемы, чертежи, диаграммы, логотипы и т. п.*) должны быть представлены **отдельными файлами** в форматах \*.cdr, \*.ai, \*.eps, выполненные в графических редакторах: CorelDraw и Adobe Illustrator. При изготовлении чертежей в системах автоматического проектирования (AutoCAD, Visuo и др.) необходимо экспортировать

чертежи в формат \*.eps. Сканирование графического материала и импорт его в перечисленные выше редакторы недопустимо. **Диаграммы, выполненные в Microsoft Excel, не принимаются.**

- иллюстративный материал (фотографии, коллажи и т. п.) должен быть передан в виде оригиналов фотографий, негативов или слайдов, либо в электронном виде – **отдельными файлами** в формате \*.tif, \*.psd, \*.jpg (качество «8 – максимальное») или \*.eps (Adobe PhotoShop) с разрешением не менее 300 dpi, размером не менее 115 мм по ширине, цветовая модель CMYK или Grayscale.

*Весь материал, передаваемый в редакцию в электронном виде, должен сопровождаться:*

- рекомендательным письмом руководителя предприятия (института) с указанием, является ли работа диссертационной;
- распечаткой, лично подписанной всеми авторами;
- рефератом на русском и английском языках;
- подтверждением, что статья предназначена для публикации в журнале «Жилищное строительство», ранее нигде не публиковалась, и в настоящее время не передана в другие издания;
- сведениями об авторах с указанием полностью фамилии, имени, отчества, ученой степени и ученого звания (звания в негосударственных академиях наук не указывать), должности, контактных телефонов, почтового и электронного адресов.

Подробнее можно ознакомиться с требованиями на сайте издательства «Стройматериалы»  
[www.rifsm.ru/avtoram.php](http://www.rifsm.ru/avtoram.php).

## Как оформить подписку на журнал «Жилищное строительство»

### На почте:

**Индексы 70283 – по объединенному каталогу «Пресса России»  
79250 – по каталогу агентства «Роспечать»**

### В редакции:

**Заявки на подписку принимаются по факсу (495) 976-22-08, 976-20-36  
или по электронной почте [gs-mag@mail.ru](mailto:gs-mag@mail.ru)**

### Альтернативная подписка:

«Агентство Артос-Гал»	(495) 160 58 47	«Экс-Пресс»	(495) 234 23 80
	504 13 45	«Урал-Пресс»	(495) 257 86 36
Агентство «Мир прессы»	(495) 787 63 62		(343) 375 80 71
«ИнформНаука»	(495) 787 38 73	«Агентство «Коммерсант-Курьер»	(495) 614 25 05
«Интер-почта»	(495) 500 00 60		(843) 291 09 82
«Красносельское агентство «Союзпечать»	(495) 707 12 88	«Сибирский почтовый холдинг»	(3912) 65 18 05
	707 16 58		