

ПОДХОДЫ ИНТЕГРАЦИИ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ИСТОРИЧЕСКИХ ЗДАНИЯХ

Головин К.А., Копылов А.Б., Любин Н.С.

Тульский государственный университет

В статье рассмотрены современные методы решения проблем эксплуатации исторических зданий. На основе анализа нескольких примеров показаны разнообразные подходы интеграции энергоэффективных технологий.

Неэффективное использование энергетических ресурсов является предметом общей озабоченности всего человечества и одной из самых серьезных проблем XXI века. В связи с этим термин «энергоэффективность» имеет растущую популярность, при этом его употребление в контексте энергоэффективной архитектуры требует более внимательного отношения к отбору критериев, по которым здание признается энергоэффективным

Внедрение внутренней оболочки изоляции [1], холодных покрытий и модернизации окон представляет собой лучшее решение для повышения энергоэффективности ограждающих конструкций здания [2]. В исследованиях [3, 4] показано, что для снижения энергопотребления в исторических зданиях в основном модернизируют системы управления, освещения, вентиляции, хранения тепла и рекуперации тепла. Также глубокий анализ возможных действий по модернизации, подходящих для существующих европейских зданий с точки зрения, как архитектурного переоборудования, так и замены традиционных энергетических систем инновационными энергетическими установками представлен в исследовании Арденте Ф. и соавторов [5]. В последних проектах действия по модернизации включают в себя следующие составляющие: улучшение теплоизоляции оболочки здания, использование высокоэффективных окон, разработку интеллектуальных и высокоэффективных компонентов освещения, обновление ОВиК (отопление, вентиляция и кондиционирование) и внедрение возобновляемых источников энергии (таких как ветер или солнечная энергия).

В качестве примеров интеграции энергоэффективных технологий в реконструкцию исторических зданий Европы можно привести следующие исследования.

Здания Palazzo Ex-INPS, Беневенто в Италии, которое используется в качестве административного здания инженерного факультета Университета Саннио [6]. Оно было построено в 1927 году в историческом центре города. Исследования показали, что адекватный режим потребления энергии, направленный на поддержание желаемого уровня обслуживания и комфорта, позволит сократить годовое потребление электроэнергии примерно на 24%. Для этого было предложено заменить окна на низкоэмиссионные и обновить теплоизоляцию крыши.

Другим примером является монументальный комплекс зданий Albergo dei Poveri в долине Каргонара в Генуи построенный в первых десятилетиях 17-го века, общая площадь которого около 60 000 м² (рис. 1) [7]. В этом случае, помимо простой оценки повышения энергетических характеристик остекления путем полной замены исторических окон, необходимо было оценить возможность их восстановления. Результаты исследований показали, что для восстановления окон и повышения энергетических характеристик ограждающих конструкций здания необходимы следующие вмешательства: изоляция пола на земле в сочетании с мероприятиями по устранению повышения влажности и изоляция кровельных систем.

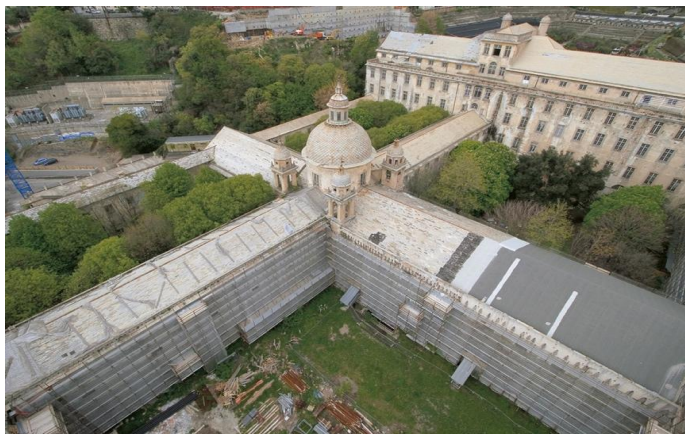


Рис. 1 – Albergo dei Poveri, Генуя.

Ca'S Orsola, Тревизо, Италия превращен в престижное жилое здание, путем его капитального ремонта, в основном

направленного на сейсмическую и энергетическую модернизацию, что привело к практически нулевому потреблению энергии [9]. Первоначально это был женский монастырь, и вплоть до 2000 года он сохранял первоначальную структуру и архитектуру. Основным преимуществом реконструкции стала экономия энергии на системах отопления, ГВС и вентиляции. Более того, после модернизации можно подчеркнуть и получение неэнергетических выгод, таких как восстановление исторического фасада здания и усиление конструктивных элементов зданий для повышения сейсмической устойчивости, что позволило увеличить рыночную стоимость объекта.

В 2014 году закончилась реконструкция окон Дворца Венгерской академии наук (рис. 2), расположенного в Будапеште, Венгрия [9]. Здание в стиле неоренессанса немецких дворцов было построено между 1862 и 1865 годами. В здании имеется более 200 окон 23 различных размеров, форм и типов. Одним из условий реконструкции исторического здания было сохранение исторического фасада в том числе и внешний вид окон. Моделирование показало, что полагаться только на коэффициент теплопередачи окна не является лучшим решением. В результате было предложено использование современных устройств затенения Interpane и простых автоматизированных систем.



Рис. 2 – Дворец Венгерской академии наук

Еще одним из примеров энергоэффективного подхода является реконструкция дворовых пространств в атриумы [10]. Подобные реконструкции проводятся в исторических зданиях Санкт-Петербурга, Россия (рис. 3). Это связано с тем, что в период с 1800 по 1860 год многие кирпичные здания Санкт-Петербурга строились преимущественно по типу дворов-колодцев.

Еще одним энергоэффективным подходом переоснащения исторических зданий является Урбинский университет в Италии. В течение 1960-х - 70-х годов университет приобрел многочисленные заброшенные здания XV-XVIII веков, в центре города, которые были восстановлены и используются качестве зданий факультетов и кафедр [11]. Полезная площадь университета превышает 32 000 м².



Рис. 3 – Атриум дома Зингер, Санкт-Петербург

Предложения о реконструкции зданий должны были соответствовать исторической и архитектурной ценности построек для города. Поэтому изоляция с помощью внешнего покрытия считалась неприемлемой с точки зрения сохранения исторического наследия, даже если это решило бы энергетические проблемы университета. Заполнение стен изоляционными материалами также не было возможным, так как отсутствовали полости для заполнения. Единственным вариантом для наружных стен оставалась внутренняя изоляция, которая и была выбрана. По-

сле проведения модернизации энергоэффективность здания существенно повысилась.

Другой подход реконструкции исторических зданий заключается в использовании пассивных тепловых характеристик здания для снижения энергопотребления. Такой подход был успешно применен в Азии. Например, старые магазины г. Пенанга в Малайзии (рис. 4), могут оставаться холоднее современных зданий, регулируя температуру воздуха в помещении и снижая пиковую температуру в особо жаркие дни за счет специальных фасадных конструкций [14].



Рис. 4 – Старый магазин в Пенанге, Малайзия

На юго-востоке Китая широкое применение получили крупные жилые здания, построенные из утрамбованной земли в деревянном каркасе. Проведенные исследования энергетических характеристик таких зданий в Нанкине показало, что годовое потребление первичной энергии на бытовые нужды в расчете на одну семью было ниже, чем в обычных сельских домах того же района [15].

Анализ внедрения энергоэффективных технологий в реконструкцию исторических зданий показывает, что внедрение подхода энергоэффективности в исторических зданиях все еще не имеет надлежащего регулирования и подробных протоколов, которые можно использовать для управления процессом комплексного проектирования. Одним из первых таких документов можно считать - Протокол исторического строительства, разработанный итальянской организацией Green Building Council (GBC) в соответствии со стандартами LEED (руководство по энергоэффективному и экологическому проектированию). Этот протокол не только поддерживает инновации в дизайне и выборе материалов, но также оценивает возможности сохранения исторического наследия архитектурных шедевров. Благодаря введению нового стандарта создается настоящая интегрированная процедура реконструкции исторического наследия [16].

Библиографический список

1. Odgaard T., Bjarlov S.P., Rode C. *Interior insulation – Experimental investigation of hygrothermal conditions and damage evaluation of solid masonry façades in a listed building*, *Building and Environment*, 2018, vol. 129, pp. 1-14. doi.org/10.1016/j.buildenv.2017.11.015
2. Giombini M., Pinchi E.M. *Energy functional retrofitting of historic residential buildings: The case study of the historic center of Perugia*, *Energy Procedia*, 2015, vol. 82, pp. 1009-1016. doi.org/10.1016/j.egypro.2015.11.859
3. Ferrante A. *Zero- and low-energy housing for the Mediterranean climate*, *Advances in Building Energy Research*, 2012, vol. 6, pp. 81-118. doi.org/10.1080/17512549.2012.672003
4. Ciulla G., Galatioto A., Ricciu R. *Energy and economic analysis and feasibility of retrofit actions in Italian residential historical buildings*, *Energy and Buildings*, 2016, vol. 128, pp. 649-659. doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.07.044

5. Ardenne F., Beccali M., Cellura M., Mistretta M. *Energy and environmental benefits in public buildings as a result of retrofit actions*, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2011, vol. 15, pp. 460-470. doi.org/10.1016/j.rser.2010.09.022
6. Ascione F., Bianco N., De Masi R.F., de' Rossi F., Vanoli G.P. *Energy retrofit of an educational building in the ancient center of Benevento. Feasibility study of energy savings and respect of the historical value*, *Energy and Buildings*, 2015, vol. 95, pp. 172-183. doi.org/10.1016/j.enbuild.2014.10.072
7. Franco G., Magrini A., Cartesegna M., Guerrini M. *Towards a systematic approach for energy refurbishment of historical buildings. The case study of Albergo dei Poveri in Genoa*, *Energy and Buildings*, 2015, vol. 95, pp. 153-159. doi.org/10.1016/j.enbuild.2014.10.051
8. Dalla Mora T., Cappelletti F., Peron F., Romagnoni P., Bauman F. *Retrofit of an historical building toward NZEB*, *Energy Procedia*, 2015, vol. 78, pp. 1359-1364. doi.org/10.1016/j.egypro.2015.11.154
9. Bakonyi D., Doboszay G. *Simulation aided optimization of a historic window's refurbishment*, *Energy and Buildings*, 2016, vol. 126, pp. 51-69. doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.05.005
10. Murgul V. *Reconstruction of the courtyard spaces of the historical buildings of Saint-Petersburg with creation of atriums*, *Procedia Engineering*, 2015, vol. 117, pp. 808-818. doi.org/10.1016/j.proeng.2015.08.145
11. Joppolo C.M., Del Curto D., Luciani A., Valisi L.P., Bellebono M. *Keeping it modern, making it sustainable. Monitoring and energy retrofitting the Urbino University Colleges*, *Energy Procedia*, 2017, vol. 133, pp. 243-256. doi.org/10.1016/j.egypro.2017.09.363
12. Mancini F., Ceconi M., De Sanctis F., Beltotto A. *Energy retrofit of a historic building using simplified dynamic energy modeling*, *Energy Procedia*, 2016, vol. 101, pp. 1119-1126. doi.org/10.1016/j.egypro.2016.11.152
13. Murgul, V. *Assessment of the Energy-Efficient Modernization of Residential Historical Buildings in Kiev*, *MATEC Web of Conferences*, 2016, vol. 73, 10p. doi.org/10.1051/mateconf/20167302001
14. Omar N.A.M., Syed-Fadzil S.F. *Assessment of passive thermal performance for a Penang heritage shop house*, *Procedia Engineering*, 2011, vol. 20, pp. 203-212. doi.org/10.1016/j.proeng.2011.11.157

15. Li Q., Sun X., Chen C., Yang X. Characterizing the household energy consumption in heritage Nanjing Tulou buildings, China: a comparative field survey study, *Energy and Buildings*, 2012, vol. 39, pp. 317-326. doi.org/10.1016/j.enbuild.2012.02.023

16. Boarin P., Guglielmino D., Pisello A.L., Cotana F. Sustainability assessment of historic buildings: Lesson learnt from an Italian case study through LEED® rating system, *Energy Procedia*, 2014, vol. 61, pp. 1029-1032. doi.org/10.1016/j.egypro.2014.11.1017

УДК 658

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ НАДЁЖНОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ

Головин К.А., Копылов А.Б., Матвиенко А.В.

Тульский государственный университет

В статье раскрыта проблема организационно-технологической надёжности строительных процессов в условиях влияния различных факторов. Рассмотрены основные причины отказов строительных процессов и методы их устранения. Предложенные методы отдельно или в комплексе могут применяться на стадии создания проекта производства работ.

Повышение организационно-технологической надёжности строительных процессов является актуальным вопросом для строительных компаний, как основополагающий фактор экономической эффективности строительного производства. Организационно-технологическая надёжность - способность организационно-технологических и экономических решений обеспечить достижение ожидаемого результата строительных процессов в условиях возможных сбоев, имеющих место в строительной сфере, как многогранной вероятностной системе. Поэтому, проектирование и осуществление строительно-монтажных работ не могут основываться исключительно на жестко детерминированных параметрах, установленных в Единых Нормах и Расценках (ЕНиР), так как возникновение многочисленных производственных факторов приводит к затягиванию выполнения проектных объемов работ и намеченных сроков окончания строительства и ввода объектов в эксплуатацию. ЕНиР представляют собой нормативную документацию, направленную на экономи-