

## ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ОБЪЕКТОВ В ЖАРКОМ КЛИМАТЕ

**Б.Н. Омар, М.В. Молодцов**

*Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, Россия*

Статья посвящена проблемам применения современных строительных материалов и конструкций в условиях жаркого и влажного климата. Рассмотрены основные климатические факторы, определяющие физические параметры применяемых в данных условиях ограждающих материалов и конструкций. Приведены примеры решения проблем адаптации современных зданий в зарубежной практике к окружающим условиям. Освещены последние технологические разработки в области современных строительных материалов.

*Ключевые слова: материалы, климат, температура, влажность, объект, режим, факторы, физические параметры, конструкция, структура.*

При застройке городских кварталов в сложных природно-климатических условиях наряду с градостроительными и архитектурно-планировочными методами организации жилых структур одним из ключевых моментов является правильный подбор ограждающих материалов и конструкций. Особое внимание необходимо уделять их физическим свойствам, тепловой проводимости, удельному сопротивлению, оптической рефлексивности и т. п. [1].

Необходимо также учитывать район размещения объекта строительства, так как благодаря климатообразующим факторам макро- и микромасштаба (радиационные условия, ветровой режим, форма мезо – и микрорельефа, растительность, почва, непосредственная близость моря, окружающая застройка и т. д.) и их совместному воздействию в разных районах города разница температуры и влажности может быть значительной.

Исследования изменения температуры и влажности воздуха, а также ветровых условий являются исходной информацией при расчете физических параметров, применяемых в условиях жаркого микроклимата ограждающих материалов и конструкций без их деформаций и разрушения в ходе эксплуатации [2]. При этом необходимо учитывать уровень комфорта для людей, проживающих в этих зданиях.

Одним из факторов, определяющих физические параметры ограждающих материалов и конструкций, является их теплопроводность. Известно, что чем плотнее материал, тем более он теплопроводен, что неприемлемо для наружных ограждающих конструкций в условиях жаркого или холодного климата. В свою очередь, толстая стена (даже из плотного материала) может замедлить процесс теплопередачи. Поэтому, чтобы умень-

шить передачу высокой температуры от одной стороны стены к другой, коэффициент теплопроводности должен быть уменьшен одним из двух способов: увеличением толщины стены или использованием материалов с более низкой теплопроводностью и более высоким сопротивлением. Первым методом пользовались в древности почти все народы жарких регионов. Они строили массивные стены из грязи или кирпича – сырца [3]. В современном градостроительстве чаще используют второй метод – стены состояются из нескольких слоёв для обеспечения желательных тепловых и эстетических характеристик (изоляция основного материала малоплотным материалом или воздушной прослойкой уменьшает теплопроводность всей стены).

Научными исследованиями установлено, что в жарких регионах коэффициент теплопроводности для внешней стены должен составлять приблизительно  $1,1 \text{ ккал/час} \cdot \text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$  для того, чтобы достичь соответствующего теплового сопротивления. Экспериментами доказано, что именно кирпичная стена является наиболее приемлемым материалом для достижения теплового комфорта, а также наиболее распространенным. Она имеет тепловое сопротивление, в 13 раз превышающее тепловое равновесие готовой бетонной стены [4–6].

Изобретение железобетона открыло новую эру, в которой традиционные архитектурные формы и методы, а также строительные материалы были очень скоро забыты. Однако вместе с легкостью и быстротой строительных работ бетон принес много проблем с точки зрения создания комфортных микроклиматических условий. Готовые бетонные конструкции в чистом виде неприемлемы в условиях как жаркого, так и холодного климата, поскольку имеют малое тепловое сопротивление. Для того чтобы наружная бетонная стена имела коэффи-

циент теплопроводности  $1,1 \text{ ккал/час} \cdot \text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ , она должна иметь толщину не менее  $1,0 \text{ м}$  [7]. При строительстве малоэтажных зданий это возможно, хотя с экономической точки зрения и нерентабельно. При возведении многоэтажных домов подобные массы зданий будут нести дополнительную нагрузку на грунт, что недопустимо в сейсмически активных районах, а также неэкономично. Из этого следует, что в данных условиях железобетон без изоляционной обшивки или прослойки не пригоден для строительства жилых зданий и сооружений в качестве наружных ограждающих конструкций многоэтажных зданий.

Однако сегодня в условиях жаркого микроклимата в основном многоэтажные здания (наружные стены) сооружаются именно из бетона, причем без изоляции. При приготовлении бетонной смеси для строительных целей также очень часто нарушаются технологические процессы, что приводит к снижению прочности бетона, ухудшению поровой структуры, снижению долговечности и шелушению наружных слоев бетонной конструкции.

В малоэтажном строительстве основным местным строительным материалом является известняк. Однако  $40 \text{ см}$  стены не способны эффективно противостоять как летнему перегреву, так и зимнему холоду. Именно поэтому ширина наружных стен в старых зданиях зоны жаркого микроклимата достигала  $0,8\text{--}1 \text{ м}$ . Сегодня для уменьшения теплопроводности наружных стен необходимо между двумя слоями каменной кладки укладывать изолятор (пена, воздушная прослойка и др.). При строительстве жилых и общественных зданий все чаще применяются новые технологии и строительные материалы. При этом не проводятся необходимые исследования для выявления влияния этих ноу-хау на состояние окружающей среды и самочувствие людей. Не проводятся также испытания новых материалов на выносливость в данных климатических условиях. К примеру, в условиях жаркого микроклимата ограждающие конструкции функционируют в довольно жестком режиме, испытывая влияние значительных перепадов температур [7, 8]. Поэтому во избежание деформаций и разрушения (в результате изменения геометрических размеров, обусловленного температурными колебаниями) очень важно, чтобы материалы, объединенные в общую конструкцию, имели близкие коэффициенты термического расширения.

При интенсивной застройке жилых районов в условиях жаркого микроклимата многоэтажными зданиями практически не используются тепло- и пароизоляционные материалы для внешних стен, что приводит к большому энергопотреблению здания и образованию нездорового микроклимата в помещении. В данном случае желательно применять композитные материалы с изоляцией в слоях или применять изоляцию с внутренней стороны стены. Это увеличит расходы при строи-

тельстве, однако при эксплуатации они очень скоро окупятся [1, 9].

В регионах с жарким влажным климатом ежегодно на ликвидацию разного рода проблем, вызываемых негативным воздействием влаги, затрачивается немало средств. Влага, содержащаяся в воздухе внутри здания, проникает в конструкцию стены и, охлаждаясь до температуры ниже точки росы, конденсируется. Количество образующейся влаги тем больше, чем выше разница наружной и внутренней температуры воздуха, поэтому в зимнее время влага довольно интенсивно накапливается в материале ограждающих конструкций и является причиной возникновения и распространения грибков, образования плесени, гниения деревянных конструкций, снижения термического сопротивления ограждающих конструкций здания [4, 8, 10].

Правильное проектирование и строительство наружных стен жилых зданий уменьшает риск и делает их более устойчивым к влажности, в особенности в районах с наибольшей влажностью – это, прежде всего, территории, расположенные вблизи озер, рек, моря. В данном случае стратегии контроля конденсации включают ограничение воздушной утечки, использование адекватных типов тепловой изоляции, уменьшение холодных пятен, минимизацию распространения водяного пара [11].

Цвет ограждаемой поверхности имеет большое значение при защите от высокой температуры. Метод покрытия наружных ограждающих конструкций (стен, крыши) краской светлых тонов для защиты от летнего перегрева известен на Востоке еще с древних времен. Такая конструкция, отражая значительную часть солнечной энергии обратно во внешнее пространство, препятствовала перегреву помещений, улучшая микроклимат внутри дома. Однако, отражая тепло обратно в городское пространство (улицы, дворы и т. д.), такое покрытие является причиной увеличения температуры воздуха (закон сохранения энергии) окружающей среды [12]. В настоящее время города с условиями жаркого микроклимата интенсивно и плотно застраиваются многоэтажными домами, и отраженное от зданий тепло, попадая в тесные дворы, создает здесь ощущение духоты в безветренные летние дни. Положение усугубляется отсутствием зеленых насаждений.

Чтобы предотвратить такую ситуацию, необходимо использовать в наружных конструкциях слоистые (с изоляционной прослойкой) панели и материалы, активно использовать озеленение как в декорации зданий (балконы, крыши и террасы), так и в планировке внутридворовых, а также городских территорий. Использование фонтанов, искусственных водоемов в городской структуре также способствует охлаждению прилегающих территорий.

В последние десятилетия человечество борется за повышение эффективности оконного и фасадного остекления. Общеизвестен тот факт, что именно эти ограждающие конструкции являются, пожалуй, самым «слабым» местом любого жилого здания [13]. Именно через окна и витрины происходит максимальная утечка тепла (до 60 % от общих теплопотерь) и проникновение шума и вредных составляющих спектра солнечного света. В современной архитектуре используется большой ассортимент стеклопакетов (со звуко- и теплоизоляцией и т. д.) и систем солнцезащиты. Для повышения теплоизоляционных свойств стеклопакеты накачивают инертными газами. Чаще всего для этих целей используется аргон. Недавно на мировом рынке появилась технология «тепловое зеркало» («Heat Mirror»), разработанная американской компанией SouthWall Technologies в 1980-х годах (рис. 1). В 1980 году Southwall Technologies Inc. предложила использовать новый стеклопакет в оконной индустрии. СТЗ стал самым первым типом остекления со светопрозрачным низкоэмиссионным покрытием, и по сей день ему нет равных в использовании для любых типов зданий и сооружений. Принцип этой новизны сводится к тому, что прозрачная мембрана с низкоэмиссионным покрытием растягивается между обычными стеклами в остекленной камере, которая может нано-

ситься как с одной стороны, так и с обеих сторон, и образует двухкамерное стекло, равное по весу однокамерному блоку.

Использование комбинированных стеклопакетов с одновременным использованием как «теплового зеркала», так и выборочных стекол позволяет достичь коэффициента теплопроводности  $0,5 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$  [2].

Несколько типов мембран, предназначенных для различных климатических условий, позволяют выбирать «зеркало», которое фильтрует именно те части солнечного спектра, которые нежелательны для микроклимата помещений в каждой конкретной местности. Есть возможность выбрать стеклопакеты для фасадов различной экспозиции.

Еще дальше в этой области продвинулись лондонские специалисты, которые разработали новый сорт стекла с покрытием диоксида ванадия с добавками, в частности, вольфрама. Это покрытие проявляет двойственные свойства – оно ведет себя как металл (хорошо отражает инфракрасное излучение), а затем ведет себя как полупроводник (передает тепловое излучение) [2, 3]. В то же время пока холодно, стекло остается нормальным, и по мере повышения температуры уменьшает нагрев комнаты на 50 %.

Сегодня стекло является основой для радикального обновления архитектурной формы неза-

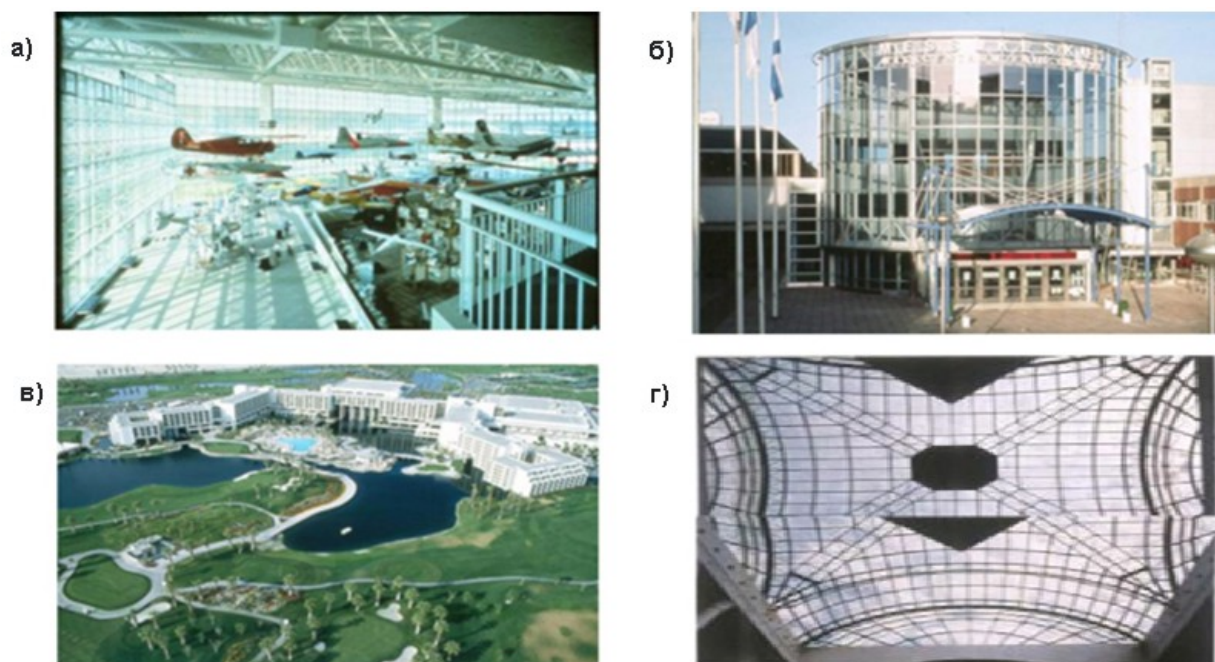


Рис. 1. Примеры применения тепловых зеркал в современной зарубежной архитектуре:

**а) объект: Boeing Museum, Seattle.** Климатические условия: повышенная влажность воздуха, жаркое лето и холодная зима. Используются: НМ 66 мм, прозрачное стекло. Результат: температурный (защита от избыточного нагревания) и шумовой контроль, кондиционирование воздуха; **б) объект: Fair Center, Helsinki, Finland.** Климатические условия: повышенная влажность, холод. Используются: НМ 66 мм, прозрачное стекло, предохраняющее от появления конденсата и блокирующее ультрафиолетовое излучение; **в) объект: Marriott Hotels Resort, Palm Desert, California.** Климатические условия: пониженная влажность, жара. Результат: 40%-ная экономия затрат на кондиционирование воздуха; **г) объект: Roof of Salmiya Shopping Center, Kuwait City, Kuwait.** Климатические условия: пустыня. Используются: НРР 18 мм, розовое стекло, блокирующее ультрафиолетовое излучение

## Обзорные статьи

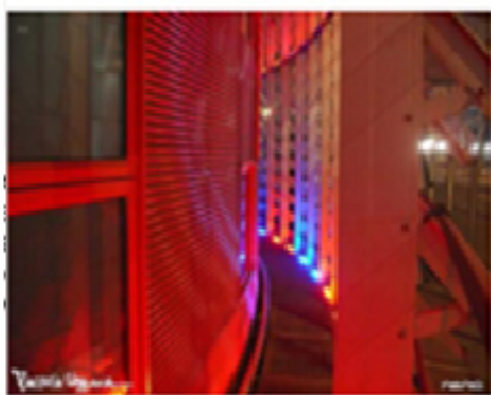
висимо от климатических барьеров. Использование глазурированных поверхностей в качестве внешней оболочки здания связано с распространением энергосберегающих подходов. Создание «живого» корпуса здания, которое реагирует на изменение степени его освещения, все чаще используется в общественных и жилых зданиях. Не менее эффективным является использование второго, стеклянного, корпуса здания как конструктивного элемента с энергосберегающей функцией.

К примеру, башня «Агбар» (Torre Agbar) Жана Нувеля в Барселоне привлекает не только своей необычной формой, но и многослойной оболочкой, напоминающей чешую фантастической рыбы (рис. 2). Первый слой – плотная бетонная скорлупа, облицованная цветными металлическими листами, второй слой – система полупрозрачных стеклянных жалюзи, вынесенных на расстояние вытянутой руки и реагирующих на датчики температуры воздуха. Подобные системы двойного фасада обеспечивают естественное вентилирование внутренних помещений и экономят площади на воздухопроводы и кондиционеры. В зимнее время фасадная прослойка уменьшает теплопотери здания.

Основным материалом двойного фасада, как правило, является стекло, обеспечивающее эстетическое оформление здания и выполняющее ограж-

дающие функции (рис. 3). В здании «Городские ворота Дюссельдорфа» пространство между внешней и внутренней частью двойного фасада глубиной 1,4 м или 0,9 м используется как проходимый на всем протяжении балкон. Внешняя часть фасада служит для защиты от наружных климатических воздействий (в ней также расположены отверстия для притока и удаления воздуха), а также для проветривания промежуточного пространства и естественной вентиляции помещений. В промежуточном пространстве фасада размещаются регулируемые устройства солнцезащиты. Приведенный коэффициент теплопередачи двойного фасада равен  $1,1 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C})$  [14, 15].

Принцип действия «теплового зеркала» может быть выражен следующим образом: «тепловое зеркало» отражает теплоту к его источнику: летом, чтобы предотвратить проникновение тепла в комнату, оно отражается наружу, а зимой, когда необходимо максимально сохранить тепло, – в помещении. Уникальная конструкция сочетает в себе положительные характеристики двухкамерного остекления и низкоэмиссионного стекла, позволяющие достичь наивысшего теплового сопротивления окон, близких по значениям к теплому сопротивлению стен [1, 16, 17]. В основе предлагаемого решения лежит рассмотрение всех осо-



Torre Agbar, Барселона



City Hall, Лондон



Swiss Re, Лондон

Рис. 2. Применение энергосберегающих строительных материалов и конструкций в строительстве современных зданий

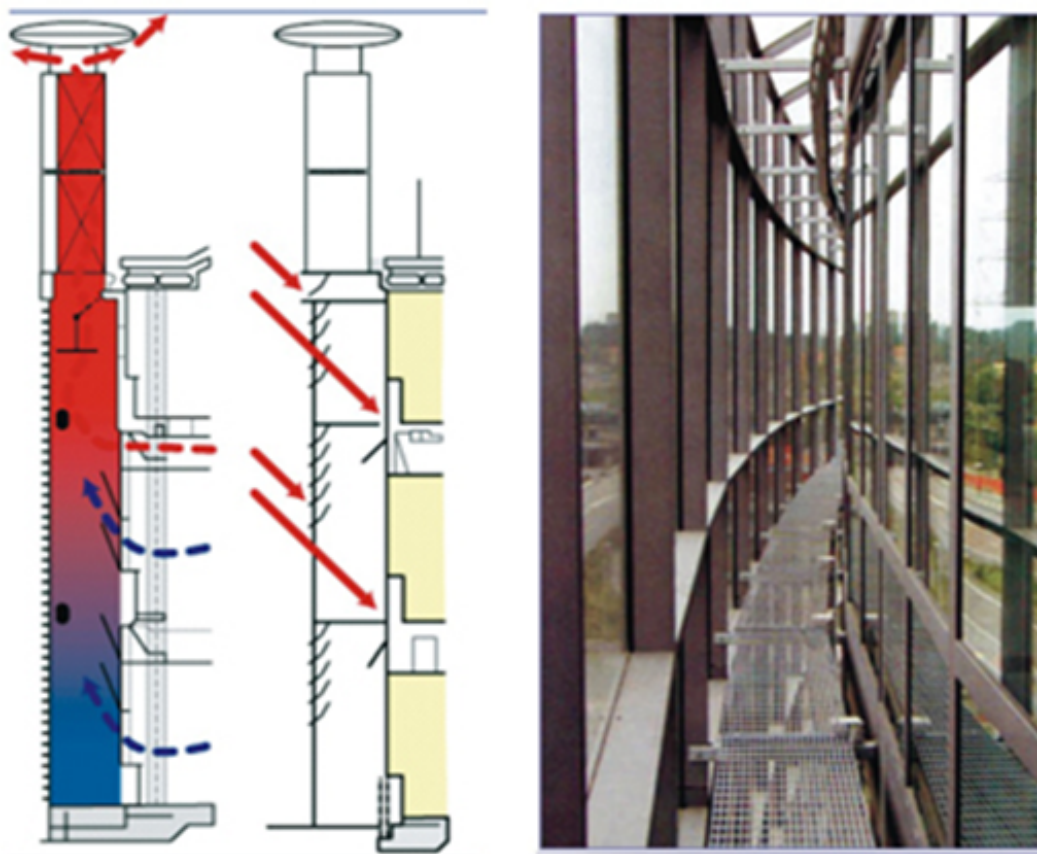


Рис. 3. Принцип вентилирования в двойных фасадах

бенностей передачи тепловой энергии через прозрачные ограждающие конструкции, которые выполняются тремя основными способами: теплопроводностью, конвекцией и тепловым излучением.

Стремление уменьшить передачу тепла в окнах излучением выразилось в широком распространении в мире низкоэмиссионных, так называемых «низших» покрытий.

Но в публикациях последних лет все чаще упоминаются как оконные структуры, в которых применяется стеклопакет «Thermal Mirror TM», выполненный по технологии Southwall Technologies. И это не случайно. Напряжение одной или двух пленок с низким уровнем излучения в междоузельном пространстве решает проблему громоздких оконных конструкций с трех- и четырехслойным остеклением и в сочетании с аргоном или криптоном увеличивает энергетическую эффективность окон настолько, что они начинают выполнять не только функцию барьера, но и функцию нагрева.

Истинные стратегические расчеты, беспрецедентная гибкость в «настройке» здания в зависимости от ориентации, эстетически умная методология выбора остекления и серьезная научно-техническая база позволили компании Southwall

Technologies быстро добиться успеха на американском рынке.

Двуслойные секционные стекла помещений в здании Swiss RE (арх. Н. Фостер), принадлежащем страховой компании, позволяют воздуху согреваться между слоями и охлаждаться при открывании секций (рис. 2). Специальное серое матовое покрытие стекол задерживает 86 % солнечного света, не допуская чрезмерного повышения температуры внутри помещений.

В то же время аэродинамические формы здания увеличивают доступ естественного света и воздуха, что значительно уменьшает энергетические затраты.

В жарких влажных климатических условиях необходимо предельно внимательно относиться к выбору строительных материалов и конструкций. Современные строительные материалы позволяют решать сложнейшие конструктивные задачи, упрощают процесс монтажа и ускоряют время строительства объектов. Они же являются косвенной причиной обезличивания архитектуры, создания схожих форм в различных регионах Земли, а недостаточный учет их физических свойств в конкретных климатических условиях приводит к созданию дискомфортных условий проживания населения в подобных зданиях.

### Литература

1. Карлова, Р.Е. Воздухопроницаемость ограждающих конструкций и материалов / Р.Е. Карлова. – М.: Стройиздат, 2009. – 103 с.
2. Шох, Т. Исследование эксплуатационной влажности ячеистого бетона/ Т. Шох, Р. Рымар // Строительные материалы. – 2006, № 11. – С. 22–23.
3. Хихлуха, Ю.И. Реализация Национального проекта «Доступное и комфортное жилье для граждан России» требует всестороннего научно-экономического исследования / Ю.И. Хихлуха // Строительные материалы. – 2006. – № 4. – С. 4–8.
4. Разработка конструкционного пеностекла из гранулята / П.А.Тер Петросян, Е.Р. Саакян, А.Л. Восканян, Р.Л. Восканян // Технологии бетона. – 2006. – № 2. – С. 12–14.
5. Тихонов, И.Н. О нормировании анкерного крепления стержневой арматуры / И.Н. Тихонов, В.З. Мешиков, Г.Н. Судаков // Бетон и железобетон. – 2006. – № 3. – С. 2–7.
6. Тихонов, Ю.М. Аэрированные легкие бетоны и растворы с высокопористыми наполнителями / Ю.М. Тихонов, И.В. Коломиец // Строительные материалы. – 2004. – № 11. – С. 20–22.
7. Федосов, С.В. Нестационарный тепломассообмен в многослойных ограждающих конструкциях / С.В. Федосов, А.М. Ибрагимов // Строительные материалы. – 2006. – № 4. – С. 86–87.
8. MOIST, release 3.0. National Institute of Standards and Technology, 1997.
9. Гагарин, В.Г. Продольная фильтрация воздуха в современных ограждающих конструкциях (Метод оценки теплозащиты стены здания с вентилируемым фасадом с учетом продольной фильтрации воздуха) / В.Г. Гагарин, В.В. Козлов, И.А. Мехнецов // АВОК. – 2005. – № 8. – С. 17–28.
10. Лстибурек, Дж. И Дж. Кармоди. Руководство по управлению влажностью: новое жилое строительство с низким уровнем подъема. Национальная библиотека.
11. Izadpanah P., Zareie H. The Cooling Systems in Traditional Iranian Architecture // The Circle of Ancient Iranian Studies (CAIS), 2006.
12. Моделирование нагрева стеновых панелей во время термообработки / С.В. Федосов, В.Е. Мизонов, Е.А. Баранцева и др. // Строительные материалы. – 2007. – № 2. – С. 86–87.
13. Residential Concrete Masonry Basement Walls, TR 134. National Concrete Masonry Association, 1994.
15. Чиненков, Ю.В. Расчет железобетонных трехслойных ограждающих конструкций из легкого бетона / Ю.В. Чиненков // Бетон и железобетон. 2007. – № 6. – С. 7–11.
15. Mold and Mildew in Hotels and Motels. – American Hotel and Motel Association, 1990.
16. Фундаменты. Американское общество инженеров по отоплению, охлаждению и кондиционированию воздуха // ASHRAE: справочник, 2007. Международный жилой код. Международный кодекс Совета, 2000.
17. Thermal Bridges in Wall Construction, TEK 6-13A. National Concrete Masonry Association, 1996.

**Омар Бейджан Навзад**, магистрант, кафедра строительного производства и теории сооружений, Южно-Уральский государственный университет (Челябинск), bejan.omar@gmail.com

**Молодцов Максим Вилленинович**, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры строительного производства и теории сооружений, Южно-Уральский государственный университет (Челябинск), molodtsov@susu.ac.ru.

Поступила в редакцию 4 октября 2017 г.

DOI: 10.14529/build170410

## TECHNOLOGY AND ORGANIZATION OF OBJECTS' CONSTRUCTION IN HOT CLIMATE

**B.N. Omar**, bejan.omar@gmail.com

**M.V. Molodtsov**, molodtsov@susu.ac.ru

South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation

The article is devoted to the problems of using modern building materials and structures under conditions of hot and humid climate. The main climate factors determining physical parameters of barrier materials and constructions applied under given conditions are considered. Examples

of solutions of the modern buildings' adaptation problems towards environmental conditions in foreign practice are given. The latest technology developments in the field of modern building materials are covered.

*Keywords: materials, climate, temperature, humidity, object, regime, factors, physical parameters, construction, structure.*

### References

1. Karlova, R.E. *Vozduhopronicaemost' ograzhdajushhih konstrukcij i materialov* [Breathability of Enclosing Structures and Materials]. Moscow, Strojizdat Publ., 2009, 103 p.
2. Shoh T., Rymar R. [Investigation of the Operational Humidity of Cellular Concrete]. *Stroitel'nye materialy* [Building Materials], 2006, no. 11, pp. 22–23 (in Russ.).
3. Hihluha Ju.I. [The Implementation of the National Project "Affordable and Comfortable Housing for the Citizens of Russia" Requires Comprehensive Scientific and Economic Research]. *Stroitel'nye materialy* [Building Materials], 2006, no. 4, pp. 4–8 (in Russ.).
4. Ter Petrosjan P.A., Saakjan E.R., Voskanjan A.L., Voskanjan R.L. [Development of Constructional Foamed Glass from Granulate]. *Tehnologii betona* [Technologies of Concrete], 2006, no. 2, pp. 12–14 (in Russ.).
5. Tihonov I.N., Meshkov V.Z., Sudakov G.N. [On the Normalization of the Anchoring of the Rod Armature]. *Beton i zhelezobeton* [Concrete and Reinforced Concrete], 2006, no. 3, pp. 2–7 (in Russ.).
6. Tihonov Ju.M., Kolomic I.V. [Aerated Lightweight Concretes and Solutions with Highly Porous Fillers]. *Stroitel'nye materialy* [Building Materials], 2004, no. 11, pp. 20–22 (in Russ.).
7. Fedosov S.V., Ibragimov A.M. [Nonstationary Heat and Mass Transfer in Multilayered Enclosing Structures] *Stroitel'nye materialy* [Building Materials], 2006, no. 4, pp. 86–87 (in Russ.).
8. MOIST, release 3.0. National Institute of Standards and Technology, 1997.
9. Gagarin V.G., Kozlov V.V., Mehnecov I.A. [Longitudinal Air Filtration in Modern Enclosing Structures (Method for Assessing the Thermal Protection of a Building Wall with a Ventilated Facade with Allowance for Longitudinal Air Filtration)]. *AVOK*, 2005, no. 8, pp. 17–28.
10. Lstiburek, Dzh. I Dzh. Karmodi. *Rukovodstvo po upravleniju vlazhnost'ju: novoe zhiloe stroitel'stvo s nizkim urovnem pod#ema. Nacional'naja biblioteka* [Humidity Management Guide: New Low-Rise Residential Construction. National Library].
11. Izadpanah P., Zareie H. The Cooling Systems in Traditional Iranian Architecture. The Circle of Ancient Iranian Studies (CAIS), 2006.
12. Fedosov S.V., Mizonov V.E., Baranceva E.A., Grabar Ju.G., Novinskij I.V., Folomeev D.Ju. [Modeling of Heating of Wall Panels During Heat Treatment]. *Stroitel'nye materialy* [Building Materials]. 2007, no. 2, pp. 86–87 (in Russ.).
13. Residential Concrete Masonry Basement Walls, TR 134. *National Concrete Masonry Association*, 1994.
14. Chinenkov Ju.V. [Calculation of Reinforced Concrete Three-Layer Enclosing Structures Made of Lightweight Concrete]. *Beton i zhelezobeton* [Concrete and Reinforced Concrete], 2007, no. 6, pp. 7–11 (in Russ.).
15. Mold and Mildew in Hotels and Motels. *American Hotel and Motel Association*, 1990.
16. *Fundamenty. Amerikanskoe obshhestvo inzhenerov po otopleniju, ohlazhdeniju i kondicionirovaniju vozduha* [Foundations. American Society of Heating, Refrigeration and Air-Conditioning Engineers], 2000.
17. Thermal Bridges in Wall Construction, TEK 6-13A. *National Concrete Masonry Association*, 1996.

Received 4 October 2017

### ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Омар, Б.Н. Технология и организация строительства объектов в жарком климате / Б.Н. Омар, М.В. Молодцов // Вестник ЮУрГУ. Серия «Строительство и архитектура». – 2017. – Т. 17, № 4. – С. 67–73. DOI: 10.14529/build170410

### FOR CITATION

Omar B.N., Molodtsov M.V. Technology and Organization of Objects' Construction in Hot Climate. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Construction Engineering and Architecture*. 2017, vol. 17, no. 4, pp. 67–73. (in Russ.). DOI: 10.14529/build170410