



К вопросу об энергетической эффективности зданий и сооружений

С.Г. Абрамян, Т.А. Матвийчук

*Институт архитектуры и строительства
Волгоградского государственного технического университета, г. Волгоград*

Аннотация: В статье на основе исследований отечественных и зарубежных ученых выполнен краткий анализ существующего положения возведения новых и реконструкции существующих зданий под энергоэффективное здание. Выявлено, что здания, построенные по немецким стандартам в других климатических зонах, не отвечают требованиям энергоэффективности. В статье отмечается, что понятие энергоэффективности зданий неразрывно связано с экологичностью применяемых материалов, снижением экономических затрат на выполнение строительно-монтажных работ и энергобезопасностью. Авторы считают, что **энергоэффективную** реконструкцию зданий и сооружений, построенных во второй половине XX века («обдирные дома»), можно выполнить за счет увеличения толщины наружных стен, с применением легких теплоизоляционных инновационных материалов, позволяющих обходиться без усиления фундаментов и закрепления грунтов.

Ключевые слова: энергоэффективное здание, пассивный дом, теплозащитные характеристики, энергоэффективная реконструкция, пути решения, применяемые материалы.

Возведение новых и реконструкция существующих зданий, отвечающих требованиям энергоэффективности, носит глобальный характер. Наверное, нет такой страны в мире, где на государственном уровне не рассматривались бы или периодически не рассматриваются вопросы энергетической эффективности зданий и сооружений. Согласно [1] с начала нынешнего столетия в ряде стран разработаны стратегические планы и законодательные акты в сфере энергоэффективности зданий и сооружений, а страны входящие в Европейский союз разработали «Программу 20-20-20». Сущность стратегической программы заключается в снижении на 20% к 2020 году энергопотребления, выбросов окиси углерода и увеличении доли на 20% возобновляемых источников электроэнергии. Базисным годом «Программы 20-20-20», которая является преемником лиссабонской стратегии энергоэффективности и имеет дальнейшее продолжение под названием «Дорожная карта 2050», по различным данным являются 1990 г. [1] или 1999



г. [2]. Прогнозирование и сценарии для достижения результатов в данной работе не будут рассмотрены, хотя это можно выполнить с учетом прироста населения и других статистических данных стран Европейского союза. 2020 год не за горами, а поднимаемый вопрос, связанный с ограниченностью энергетических ресурсов с их высокой стоимостью, добычей энергоносителей, наносящей огромный ущерб окружающей среде, имеет очень важное значение и всегда, в силу особенностей его решения, будет актуальным.

Но все же отметим, что уже есть научные исследования [3], подтверждающие недостижимость поставленной цели.

Анализ ряда статей зарубежных ученых показывает, что подходы к созданию энергоэффективных домов самые различные. Вполне логично в некоторых исследованиях [4-6] пишут, что прежде чем построить энергоэффективный дом, необходимо смоделировать, далее испытать его, после перейти на другие этапы жизненного цикла таких домов, а именно – к проектированию, строительству и эксплуатации.

Часто под энергоэффективным домом подразумевается пассивный дом [7-9], построенный по немецким стандартам. Однако такое толкование энергоэффективного дома совсем неверное [10]. Так как концепция пассивного дома требует энергоэффективных решений, то пассивный дом является одним из разновидностей энергоэффективного дома. Согласно [11] под пассивным домом понимается сооружение без системы отопления и минимальными затратами на энергопотребление.

Переход к возведению новых и реконструкции старых зданий под энергоэффективное здание имеет как экономическое [12], так и экологическое и социальное значение. В статье [13] подчеркивается, что жилищный фонд Новой Зеландии характеризуется «низким уровнем тепловых показателей», что неблагоприятно влияет на «здоровье и



благополучие жильцов», и порой люди не владеют необходимой информацией по внедрению новых методов и материалов для обеспечения энергоэффективности своего жилища. Насколько эффективны применяемые материалы с точки зрения энергоэффективности, тоже невыяснено. Дело в том, что энергоэффективный дом, построенный на северных широтах земного шара, не может отвечать требованиям энергоэффективности зданий, построенных в субтропической или других климатических зонах [4, 7, 8]. Относительно энергоэффективности высотных зданий можно привести исследования [9,14]. Построенные согласно немецким стандартам пассивного дома, с учетом климатических условий, в четырех городах различных стран (Словения, Хорватия, Швеция и Объединенные Арабские Эмираты) ни одно здание не отвечало требованиям энергоэффективности [9], что подчеркивает индивидуальный подход к проектированию энергоэффективных зданий. При этом основными принципами должны быть требуемый уровень микроклимата, удельная потребность в тепловой энергии, обоснованный вариант тепловой защиты здания и т.д. [14].

Энергетическая и экологическая эффективность трех отдельно стоящих домов с одинаковыми объемно-планировочными решениями, спроектированных для юго-восточной части Европы, стены которых сконструированы из дерева, газобетона и кирпича, оценена в работе [15]. В ходе анализа авторами было выявлено, что дом с кирпичными стенами отвечает требованиям энергетической эффективности больше, а из газобетона – экологической.

Итак, вопросы энергетической эффективности зданий напрямую связаны с их экологичностью [7,8,10]. В работе [15] подчеркивается, что «энергоэффективные здания, построенные из экологически приемлемых материалов, являются результатом всемирного экологического сознания, вызванного постоянно растущей озабоченностью в связи с



изменением климата и экономическим аспектом долгосрочной экономии энергии». Если добыча энергетических ресурсов, их транспортировка всегда сопровождалась загрязнением всех жизнеобеспечивающих оболочек Земли, то рост потребления электроэнергии в процессе эксплуатации зданий и сооружений, сопровождающийся выбросом вредных веществ в атмосферу, более динамичен.

Оптимизация толщины и составных слоев ограждающих конструктивных элементов, с целью создания пониженной воздухопроницаемости, теплоизоляции стен для достижения энергоэффективности рассмотрены в ранее упомянутых статьях [7, 8], а также в исследованиях [16-18]. В [7, 8] указывается о необходимости создания герметичных полов, потолков и окон. В статье [18] подчеркивается, что «добиться значительного уменьшения теплопотерь только через современные ограждающие конструкции довольно-таки сложно, поскольку существенная доля потерь приходится через мостики холода».

Энергоэффективная реконструкция значительной части зданий и сооружений, введенных в эксплуатацию во второй половине XX века, так называемых «обдирных домов» [19], заключается: в облачении надземной части в теплозащитную оболочку, выполненную из самых инновационных материалов; создании термических участков подземной части здания; переустройстве инженерных систем, отвечающих требованиям энергетической эффективности, и т.д., так как «энергоэффективный дом – это здание, в котором низкое потребление энергии сочетается с хорошим микроклиматом» [20, 21].

На основе анализа всех указанных исследований можно сделать следующее заключение: энергоэффективное здание является самостоятельной тепловой энергосистемой, которая потребляет энергии в 10 раз меньше любого классического дома. В нем отсутствует традиционная



система отопления. Для дома рассчитывается наиболее оптимальная ориентация здания с учетом микроклимата местности. Основными составляющими энергоэффективного дома являются: экологичность (применение самых инновационных строительных материалов, оборудования конструкций зданий); экономичность (отсутствуют затраты на установку котельного оборудования, на подключение газа, расходов на чистку дымоходов и т.д.); энергобезопасность (можно строить в любом месте, где отсутствуют системы газоснабжения и теплосети. Сооружение можно построить полностью энергонезависимым).

Немецкие стандарты пассивного дома не всегда подходят требованиям энергоэффективности зданий, построенных в других климатических зонах.

Энергоэффективная реконструкция зданий и сооружений, построенных во второй половине XX века («обдирные» дома), может быть выполнена за счет увеличения толщины наружных стен, с применением легких теплоизоляционных инновационных материалов, позволяющих не выполнять усиление фундаментов и закрепление грунтов.

Литература

1. Седаш Т.Н. Зарубежный опыт энергосбережения и повышения энергоэффективности в ЖКХ. // Вестник РУДН, серия Экономика, 2013, №2, С. 61-68.
2. Стратегия 20-20-20. URL: greenevolution.ru/enc/wiki/strategiya-20-20-20/ (дата обращения -1.02.2017).
3. Serghides DK, Dimitriou S., Katafygiotou MC. Towards European targets by monitoring the energy profile of the Cyprus housing stock. Energy and Buildings. (2016); Volume: 12 (Iss); pp. 130-140. DOI: 10.1016/j.enbuild.2016.06.096.



4. Ali-Toudert F., Weidhaus J. Numerical assessment and optimization of a low-energy residential building for Mediterranean and Saharan climates using a pilot project in Algeria. *Renewable Energy*. (2017); Volume: 101; pp. 327-346. DOI: 10.1016/j.renene.2016.08.043.

5. Alemi P., Loge F. Energy efficiency measures in affordable zero net energy housing: A case study of the UC Davis 2015 Solar Decathlon home. *Renewable Energy*. (2017); Volume: 101; pp. 1242-1255. DOI: 10.1016/j.renene.2016.10.016.

6. Sandberg NH, Sartori I., Heidrich O., Dawson R., Dascalaki E., Dimitriou S., Vimmr T., Filippidou F., Stegnar G., Zavrli MS. Dynamic building stock modelling: Application to 11 European countries to support the energy efficiency and retrofit ambitions of the EU. *Energy and Buildings*. . (2016); Volume: 132 (Si); pp. 26-38. DOI: 10.1016/j.enbuild.2016.05.100.

7. Fokaides PA, Christoforou E., Ilic M., Papadopoulos A. Performance of a Passive House under subtropical climatic conditions. *Energy and Buildings*. (2016); Volume: 133; pp. 14-31. DOI: 10.1016 / j.enbuild.2016.09.060.

8. Kylili A., Ilic M., Fokaides PA. Whole-building Life Cycle Assessment (LCA) of a passive house of the sub-tropical climatic zone. *Resources Conservation and Recycling*. (2017); Volume: 116; pp. 169-177. DOI: 10.1016/j.resconrec.2016.10.010

9. Soleimani-Mohseni M., Nair G., Hasselrot R. Energy simulation for a high-rise building using IDA ICE: Investigations in different climates. *Building Simulation*. (2016); Volume: 6; pp. 629-640. DOI: 10.1007/s12273-016-0300-9.

10. Абрамян С.Г. Реконструкция зданий и сооружений: основные проблемы и направления. Часть 1. *Инженерный вестник Дона*, 2015, №4. URL: ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_188_Abramyan.pdf_abbad35813.pdf (дата обращения: 1.02.2017).



11. Абитов А.М., Атаев М.А. «Пассивный дом» - что это такое // Символ науки. 2016, №3. С.23-24.

12. Wahlstrom MH. Doing good but not that well? A dilemma for energy conserving homeowners. Energy Economics. (2016); Volume: 60; pp. 197-205. DOI: 10.1016/j.eneco.2016.09.025.

13. Scott MG, McCarthy A., Ford R., Stephenson J., Gorrie S. Evaluating the impact of energy interventions: home audits vs. community events. Energy Efficiency. (2016); Volume: 6; pp. 1221-1240. DOI: 10.1007/s12053-015-9420-9.

14. Шеина С.Г., Федяева П.В. Оценка методов повышения энергоэффективности в жилых зданиях повышенной этажности для г. Ростова-на-Дону. // Инженерный вестник Дона. 2013 №2 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2013/1713 (дата обращения: 1.02.2017).

15. Maodus N., Agarski B., Misulic TK, Budak I., Radeka M. Life cycle and energy performance assessment of three wall types in south-eastern Europe region. Energy and Buildings. (2016); Volume: 133; pp. 605-614. DOI: 10.1016/j.enbuild.2016.10.014.

16. Zaborova D., Petrochenko M., Chernenkaya L. Thermal Stability Influence of the Enclosure Structure on the Building's Energy Efficiency. MATEC Web of Conferences. (2016); Volume: 73; Article number: UNSP 02014. DOI: 10.1051/matecconf/20167302014.

17. Jakovics A., Gendelis S., Bandeniece L. Energy Efficiency and Sustainability of Different Building Structures in Latvian Climate. IOP Conference Series-Materials Science and Engineering. (2015); Volume: 96; Article number: 012032. DOI: 10.1088/1757-899X/96/1/012032.

18. Сапронова О.М., Бирюкова Т.П. Повышение энергоэффективности зданий и сооружений // Вестник МГСУ. 2011. №4. С. 337-341.



19. Советская империя: Хрущевки. URL: dokmir.ru/158-sovetskaya-imperiya-hrushevki.html (дата обращения: 1.02.2017).

20. Москалёв П. А. Становление понятия пассивного дома с точки зрения ресурсосбережения и энергосбережения. К вопросу об актуальности для Сибири // Наука, образование и культура. 2016. № 6 (9). С.83-86.

21. Ratanachotinun J., Kasayapanand N., Hirunlabh J., Visitsak S., Teekasap S., Khedari J. A design and assessment of solar chimney of bioclimatic house wall and roof for construction in the housing market of Thailand. Building Services Engineering Research & Technology. (2016); Volume: 37 (Iss 6); pp. 694-709. DOI: 10.1177/0143624416647761.

References

1. Sedash T.N. Vestnik RUDN, serija Jekonomika (Rus). 2013. №2, pp.61-68.

2. Strategija 20-20-20. [Strategy 20-20-20] URL: greenevolution.ru/enc/wiki/strategiya-20-20-20.

3. Serghides DK, Dimitriou S., Katafygiotou MC. Towards European targets by monitoring the energy profile of the Cyprus housing stock. Energy and Buildings. (2016); Volume: 12 (Iss); pp. 130-140. DOI: 10.1016/j.enbuild.2016.06.096.

4. Ali-Toudert F., Weidhaus J. Numerical assessment and optimization of a low-energy residential building for Mediterranean and Saharan climates using a pilot project in Algeria. Renewable Energy. (2017); Volume: 101; pp. 327-346. DOI: 10.1016/j.renene.2016.08.043.

5. Alemi P., Loge F. Energy efficiency measures in affordable zero net energy housing: A case study of the UC Davis 2015 Solar Decathlon home. Renewable Energy. (2017); Volume: 101; pp. 1242-1255. DOI: 10.1016/j.renene.2016.10.016.



6. Sandberg NH, Sartori I., Heidrich O., Dawson R., Dascalaki E., Dimitriou S., Vimmr T., Filippidou F., Stegnar G., Zavrli MS. Dynamic building stock modelling: Application to 11 European countries to support the energy efficiency and retrofit ambitions of the EU. *Energy and Buildings*. . (2016); Volume: 132 (Si); pp. 26-38. DOI: 10.1016/j.enbuild.2016.05.100.

7. Fokaides PA, Christoforou E., Ilic M., Papadopoulos A . Performance of a Passive House under subtropical climatic conditions. *Energy and Buildings*. (2016); Volume: 133; pp. 14-31. DOI: 10.1016 / j.enbuild.2016.09.060.

8. Kylili A., Ilic M., Fokaides PA. Whole-building Life Cycle Assessment (LCA) of a passive house of the sub-tropical climatic zone. *Resources Conservation and Recycling*. (2017); Volume: 116; pp. 169-177. DOI: 10.1016/j.resconrec.2016.10.010

9. Soleimani-Mohseni M., Nair G., Hasselrot R. Energy simulation for a high-rise building using IDA ICE: Investigations in different climates. *Building Simulation*. (2016); Volume: 6; pp. 629-640. DOI: 10.1007/s12273-016-0300-9.

10. Abramyan S.G. Inženernyj vestnik Dona (Rus). 2015. №4. URL: ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_188_Abramyan.pdf_abbad35813.pdf.

11. Abitov A.M., Ataev M.A. Simvol nauki (Rus). 2016. №3, pp. 23-24.

12. Wahlstrom MH. Doing good but not that well? A dilemma for energy conserving homeowners. *Energy Economics*. (2016); Volume: 60; pp. 197-205. DOI: 10.1016/j.eneco.2016.09.025.

13. Scott MG, McCarthy A., Ford R., Stephenson J., Gorrie S. Evaluating the impact of energy interventions: home audits vs. community events. *Energy Efficiency*. (2016); Volume: 6; pp. 1221-1240. DOI: 10.1007/s12053-015-9420-9.

14. Sheina S..G., Fedjaeva P.V. Inženernyj vestnik Dona (Rus). 2013. №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2013/1713



15. Maodus N., Agarski B., Misulic TK, Budak I., Radeka M. Life cycle and energy performance assessment of three wall types in south-eastern Europe region. *Energy and Buildings*. (2016); Volume: 133; pp. 605-614. DOI: 10.1016/j.enbuild.2016.10.014.
16. Zaborova D., Petrochenko M., Chernenkaya L. Thermal Stability Influence of the Enclosure Structure on the Building's Energy Efficiency. *MATEC Web of Conferences*. (2016); Volume: 73; Article number: UNSP 02014. DOI: 10.1051/matecconf/20167302014.
17. Jakovics A., Gendelis S., Bandeniece L. Energy Efficiency and Sustainability of Different Building Structures in Latvian Climate. *IOP Conference Series-Materials Science and Engineering*. (2015); Volume: 96; Article number: 012032. DOI: 10.1088/1757-899X/96/1/012032.
18. Saponova O.M., Birjukova T.P. *Vestnik MGSU (Rus)*. 2011. №4, pp. 337-341.
19. Sovetskaja imperija: Hrushhevki [Soviet Empire: Khrushchevka]. URL: dokmir.ru/158-sovetskaya-imperiya-hrushevki.html
20. Moskaljov P. A. *Nauka, obrazovanie i kul'tura (Rus)*. 2016. № 6 (9), pp. 83-86.
21. Ratanachotinun J., Kasayapanand N., Hirunlabh J., Visitsak S., Teekasap S., Khedari J. A design and assessment of solar chimney of bioclimatic house wall and roof for construction in the housing market of Thailand. *Building Services Engineering Research & Technology*. (2016); Volume: 37 (Iss 6); pp. 694-709. DOI: 10.1177/0143624416647761.