

Современные конструкции и технологии энергосбережения в жилом строительстве

Моради Пур Омид, С. В. Семка

Киевский национальный университет строительства и архитектуры
Corresponding author. E-mail: omp110@yahoo.com

Paper received 19.04.19; Accepted for publication 04.05.19.

<https://doi.org/10.31174/SEND-NT2019-200VII24-03>

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы влияния современных конструкций на энергоэффективность жилья средней этажности в контексте использования возобновляемых источников энергии (солнца, ветра, воды и земли), сделан первый шаг к комплексной систематизации факторов, которые влияют на формирование функционально-планировочной и объемно-пространственной структуры жилых домов с энергосберегающими технологиями. При этом осуществлена общая классификация жилья, в которой определено значимое место сегмента исследований – жилья средней этажности с элементами оборудования, отвечающее требованиям современных энергоэффективных технологий.

Ключевые слова: конструкции и материалы, энергоэффективность жилья, жилье средней этажности, классификация жилых домов.

Введение. Развитие жилых домов средней этажности по всему миру стремительно приобретает все более широкого применения [1-6]. В настоящее время, жилые дома средней этажности имеют мгновенную реакцию на любое нововведение в различных общественных сферах жизни. С помощью современных технологий, таких как нанотехнологии, можно создавать сверхпрочные и легкие конструкции [5-8], а с помощью генной инженерии, можно предоставить архитекторам новые строительные материалы, которые способны расти и развиваться прямо на строительной площадке. Современные жилые дома средней этажности являются открытой системой для интеграции всего нового, что происходит в мире, и всего того, что они успели вобрать в себя на протяжении тысячелетий.

На современном этапе развития общества проявляется чрезвычайная контрастность и неоднозначность [9]. Природные катаклизмы, различные экологические прогнозы, нестабильность ситуации в экономике и политике наряду с научно-техническим прогрессом - «информационным взрывом» и повышением качества жизни приводит к росту хаотических элементов в общественном сознании и культуре. Именно таким периодам неопределенности и «энтропийности» человек и общество особенно остро нуждаются мировоззренческих ориентиров, планов и стратегий дальнейшего развития жилых домов средней этажности. Для представления о будущем - необходимым становится осмысление современности.

Делая прогноз будущего, жилые дома средней этажности способны внести свои коррективы, которые являются видом человеческой деятельности и, проявляющей себя чрезвычайно разнообразно [10]. В них есть место, как искусству, так и науке, как практике, так и теории. Роль жилых домов средней этажности, которые являются в виде провидицы будущего в социокультурном измерении – несомненна. Осмысливая, изучая и анализируя современные жилые дома средней этажности, можно спрогнозировать дальнейшие тенденции и основные векторы направленности развития, сделать первый шаг к разгадке ближайшего и будущего как части культуры и всего мира.

Краткий обзор публикаций по теме. В решении любого жилого дома одним из главных является вы-

бор его конструктивной схемы. Из результатов анализа зарубежного и отечественного опыта проектирования и строительства энергоэффективных жилых домов, определяющими в решении проблем их энергообеспечения и энергоэффективности являются правильно выбранные их оборудование, материалы и конструкции [11-14]. Оценочные характеристики, определяющие выбор материала и конструкции, должны основываться на комплексной оценке внешних природно-климатических условий, правильно сформулированных критериях оценки несущих конструктивных и теплоизоляционных свойств различных материалов, методологии расчета прочностных и теплоизоляционных свойств конструкции, применении такой конструктивной системы, которая бы позволяла перепланировать помещение в зависимости от потребности жильцов, финансовых возможностей и от условий зимней и летней эксплуатации зданий (с возможным сезонным расширением и созданием универсальных пространств) [11, 12, 14].

С точки зрения методики проведения исследования целесообразно было бы использовать в определении конструктивной системы метод комплексного функционально-структурного анализа (с выявлением его влияния на планировочную схему и конструкции), вместе с системным анализом и сравнительным анализом факторов влияния. Представляется целесообразным по ходу исследовательской работы определять некоторые принципы и методологию ее проведения.

В работах [7, 9] под энергоэффективным жилым домом подразумевается здание, у которого объемно-планировочные и конструктивные решения, а также системы инженерных коммуникаций, с общепринятыми функциональными требованиями, удовлетворяют при этом принципу обеспечения максимально-возможной экономии всех видов энергии. Кроме того, автором выделено энергоактивное здание, для которого отличительная способность заключается в улавливании и передаче во внутреннюю энергетическую систему или в определенные помещения энергии от возобновляемых источников (солнечной, тепловой энергии земли, ветровой и др.).

В работе [16] показано, что энергоэффективные жилые дома являются наиболее близкими к экологи-

ческому дому, поскольку понятию энергоэффективности присуща характеристика экологического дома.

Принцип выбора материала наружной облицовки здания учитывает наиболее общие положения, относящиеся к выбору материала конструкции и критериям, определяющим этот выбор (принцип устойчивой (экологичной) архитектуры: экологизация города и окружающей среды; экономия тепла и энергии по дому и в масштабах жилого образования [13]; улучшение комфортности городской среды и здоровья людей. А.Н. Тетиор выявляет некоторые показатели, влияющие на выбор экологичного материала на разных этапах цикла жизни: добыча и подготовка исходных компонентов; изготовление и оформление материала; эксплуатация, использование, ремонт; утилизация; повторное использование. Так, на этапе изготовления материала основными показателями экологичности материала автор считает: минимальные затраты энергии при его обработке и изготовлении, минимальное загрязнение среды при изготовлении, минимальное количество отходов при изготовлении. На этапе эксплуатации, использования и ремонта А.Н. Тетиор важными считает следующие показатели: оздоровление среды зданий; отказ от использования вредных сопутствующих материалов (клеев, растворителей, добавок растворов и т.п.); отсутствие каких-либо загрязнений среды; простые технологии при строительстве, отделке и эксплуатации; максимальная долговечность, пригодность для повторного использования и ремонтов. По мнению автора [14] утилизация должна быть простой, наиболее полной и неэнергоёмкой (в том числе с получением теплоты при сжигании), а также должна предусматриваться возможность повторного использования в какой-либо форме.

Цель. Исследовать влияние современных конструкций на энергоэффективность жилья средней этажности в контексте использования возобновляемых источников энергии.

Материалы и методы. Исходя из проведенного анализа современных материалов, к полностью экологичным (биопозитивным) можно отнести строительные материалы, изготовленные из возобновляемых природных ресурсов, требующие минимальных затрат энергии в процессе изготовления, оказывающие позитивное влияние на здоровье человека и не вредящие ему, не загрязняющие природную среду при их изготовлении, полностью рециркулируемые (разлагающиеся) в процессе замкнутого цикла после выполнения функций подобно материалам живой природы (наиболее распространенным из них является древесина). Требованиям экологичности соответствуют следующие природные материалы: дерево, бамбук, солома и некоторые растительные материалы: торф, шерсть, войлок, кожа, пробка, натуральный камень, хлопок и натуральный шелк, натуральные клеи, олифа, каучук [8, 9, 13].

К условно экологичным (изготовленным из широко представленных в земной коре полезных ископаемых, не оказывающих вредного влияния на окружающую среду и людей) – к биопозитивным относятся керамические изделия, кирпич (черепица, плитка), стекло, бетон, сталь [3, 13].

К неэкологичным строительным материалам, опас-

ным во время применения и утилизации, относятся пластмассовые изделия, синтетические краски, растворители, лаки, гидроизолирующие материалы, выделяющие опасные испарения и летучие вещества – аммиак, фенолформальдегид, толуол, оксид и диоксид углерода, сернистый ангидрид, пыль, волокна, ртуть, меркаптан, хлор, фтор [13]. А.Н. Тетиор обращает также внимание на энергоёмкость материалов в связи с необходимостью экономии энергии: очень высокий уровень энергоёмкости – алюминий (200-250), пластмассы (50-100), медь, нержавеющая сталь (100); высокий уровень – сталь (30-60), цинк (25), стекло (12-25), цемент (5-8); средний уровень – кирпич и черепица из глины (2-7), гипс (1-4), бетонные блоки (0,8 – 3,5), бетон (0,8 – 1,5), древесина (0,1 – 5); низкий уровень – песок, зола, грунт (менее 0,5 гдж/т).

Кроме того, по данным А.Н. Тетиора [14] материалы оказывают влияние на окружающую среду: изделия из каменной кладки экологичны, минимально загрязняют воздух; бетон часто закрыт отделкой и поэтому минимально загрязняет воздух; металлы практически не вызывают загрязнения воздуха за исключением процесса полировки, очистки или сварки; древесина не загрязняет воздух за исключением склеивания некоторых деревянных изделий; при производстве пластмасс могут выделяться потенциально опасные вещества ввиду их изготовления из продуктов переработки нефти и природного газа. В процессе выбора материалов для возведения энергоэффективного жилого дома необходимо придерживаться баланса их функциональных, конструктивных, экологических и экономических характеристик (снижение объема использования природных ресурсов, создание удобного надежного и безопасного места проживания). Энергоэффективное деревянное домостроение имеет хороший потенциал для своего развития в северо-западном регионе Ирана, где сосредоточены более половины запасов древесины страны (более 1 % мировых запасов древесины). Деревянное домостроение в Европе, США и Канаде достигло большой гибкости строительных систем для быстрого возведения домов, большого типологического многообразия с возможностью индивидуального проектирования, пространственного моделирования, перепланирования и трансформации помещений [11, 13].

Снижение перегрева в теплый период года осуществляется за счет окраски крыш и стен (тепловой эффект на светлой поверхности зависит от температуры наружного воздуха, а на темной поверхности – от угла падения солнечных лучей), поэтому в холодных районах выбирают темный цвет кровли и стен, а в теплых районах (на юге) – светлый. Внешняя облицовка стен и кровли играют определяющую роль в аккумулировании тепла солнца. Кроме того, для соблюдения требований экологичности, экономичности, надежности и комфортности, и уменьшение затрат при транспортировке материалов необходимо ориентироваться на местные экологичные строительные материалы, местные традиции домостроения и передовые инновационные технологии, адаптированные к местным условиям [5, 14].

Принцип выбора конструкции наружной облицовки стен предусматривает несколько направлений

предпроектного исследования: с одной стороны наружная облицовка должна защищать от внешних негативных воздействий окружающей среды (холода, зноя, избыточной солнечной радиации); минимизировать теплопотери и выход тепла из здания; способствовать аккумуляции и генерированию тепловой энергии внутри здания благодаря грамотному тепловому зонированию с выделением буферных зон. В настоящее время большинство традиционных конструктивных решений наружных стен и покрытий зданий далеко не в полной мере удовлетворяет возросшим требованиям к энергосбережению. Детальное рассмотрение конструкции и материалов наружной облицовки здания является основой конструирования ограждающих элементов жилого здания, принципа оценочных критериев с учетом повышенных теплозащитных требований к инженерным решениям по проектированию энергоэффективных объектов. Так, например, исходя из санитарно-гигиенических норм, условий комфортного проживания и требований к резкому сокращению энергозатрат на обогрев внутри здания, экономически целесообразным является применение традиционных стеновых материалов и многослойных фасадов в новом строительстве и при реконструкции старых зданий (система наружного утепления «мокрый фасад с тонкослойной штукатуркой»). «Мокрый» тип фасадных систем позволяет снизить затраты на материалы ограждающих конструкций и облицовок поверхности, предоставляя большие возможности в архитектурных решениях (утеплитель пенополистирольные или минераловатные плиты). Как человек может получать энергию и тепло извне (например, от обогревателя) и вырабатывать ее изнутри (занимаясь физическими нагрузками), так и здание, получая энергию извне, и вырабатывая ее внутри в процессе жизнедеятельности, максимально сохранить эту энергию благодаря правильно выбранным технологиям, строительным материалам и конструкциям. Поэтому очень важно знать характеристики традиционных и новых материалов и конструкций, поступающих на рынок строительных материалов [6-9, 14].

Например, природный камень принято считать одним из лучших отделочных материалов в строительстве, кроме того, он является одним из первых традиционных строительных материалов, из которого принято было на вяжущем и без вяжущего раствора (с обработкой и без обработки камня) сооружать первые стеновые конструкции за несколько тысячелетий до нашей эры. В наше время он стал недоступным для многих потребителей из-за высокой цены на этот материал, его транспортировку и установку [3, 14]. Современная промышленность предлагает вместо тяжелого и дорогого природного камня использовать его заменитель – более легкий искусственный камень (20-30 % веса натурального камня).

Одним из главенствующих и ведущих строительных материалов, созданных человеком для компенсации нехватки природного камня в строительстве, является кирпич. Он до сих пор массово используется во многих странах в жилом строительстве, в том числе и в энергосберегающем. Кирпич обеспечивает надежную звукоизоляцию (а пустотный кирпич –

теплоизоляцию), огнезащиту и защиту от внешних факторов, а также позволяет воплотить в жизнь любую архитектурную идею (свободный план с любой пластикой стены). Кирпичная кладка эстетично выглядит и в интерьере и на фасаде здания, придает помещению уют и защищенность домашнего очага, а благодаря мелкогабаритности самого кирпича (в отличие от природного камня), из этого материала можно организовывать любую пластику стены в плане здания. Благодаря своим качествам, кирпичные стены часто используются как наружные ограждения в современных сборно-монолитных домах в Украине и Иране. Характерным для кирпичных стен является то, что они, пропуская влагу, дышат, сохраняют декоративность сплошной кирпичной кладки и перевязки швов, отличаются высоким сопротивлением теплопередачи (особенно с учетом современных открытий и нанотехнологий утепления фасадов, применением пустотного кирпича и специальных утеплителей). Все это поддерживает общий уровень равновесия влажности и энергосбережения дома, создает комфортные условия пребывания в помещении людей.

Результаты и их обсуждение. Перспективным направлением в разработке конструкций современных энергоэффективных жилых домов является создание вентилируемых фасадов, которые имеют следующие преимущества: аккуратный и эстетичный внешний вид, длительный период эксплуатации без ремонта (более 50 лет), простота в эксплуатации, высокие тепло- и звукоизоляционные свойства, возможность осуществлять монтаж круглый год и т.д. При этом есть и существенные недостатки: относительная однотипность архитектурных решений, достаточно высокая стоимость, сложность выполнения декоративных элементов. Облицовочные экраны в устройствах вентилируемых фасадов могут быть изготовлены из: цементно-волокнистых и асбестоцементных плит, алюминиевых и стальных композитных панелей, фасадных панелей-кассет, плит из керамогранита. Подобный уровень проектирования и строительства потребует развития проектно-строительной базы и максимального использования местных строительных материалов (с разработкой рекомендаций для всех проектно-строительных зон).

Выводы. В работе, при исследовании вопросов влияния современных конструкций на энергоэффективность жилья средней этажности в контексте использования возобновляемых источников энергии (солнца, ветра, воды и земли), сделан первый шаг к комплексной систематизации факторов, которые влияют на формирование функционально-планировочной и объемно-пространственной структуры жилых домов с энергосберегающими технологиями. В работе детально проанализированы литературные источники, которые способствовали уточнению некоторых определений и терминов, непосредственно касающихся возобновляемой энергетики в отрасли жилого строительства средней этажности. Кроме того, предложена общая классификация жилья, в которой определено значимое место сегмента исследований – жилья средней этажности с элементами оборудования, отвечающее требованиям современных энергоэффективных технологий.

ЛИТЕРАТУРА

1. L.A. Suvorova, T. V. Baibakova, and I.V. Pestova The process of forming the synergetic effect in the industrial cluster and its economic evaluation, SHS Web of Conferences 35, 01090 (2017)
2. L.A. Suvorova, Proc. Biokirov-2015, 99-103 (2015)
3. M. Delgado, M. Porter, S. Stern, Journal of Economic Geography, 10, 4 (2010)
4. C. Ketels, O. Solvell, Innovation Clusters in the 10 NewMember States of the European Union (Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2006)
5. C. Ketels, O. Memedovic, International Journal of Technological Learning, Innovation and Development, 1, 3 (2008)
6. Lingaitis L.P., Mjamlin S, Baranovsky D, Jastremskas V. Prediction methodology of durability of locomotives diesel engines. Eksploatacja i Niezawodnosc – Maintenance and Reliability 2012; 14 (2): 154–159.
7. Liang, X.D.; Zhang, W.W.; Chen, L.; Deng, F.M. Sustainable Urban Development Capacity Measure – A Case Study in Jiangsu Province, China. Sustainability 2016, 8, 270.
8. Zhou, J.Y.; Shen, L.Y.; Song, X.N.; Zhang, X. Selection and modeling sustainable urbanization indicators: A responsibility-based method. Ecol. Indic. 2015, 56, 87–95.
9. Huang, L.; Yan, L.J.; Wu, J.G. Assessing urban sustainability of Chinese megacities: 35 years after the economic reform and open-door policy. Landsc. Urban Plan. 2016, 145, 57–70.
10. Mori, K.; Yamashita, T. Methodological framework of sustainability assessment in City Sustainability Index (CSI): A concept of constraint and maximization indicators. Habitat Int. 2015, 45, 10–14.
11. Афанасьева О.К. Архитектура малоэтажных жилых домов с возобновляемыми источниками энергии. Автореферат дис. канд. арх. Москва, 2009. - 20с.
12. Молодкин С.А. Принципы формирования архитектуры энергоэффективных высотных зданий. Дис. канд. арх. Москва, 2007. - 142 с.
13. Тетиор А.Н. Городская экология: учеб. пособие для вузов / А.Н.Тетиор.- М.: Издательский центр «Академия», 2006. - 336 с.
14. Тетиор А.Н. Экологичная архитектура и экологичная красота зданий и города / А.Н.Тетиор // Жилищное строительство. - 2001. - № 12. - С. 14- 17.
15. Беляев В.С., Хохлова Л.П. Энергосберегающий жилой дом. - Москва, 1991. - 255 с.
16. Широков Е.И. Экодом нулевого энергопотребления - реальный шаг к устойчивому развитию / Е.И. Широков // Архитектура и строительство России. - 2009. - № 2. - С.35-39.

REFERENCES

1. L.A. Suvorova, T. V. Baibakova, and I.V. Pestova The process of forming the synergetic effect in the industrial cluster and its economic evaluation, SHS Web of Conferences 35, 01090 (2017)
2. L.A. Suvorova, Proc. Biokirov-2015, 99-103 (2015)
3. M. Delgado, M. Porter, S. Stern, Journal of Economic Geography, 10, 4 (2010)
4. C. Ketels, O. Solvell, Innovation Clusters in the 10 NewMember States of the European Union (Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2006)
5. C. Ketels, O. Memedovic, International Journal of Technological Learning, Innovation and Development, 1, 3 (2008)
6. Lingaitis L.P., Mjamlin S, Baranovsky D, Jastremskas V. Prediction methodology of durability of locomotives diesel engines. Eksploatacja i Niezawodnosc – Maintenance and Reliability 2012; 14 (2): 154–159.
7. Liang, X.D.; Zhang, W.W.; Chen, L.; Deng, F.M. Sustainable Urban Development Capacity Measure – A Case Study in Jiangsu Province, China. Sustainability 2016, 8, 270.
8. Zhou, J.Y.; Shen, L.Y.; Song, X.N.; Zhang, X. Selection and modeling sustainable urbanization indicators: A responsibility-based method. Ecol. Indic. 2015, 56, 87–95.
9. Huang, L.; Yan, L.J.; Wu, J.G. Assessing urban sustainability of Chinese megacities: 35 years after the economic reform and open-door policy. Landsc. Urban Plan. 2016, 145, 57–70.
10. Mori, K.; Yamashita, T. Methodological framework of sustainability assessment in City Sustainability Index (CSI): A concept of constraint and maximization indicators. Habitat Int. 2015, 45, 10–14.
11. Afanas'yeva O.K. Arkhitektura maloetazhnykh zhilykh domov s vozobnovlyayemyimi istochnikami energii. Avtoreferat dis. kand. arkh. Moskva, 2009. - 20 s.
12. Molodkin S.A. Printsipy formirovaniya arkhitektury energoeffektivnykh vysotnykh zdaniy. Dis. kand. arkh. Moskva, 2007. - 142 s.
13. Tetior A.N. Gorodskaya ekologiya: ucheb. posobiye dlya vuzov / A.N.Tetior.- M.: Izdatel'skiy tsentr «Akademiya», 2006. - 336 s.
14. Tetior A.N. Ekologichnaya arkhitektura i ekologichnaya krasota zdaniy i goroda / A.N.Tetior // Zhilishchnoye stroitel'stvo. - 2001. - № 12. - S. 14- 17.
15. Belyayev V.S., Khokhlova L.P. Energoberegayushchiy zhiloy dom. - Moskva, 1991. - 255 s.
16. Shirokov Ye.I. Ekodom nulevogo energopotrebleniya - real'nyy shag k ustoychivomu razvitiyu / Ye.I. Shirokov // Arkhitektura i stroitel'stvo Rossii. - 2009. - № 2. - S.35-39.

Modern constructions and energy saving technologies in residential construction

Moradi Pour Omid, S. V. Semka

Abstract. The article discusses the impact of modern structures on the energy efficiency of medium-rise housing in the context of the use of renewable energy sources (sun, wind, water and earth); with energy-saving technologies. At the same time, a general housing classification was carried out, in which a significant place in the research segment was determined - middle-level housing with equipment elements that meets the requirements of modern energy-efficient technologies.

Keywords: structures and materials, energy efficiency of housing, middle-rise housing, classification of residential buildings