

Конструктивная нелинейность возникает вследствие конструктивных особенностей системы, вызывающих изменение расчетной схемы в процессе ее деформирования (изменяются условия закрепления: выпадают или образуются новые связи, выключаются из ран боты или включаются в нее те или иные элементы конструкции и т. д.).

Заключение. Для современных сложных сооружений (мосты, большепролетные покрытия, высотные здания и др.), как правило, конструктивная схема обуславливается не только упругим расчетом, но и процессами изменения напряженно-деформированного состояния во времени. В процессе жизненного цикла конструктивная схема сооружения многократно изменяется, усилия и перемещения перераспределяются, значительно повышая вероятность трещинообразования и возникновения аварийной ситуации.

Реализация математической модели на компьютере дает возможность многократно и в широком диапазоне изменять входные параметры и условия функционирования сложных систем, заменяя, таким образом, экспериментальные исследования численным экспериментом. Кроме того, при решении ряда сложных конструкторских задач необходимо применение вариантного проектирования.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Городецкий, А.С. Компьютерное моделирование в задачах строительной механики: учебное пособие / А.С. Городецкий, М.С. Барабаш, В.Н. Сидоров – Москва: Издательство АСВ, 2016. – 338 с.
2. Барабаш, М.С. Численное моделирование процессов жизненного цикла зданий и сооружений / М.С. Барабаш // Наука та будівництво. – 2015. – №4 – С. 24-28
3. Городецкий, А.С. Компьютерные модели конструкций / А. С. Городецкий, И. Д. Евзеров. – [2-е изд., доп.]. – Киев : ФАКТ, 2007. – 394 с.
4. Барабаш, М.С. Методы компьютерного моделирования процессов возведения высотных зданий / М.С. Барабаш // International Journal for Computational Civil and Structural Engineering. – Москва: Изд-во «АСВ», 2012. – Vol. 8, Issue 3 – С. 58–68.
5. Барабаш, М.С. Компьютерное моделирование процессов жизненного цикла объектов строительства: монография / М.С. Барабаш – Киев : Изд-во «Сталь», 2014. – 301 с.
6. Барабаш, М.С. Численное моделирование НДС конструкций с учетом стадий жизненного цикла зданий и сооружений / М.С. Барабаш // International Journal for Computational Civil and Structural Engineering. – Москва: Изд-во «АСВ», 2015. – Vol. 11, Issue 1 – С. 80–90.
7. Бате, К. Численные методы анализа и метод конечных элементов; [пер. с англ.] / К. Бате, Э. Вилсон. – Москва: Стройиздат, 1982. – 448 с.

Материал поступил в редакцию 28.03.2017

BARABASH M.S. Life cycle simulation for the structures of high-rise and unique buildings

The paper focuses on methods for simulation of buildings and structures with account of their actual behaviour at all stages of life cycle. Application of nonlinear strain methods for evaluation of bearing capacity of structures is also considered. With numerical simulation of life cycle it is possible to define and solve problems that cannot be solved by physical experiment. Changes in stress-strain-state of buildings and structures during their life cycle are considered in simulation procedure. Methods for account of different types of nonlinearity are applied.

УДК 620.9:728.1

Ондра Т.В.

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ «МУЛЬТИКОМФОРТНЫХ» ЖИЛЫХ ДОМОВ

Введение. Проблемы энергоэффективности и энергосбережения очень тесно связаны с экологическими вопросами, и они прочно вошли в актуальную повестку дня мирового сообщества. Энергоэффективность и энергосбережение входят в число пяти стратегических направлений приоритетного технологического развития стран.

Развитие экономики страны всегда сопровождается ростом потребления энергоресурсов. Перед Республикой Беларусь поставлены серьезные задачи в области энергоэффективности. В условиях массового строительства жилья в Республике Беларусь обострилась необходимость оценки эксплуатационных качеств готового жилья. Возникла проблема выявления новых подходов к жилой застройке и создания для граждан жилых домов новых поколений, с более комфортными условиями проживания в системе «окружающая среда ↔ инфраструктура ↔ жилой дом ↔ техника ↔ человек»

Возводимое жилье должно отвечать двум ключевым требованиям: быть экономным и проектироваться с учетом высоких требований к энергоэффективности и экологичности.

Активно тема энергосбережения в строительстве начала развиваться во всем мире с 70-х гг. прошлого века в рамках общей линии на экономию энергоресурсов и появившейся концепции «устойчивого развития». Энергоэффективные здания как новое направление в экспериментальном строительстве появились после мирового энергетического кризиса 1974 г.

Строительство энергоэффективных домов обходится дороже на 15–20%, зато экономия от пользования ими составляет до 70%. По-

мимо экономии финансов «умные» дома сохраняют природные ресурсы и снижают вредное воздействие на окружающую среду. Даже обычный частный дом при желании можно превратить в энергоэффективный. А вот с квартирами в многоэтажных высотках все немного сложнее. Но и тут есть пути решения.

Переход на альтернативные технологии в энергетике позволит сохранить топливные ресурсы страны для переработки в химической и других отраслях промышленности. В связи с ограниченностью топливных ресурсов на Земле, а также экспоненциальным нарастанием катастрофических изменений в атмосфере и биосфере планеты существующая традиционная энергетика представляется тупиковой; для эволюционного развития общества необходимо немедленно начать постепенный переход на альтернативные источники энергии.

В Республике Беларусь также наблюдаются прогрессивные тенденции: снижение энергопотребления, обновление законодательной базы в области энергоэффективности, проведение реконструкции эксплуатируемого фонда, поэтапное увеличение объемов строительства энергоэффективного жилья. Многоэтажные «экономные» дома с возобновляемыми источниками энергии появятся в Гродно, Минске и Могилеве в конце 2016–2017гг. Цель проектных организаций и архитектурных бюро Республики Беларусь – разработать параметры и архитектурно-планировочные решения типового жилого квартала для населенных пунктов в соответствии с принципами эффективности, комфортности и безопасности.

В задачу проектирования входит следующее: определить методику исследования, изучить зарубежный опыт и опыт Республики Бела-

Ондра Тамара Викторовна, старший преподаватель кафедры архитектурного проектирования и рисунка Брестского государственного технического университета.

Беларусь, БрГУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.

Строительство и архитектура

речь, выявить градостроительные особенности, разработать типологические энергоэффективных городских кварталов и рекомендации.

Объектом исследования являются комплексные параметры застройки, влияющие на энергопотребление жилых зданий и городских кварталов в процессе эксплуатации. А предметом исследования являются объемно-планировочные решения зданий, а также технические решения инженерных систем и применяемого оборудования для их устройства, способствующие снижению энергопотребления в период их эксплуатации.

Самыми важными документами, регулирующими отношения по энергосбережению и повышению энергетической эффективности в нашей стране, являются: Республиканская программа энергосбережения на 2015–2020 годы, Комплексная Программа по Развитию Энергоэффективного Строительства на 2013–2015 гг. и на перспективу до 2020 года, Республиканская программа энергосбережения на 2015–2020 годы, «План действий по созданию энергоэффективного жилищного сектора в регионе ЕЭК ООН (одобрен в сентябре 2010) – Рамочная программа для стран – членов ЕЭК ООН», Директива Президента Республики Беларусь от 14 июня 2007 г. № 3 и Закон Республики Беларусь № 204-3 от 27 декабря 2010 г. О возобновляемых источниках энергии. Целью программ являются создание правовых, экономических и организационных основ стимулирования энергосбережения и повышения энергетической эффективности в Республике Беларусь.

Исходя из данных программ, «энергосбережение» – это реализация организационных, правовых, технических, технологических, экономических и иных мер, направленных на уменьшение объема используемых энергетических ресурсов при сохранении соответствующего полезного эффекта от их использования (в том числе объема произведенной продукции, выполненных работ, оказанных услуг).

Основными принципами проектирования энергоэффективного квартала являются следующие: ландшафтно-планировочные, объемно-планировочные, фасадные, аккумулирующие, изоляционные, инженерные.

1. Ландшафтно-планировочный принцип – правильная ориентация здания по сторонам света.
2. Объемно-планировочный принцип – это форма и размер здания, этажность зданий, максимальная компактность здания, зонирование, правильное расположение помещений, наличие наружной летней солнцезащиты и т. д.
3. Фасадный принцип (правильное остекление зданий) – это энергоэффективные окна, светопрозрачные конструкции 70–80% – с южной стороны, 20–30% с восточной, 0–10% с западной и полное отсутствие их с северной стороны.

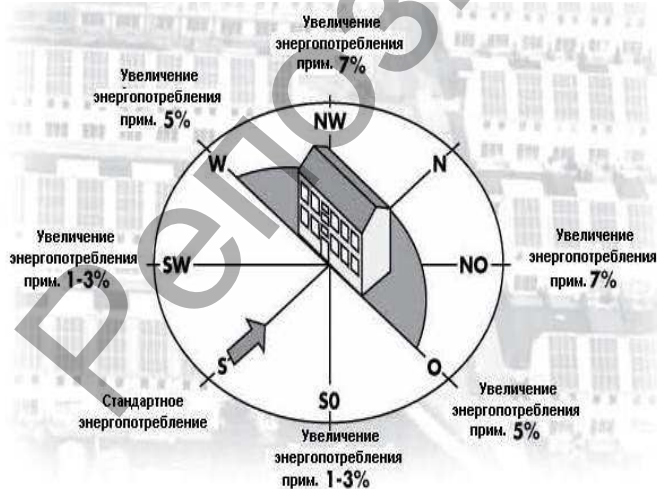


Рисунок 1 – Ориентация здания по сторонам света

4. Аккумулирующий принцип – это аккумулирующие элементы внутри помещений, ограждающие конструкции, неглубокие помещения, массивные элементы, сохранение внутренней энергии.

5. Изоляционный принцип – это качественная наружная теплоизоляция, герметичность.

6. Инженерный принцип – это приточно-вытяжная вентиляция, рекуперация тепла, грунтовые теплообменники.

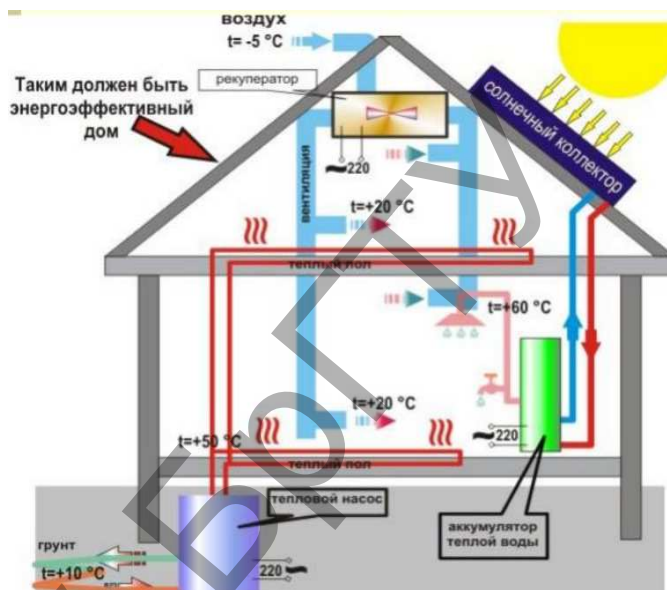


Рисунок 2 – Энергоэффективный дом

Пассивная экономия – это правильный архитектурный проект, пассивный энергоэффективный квартал – это до 80 % экономии.

Термин «Passivhaus» означает, что этот дом должен излучать как можно меньше тепла и обеспечивать комфортную температуру в помещениях как зимой, так и летом. Достигается эта цель с помощью теплоизоляции, обеспечивающей «эффект термоса», закрытой системы отопления и рекуперативной вентиляции. Идеалом является возможность обогрева дома только за счет человеческого тепла. Сегодня Passivhaus считается ведущим мировым стандартом с точки зрения энергоэффективности. Безусловно, возведение таких энергоэффективных зданий требует весьма существенных дополнительных затрат по сравнению с обычными зданиями.

Активная экономия – это дополнительное инженерное оборудование – это увеличение сметы на 10-30%, это квартал «нулевой энергии» - «энергия плюс»

«Активный дом» - это следующий этап развития «пассивного дома» – сооружение, которое, в принципе, может само обеспечивать себя электроэнергией и горячей водой. Типичным оснащением «активного дома» в последнее время становится солнечный коллектор для нагрева воды, солнечная электростанция на его крыше и тепловой насос, преобразующий низкопотенциальное тепло земли или бытовых стоков в горячую воду. То есть настоящий «активный дом» функционирует еще и в качестве электростанции.

Первый энергоэффективный многоквартирный жилой дом в Могилевской области, стал победителем в номинации «Энергоэффективное здание» в числе других 17 победителей Республиканского конкурса «Лидер энергоэффективности-2016».

Этот дом в микрорайоне «Спутник» г. Могилева был включен в перечень пилотных объектов проекта Программы развития ООН (ПРООН) и Глобального экологического фонда (ГЭФ) «Повышение энергетической эффективности жилых зданий в Республике Беларусь» в ноябре 2013 года. Его строительство осуществляется с использованием государственной поддержки по Могилевской области при финансовой помощи со стороны ПРООН и ГЭФ в части разработки и внедрения энергоэффективных технологий и оборудования.

При ежегодном вводе в эксплуатацию пяти миллионов квадратных метров жилья с применением технических решений, подобных спроектированному пилотному зданию в Могилеве, следует ожидать ежегодный темп роста экономии потребляемых топливно-энергетических ресурсов в размере 70 тыс. тонн условного топлива.



Рисунок 3 – Инженерные решения «Активного дома»



Рисунок 4 – Энергоэффективный дом в г. Могилеве

Внешне дом ничем не отличается от тех, что по соседству. Главная особенность – система отопления. Новый дом будет обогревать себя сам – с помощью солнечных батарей на крыше, рекуперации тепла, а также тепла от канализации. Функции центрального отопления в доме сведены к минимуму. Жильцы смогут сами устанавливать комфортный микроклимат в квартирах и отключать обогрев на время отсутствия.

Республиканский профессиональный конкурс «Лидер энергоэффективности» проходит второй год подряд под эгидой Департамента по энергоэффективности Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь. Основная цель конкурса – выявление и популяризация достойных энергоэффективных решений, продуктов, систем и технологий, применяемых в различных отраслях экономики – энергетике, промышленности, строительстве, ЖКХ и др. Аналогичные дома сейчас строят в Минске и Гродно

Беларусь первой в СНГ начала строительство энергоэффективных домов. Сегодня их в нашей стране уже 15 домов. В пилотном проекте в Гродно на 120-квартирном жилом доме тепловые насосы будут качать с 80-метровой глубины энергию нагретой солнцем земли. Удачным оказалось и заболоченное место для возведения дома, где создается особо благоприятная среда для его подпитки теплом. Кроме того, дома с возобновляемыми источниками энергии снизят выбросы в атмосферу парниковых газов. В рамках реализации государственной программы доля общей площади многоквартирных энергоэффективных жилых домов в общем объеме введенного в эксплуатацию жилья (без учета индивидуальных жилых домов) к 2020 году – 100%. Данный показатель будет достигнут при условии обеспечения достаточного финансирования. При этом в 2016–2020

годах планируется ввести в эксплуатацию 8675,6 тыс. кв. метров энергоэффективного жилья:

- в 2016 году – 1418,1 тыс. кв. метров;
- в 2017 году – 1462,5 тыс. кв. метров;
- в 2018 году – 1760 тыс. кв. метров;
- в 2019 году – 1935 тыс. кв. метров;
- в 2020 году – 2100 тыс. кв. метров.

В 2011 году в пригороде Айсаква г. Сизтла в США появился необычный квартал. Главная его особенность – экологическая устойчивость и энергоэффективность. Это один из первых проектов в рамках реализации направления «нулевые энергетические сообщества». Разработкой проекта занималось архитектурное бюро David Vandervort Architects. В итоге получились 10 таунхаусов общей площадью 1223 м.кв. Здания оборудованы тепловыми насосами и солнечными батареями, проектировщики уделили внимание сбору и использованию дождевой воды и повышенной теплозащите, не забыв об элементах пассивного дизайна.

В Бресте также может появиться энергоэффективный квартал – это жилой модуль мультикомфортной застройки, спроектированный по принципам «нового урбанизма». За основу будет взят разработанный с помощью специалистов БелНИИПградоостроительства детальный план застройки жилого района Березовка. Площадь территории составляет 100 га и рассчитана примерно на 10 тыс. жителей. Реализовать проект планируется с учетом современных тенденций создания комфортной городской среды. Они основаны на принципах мультикомфортного, энергоэффективного проектирования и строительства. Не исключено, что некоторые идеи по преобразованию жилой застройки мэрия города почерпнет из проектов финалистов международного студенческого архитектурного конкурса «Мультикомфортный дом "Извер-2016"», проводимого под эгидой французской компании "Сен-Гобен". В этом году объектом для задания стал проект энергоэффективной комплексной застройки жилого квартала "Красный Двор" в Бресте.

Весомыми аргументами в пользу города над Бугом послужила как традиционно высокая оценка работ брестских участников конкурса, так и интересные подходы в областном центре к созданию жилых модулей. В итоге в конкурсе приняли участие команды проектировщиков из 23 стран. Как участники из разных стран мира ЮАР, Англия, Франция, Турция, «увидели» новый жилой район в Бресте, почувствовали особенности региона, наши проблемы и предложили свои пути решения? Все больше проектов имеет интернациональный вид – не привязаны к конкретному месту – возможно, это связано с всеобщей мировой глобализацией и интернетом».



Рисунок 5 – Квартал в г. Сиэтл, США Рис 6 Квартал в г. Бресте Цибикова Д., Черетовича, Д., Карлицкого А.

Каким будет этот жилой комплекс, говорить пока рано, но уже известны основные принципы «нового урбанизма», которым он будет соответствовать. Во-первых, у каждого из домов будет собственная дворовая территория без машин. Организация жилого пространства поможет в продвижении понятия «соседства». Во-вторых, фасады будут спроектированы таким образом, что на юг будут обращены окна большего размера, способные зимой впитывать максимум солнечного света, а на север – меньшего. Летом южные окна от палящего солнца защитят роллеты. Возможно наличие дополнительных источников энергии: солнечных батарей, ветроустановок. Проект застройки на Березовке воплощает в себе идею пешеходного города, когда приоритет отдан не личному автотранспорту, а пешеходу.

Заключение. В нашей стране с каждым годом увеличивается введение в эксплуатацию доступного, энергоэффективного и экологически качественного жилья. Учитывая возрастающую роль экономики тепло- и энергоресурсов, в 2016–2020 годах большое значение будет уделяться строительству энергоэффективного жилья с расходом тепловой энергии на отопление и вентиляцию, соответствующим жилым домам классов энергоэффективности А+, А и В.

Реализация мер по наращиванию объемов энергоэффективного домостроения будет существенным вкладом в реализацию Республиканской жилищной комплексной программы по проектированию, строительству и реконструкции энергоэффективных жилых домов в Республике Беларусь. Данная проблема отвечает Закону Республики Беларусь «О возобновляемых источниках энергии».

Да, строить с внедрением альтернативных источников энергии – дорого. Пока. Инженерные системы, разрабатываемые для реализации этой задачи, подчинены одному принципу: максимальная простота решения при достаточной эффективности. Главное здесь – не допустить неоправданного роста стоимости дома, городского квартала при использовании этих инженерных систем. Вопрос актуален и для страны в целом – меньше придется покупать нефти и газа у соседей. А хорошо подсчитать все равно придется рано или поздно. Те, кто понимает это сегодня, останутся в выгоде завтра.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Кривошеин, Д.А. Экология и безопасность жизнедеятельности. – М.: Юнити-Дана, 2000. – 261 с.
2. Германович, В. Альтернативные источники энергии. Практические конструкции по использованию энергии ветра, солнца, воды, земли, биомассы. – М.: Наука и техника, 2011 – 320 с.
3. Материал магистерской диссертации «Энергоэффективный городской квартал» / Р. Борзук. – Брест: БрГТУ, 2013.
4. Арутюнян, А.А. Основы энергосбережения. – М.: Энергосервис, 2007. – 600 с.
5. Габриель, Инго Реконструкция зданий по стандартам энергоэффективности дома / Инго Габриель, Хайнц Ладенер. – М.: BHV, 2011 – 284 с.
6. Уилсон, Джудит Экологичный дом. – М.: Арт-Родник, 2008. – 143 с.
7. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.euro-pulse.ru/articles/passivnye-doma-dlya-aktivnogo-energoberezeniya.html>.
8. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://greenevolution.ru/2015/07/06/pervyj-ostrov-v-sredizemnom-more-nezavisimyj-ot-iskopaemyx-istochnikov-energii/>
9. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://greenevolution.ru/multimedia/nulevoe-energeticheskoe-soobshhestvo-zhomet-energoeffektivnyj-kvartal-v-ssha/>
10. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://greenevolution.ru/2014/07/21/energoeffektivnye-doma-mnozhatysya-rusenergy.com>
11. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://cnb.by/servisly/novosti/prefab-stroitel-stvo-perspektivy-i-problemy-na-sovremennom-etape.html>.
12. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://realty.tut.by/news/building/495118.html>
13. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://ont.by/news/our_news/pervij-v-belarysi-ymnij-dom-ocenili-bydyschie-novosyoli-v-mogilyove
14. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://virtualbrest.by/news40903.php>

Материал поступил в редакцию 10.01.2017

ONDRA T.V. Energy saving and energy efficient technologies in construction of "Multikomfortny" houses

The article deals with problems of energy-efficient construction and its introduction in the modern practice in Belarus. This topic is one of the most important in the construction industry in our country and one of the priorities of the internal public policy at present. The using of energy-efficient construction in Belarus, and the using of energy-efficient projects, will significantly reduces the cost of houses, which is a good indicator and the way to improve the life of citizens in our country.