

Энергоэффективная реконструкция на различных этапах жизненного цикла строительной системы

С.Г.Абрамян, О.В. Оганесян, Е.П. Сибирский

Волгоградский государственный технический университет

Аннотация: Обосновывается актуальность и рассматриваются вопросы энергоэффективной реконструкции на различных стадиях жизненного цикла строительной системы. Подчеркивается, что реконструкцию необходимо рассматривать как отдельную фазу жизненного цикла объекта недвижимости. И, несмотря на то, что строительные системы статичны, все стадии жизненного цикла являются динамичными и сложноуправляемыми. Представлены схемы жизненного цикла здания и процесса контроля заказчиком энергоэффективной реконструкции на различных этапах.

Ключевые слова: жизненный цикл, стадия, фаза, целевая система, организационно-технологическая структура, контроль показателей.

В настоящее время энергетическая эффективность объектов строительства и реконструкции является одной из наиболее приоритетных проблем современного этапа развития отрасли. Особая актуальность данной проблемы определяется тем, что энергоресурсы, как известно, в определенной степени ограничены и, следовательно, при постоянно возрастающих объемах потребления неизбежно поднимаются в цене. В связи с этим, пристального внимания и глубокого изучения требуют способы повышения энергоэффективности зданий посредством применения методов и технологий, направленных на сокращение тепловых потерь, использования специального оборудования и материалов, позволяющих рационально потреблять энергетические ресурсы, а также соответствующих конструктивных и объемно-планировочных решений.

Среди исследователей не вызывает сомнения тот факт, что для решения вопросов, касающихся повышения энергетической эффективности возводимых и реконструируемых объектов, необходим комплексный подход, при котором будут учтены различные аспекты рассматриваемой проблемы.

Так, в специальной литературе (например, [1–3]), демонстрируется разносторонний подход к проблеме повышения энергетической эффективности в строительном секторе; при этом необходимо отметить, что в данной научной сфере преобладают те исследования, которые посвящены вопросам реконструкции зданий и сооружений [4–6]. Это объясняется тем, что большая часть объектов, построенных и введенных в эксплуатацию в период 1950-х – 2010-х гг., не соответствует современным нормам энергоэффективности. В том числе речь идет о значительных теплопотерях, которые вызваны, как правило, особенностями наружных ограждающих конструкций и инженерных сетей.

Учитывая данные, приведенные в работе [3], можно выделить следующие факторы, оказывающие влияние на энергетическую эффективность сооружения:

- его объемно-планировочное решение;
- качество и толщина утеплителя, используемого в вертикальных ограждающих конструкциях и применяемого для верхнего покрытия;
- количество и очередность слоев многослойной вертикальной ограждающей конструкции.

Помимо этого, в качестве еще одного способа повышения энергоэффективности строительной системы рассматривается использование поливалентных наружных стен.

В работе [7] изложена концепция поливалентной системы теплового обеспечения, базирующейся на применении возобновляемых источников энергии.

Таким образом, становится очевидной значимость процесса наращивания энергетического потенциала строительной отрасли. Это напрямую связано со стратегией развития экономики страны, в том числе в

русле формирования энергоэффективной экономики на всех уровнях государственного устройства [8–10].

Выбор из существующего многообразия организационно-технологических решений реконструкции строительных систем самого оптимального с точки зрения энергоэффективности решения, должен быть основан на системном и комплексном подходе.

Это означает, что должна быть выбрана экономически и экологически обоснованная последовательность выполнения комплекса взаимосвязанных и взаимозависимых энергосберегающих технологий на всех стадиях (этапах) жизненного цикла здания или сооружения на новой фазе, т. е. реконструкции, для решения градостроительных, экономических, экологических и социальных задач.

В связи с тем, что при реконструкции выполняется большое количество демонтажных работ, на предпроектной стадии необходимо учитывать то, каким образом будут использованы возвратные материальные ресурсы, и утилизировать те, использование которых не представляется возможным.

Предпроектную стадию реконструкции можно называть также стадией «инвестиционного замысла» реконструкции. На этой стадии обычно формируются показатели энергоэффективности реконструкции здания.

На стадии проектирования реконструкции строительной системы необходимо определить, каким образом нужно и можно достичь показателей энергоэффективности. Именно на этой стадии определяется весь перечень необходимых строительно-монтажных и ремонтно-строительных работ, а также то, какие технологии производства работ и организационные решения должны быть приняты с учетом условий производства работ, применяемых энергосберегающих материалов (речь здесь идет не только об теплоизоляционных материалах). При этом нужно иметь в виду, что энергоэффективная реконструкция – более сложный организационно-

технологический процесс, чем новое строительство, т. е. создание энергосберегающей и энергоэффективной строительной системы. Имеющийся в строительной практике арсенал машин, механизмов, оборудования и т. д. (т. е. энергетических ресурсов), отличающихся высокой производительностью, экономичностью и экологичностью, не всегда можно использовать при реконструкции в связи со специфичностью выполнения и условий производства работ.

При реконструкции применяется большое количество специфических механизмов и оборудования для демонтажных работ, которые не востребованы при новом строительстве. В свою очередь, инновационные технологии производства работ, которые успешно применяются при новом строительстве, не всегда применимы при реконструкции.

Экологические составляющие реконструкции, принятые на проектной стадии, также являются сложновыполнимыми, потому что заранее прогнозировать с точностью погодные условия при производстве строительного-монтажных и ремонтно-строительных работ невозможно.

Если при новом строительстве типовые по архитектурному и конструктивному решению здания и сооружения предполагают однотипные организационно-технологические решения, то на фазе реконструкции к этим же зданиям необходим индивидуальный подход.

Это означает, что системный подход при реконструкции зданий и сооружений предполагает программно-целевой метод разработки и реализации системы энергосберегающих и энергоэффективных мероприятий с минимальными затратами средств и времени для конкретного здания.

На стадии ремонтно-строительных (в том числе демонтажных) и строительного-монтажных работ от строительной организации требуется четкое выполнение организационно-технологических решений с целью достижения энергоэффективной реконструкции.

На этой стадии привлекаются надзорные органы, с помощью которых обеспечивается необходимый контроль качества. В настоящее время активно используются цифровые технологии контроля качества.

Если в ходе выполнения работ появляются технологии производства работ, применение которых обосновано экономически и экологически, то по согласованию с заказчиком и проектной организацией применяют их.

На стадии эксплуатации эксплуатирующая организация должна обеспечить тот уровень энергосберегающего здания, который был принят на стадиях инвестиционного замысла и проектирования энергоэффективной реконструкции. Выполняется мониторинг показателей энергоэффективности.

Последняя стадия – это переход на новую фазу энергоэффективной реконструкции или вывод из эксплуатации (снос) строительной системы.

На рис. 1 схематично изображен жизненный цикл реконструкции здания с учетом рассмотренного выше понятия энергоэффективности для каждой стадии, в аспекте традиционного представления жизненного цикла строительных систем.

Стадии жизненного цикла строительной системы разработаны по аналогии с предложениями авторов [11], но они адаптированы к фазе реконструкции.

Известно, что строительные системы статичны, все они являются объектами недвижимости, чем и отличаются от промышленной продукции. Между тем все стадии строительства и реконструкции динамичны, так как на всех стадиях выполняются определенные процессы. Особенно сложные динамические процессы осуществляются при ремонтно-строительных и строительномонтажных работах.



Рис. 1. – Схема жизненного цикла здания при энергоэффективной реконструкции

Другими словами, на протяжении всего жизненного цикла любая строительная система вступает в постоянное функциональное взаимодействие с различными подсистемами внешней среды, будь то материальные, информационные, денежные, человеческие и прочие потоки, которые, претерпевая некоторые изменения в рамках той или иной стадии жизненного цикла объекта, покидают систему, исчерпав свое функциональное назначение по отношению к ней.

Итак, жизненный цикл здания следует рассматривать как сложно организованную систему, в рамках которой каждый процесс имеет определенные параллельные, интерактивные, рекурсивные и обусловленные временем характеристики.

Как видно, на рис. 1. представлены три этапа контроля для достижения целевой системы в процессе выполнения энергоэффективной реконструкции здания или сооружения. И, как указано в работе [11], в связи с тем, что заказчик (заказчик-застройщик, заказчик-инвестор) в будущем является

собственником здания, он должен быть «центром ответственности за его энергетическую эффективность».

На рис. 2 представлен процесс контроля энергоэффективной реконструкции для получения необходимых показателей на различных стадиях жизненного цикла.



Рис. 2. – Процесс контроля заказчиком энергоэффективной реконструкции на различных этапах жизненного цикла

Реконструкция, как новая фаза жизненного цикла, имеет те же стадии, которые последовательно сменяются, т. е. представляет собой определенный процесс. Создание модели жизненного цикла реконструируемого объекта в рамках такого процессного подхода помогает достичь высокого уровня энергоэффективности на каждом этапе, начиная с разработки инвестиционного проекта и заканчивая эксплуатацией и реконструкцией.

Таким образом, организационно-технологическую структуру энергоэффективной реконструкции (ЭР) для всех стадий жизненного цикла можно представить множеством составляющих:

$$\text{ЭР} = \{\text{ИЗ}, \text{П}, \text{РСиСМР}, \text{Э}, \text{НФ}\}.$$

Рассмотрим первые три составляющие.

ИЗ – возможные решения для достижения энергоэффективности на стадии инвестиционного замысла. Например, после обследования реконструируемого здания, необходимо определить активные и пассивные мероприятия по обеспечению энергоэффективности. Если при реконструкции обновляются практически все инженерные системы (активные мероприятия), то, как показывает строительная практика, не все конструктивные элементы усиливаются, упрочняются или же подлежат замене и т. д. (пассивные мероприятия). Поэтому очень важно знать степень физического износа конструктивных элементов до реконструкции, чтобы в дальнейшем определить методы производства работ, формировать показатели энергоэффективной реконструкции и в итоге достичь целевой системы – энергосберегающего здания или сооружения.

П – разрабатываются и проектируются возможные решения по энергоэффективной реконструкции. Основываясь на стадии ИЗ, принимаются необходимые энергоэффективные системы для каждого конструктивного элемента, энергоэффективные технологии и организация производства работ. Разрабатывается проектно-сметная документация, которая до утверждения проходит экспертизу. Данная стадия важна для застройщика в плане обеспечения всех показателей энергоэффективности.

РСиСМР – на стадии ремонтно-строительных и строительно-монтажных работ разрабатывается проект производства работ, получают ряд разрешительных документов. Эта самая ответственная стадия ЭР; так, она более динамична, в нее входит огромное количество потоков трудовых, материальных и энергетических ресурсов. Для принятия управленческих решений она сложна, так как именно на этой стадии могут возникнуть самые различные детерминированные и стохастические факторы.

Организационно-технологическая структура в общем виде описывает любые конструктивные, технологические, организационные решения ЭР, и

без использования современных цифровых технологий невозможно принять правильное решение касательно необходимых энергоэффективных и энерго- и ресурсосберегающих задач.

Литература

1. Жук П. М. Значение материалов для повышения энергоэффективности зданий // Энергосбережение. 2016. №4-4. С. 46-53.
2. 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); Vol. 101; pp. 1242-1255. DOI: 10.1016/j.renene.2016.10.016.
3. Абрамян С. Г., Рыбакова О. В., Матвийчук Т. А. Основные направления обеспечения энергетической эффективности зданий и сооружений // Строительство: наука и образование. 2017. Т. 7. Вып. 1 (23). Ст. 4. URL: nsojournal.ru.
4. Scott MG, McCarthy A., Ford R. and Stephenson J., Gorrie S. Evaluating the impact of energy interventions: home audits vs. community events. *Energy Efficiency*. (2016); Vol. 6; pp. 1221-1240. DOI: 10.1007/s12053-015- 9420-9.
5. Абрамян С.Г., Матвийчук Т.А. К вопросу об энергетической эффективности зданий и сооружений // Инженерный вестник Дона, 2017, №1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2017/3993.
6. Абрамян С. Г., Матвийчук Т.А. Обеспечение энергоэффективности зданий за счет применения нового теплоизоляционного материала – пенокомпозита // Инженерный вестник Дона, 2017, №2. URL: ivdon.ru/uploads/article/pdf/ivd_29_Abramyan.pdf_e4fd26f9b2.pdf. /.
7. Басок Б.И., Божко И.К., Недбайло А.Н., Лысенко О.Н. Поливалентная система теплообеспечения пассивного дома на основе возобновляемых источников энергии // Инженерно-строительный журнал. 2015. № 6 (58). С. 32-43. DOI: 10.5862/MCE.58.4.

8. Чужинова Ю.Ю., Семенова Э.Е. Актуальность проблемы энергосбережения и пути ее решения // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Сер.: Высокие технологии. Экология. 2014. № 1. С. 138–141.

9. Михайлов С.А., Балябина А.А. Региональные аспекты проблемы энергосбережения // Современные энергетические системы и комплексы и управление ими: сб. мат. VIII Междунар. науч.-практ. конф. Новочеркасск: ЮРГТУ (НПИ), 2010. С. 49–52.

10. Dakwale V.A., Ralegaonkar R.V., Mandavgane S. Improving environmental performance of building through increased energy efficiency: a review // Sustainable Cities and Society. 2011. Vol. 1. Iss. 4. Pp. 211–218.

11. Алоян Р.М., Федосов С.В., Опарина Л.А. Энергоэффективные здания – состояние, проблемы и пути решения – Иваново: ПресСто, 2016. 276 с.

References

1. Zhuk P. M. Jeneergosbrezhenie. 2016. №4-4. pp. 46-53.

2. 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); Vol. 101; pp. 1242-1255. DOI: 10.1016/j.renene.2016.10.016.

3. Abramyan S. G., Rybakova O. V., Matvijchuk T. A. Stroitel'stvo: nauka i obrazovanie (Rus), 2017. Т. 7. Вып. 1 (23). Ст. 4. URL: nsoourjnal.ru.

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

5. Abramyan S. G., Matvijchuk T. A. Inzhenernyj vestnik Dona, 2017, №1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2017/3993/.

6. Abramyan S. G., Matvijchuk T. A. Inzhenernyj vestnik Dona, 2017, №2. URL: ivdon.ru/uploads/article/pdf/ivd_29_Abramyan.pdf_e4fd26f9b2.pdf. /.



7. Basok B.I., Bozhko I.K., Nedbajlo A.N., Lysenko O.N. Inzhenerno-stroitel'nyj zhurnal, 2015, № 6 (58), pp. 32-43. DOI: 10.5862/MCE.58.4.
8. Chuzhinova Ju.Ju., Semenova Je.E. Nauchnyj vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Ser.: Vysokie tehnologii. Jekologija (Rus), 2014, № 1. pp. 138–141.
9. Mihajlov S.A., Baljabina A.A. Sovremennye jenergeticheskie sistemy i komplekсы i upravlenie imi: sb. mat. VIII Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Novoчерkassk, JuRGТУ (NPI), 2010, pp. 49–52.
10. Dakwale V.A., Ralegaonkar R.V., Mandavgane S. Sustainable Cities and Society. 2011. Vol. 1. Iss. 4. Pp. 211–218.
11. Aloyan R.M., Fedosov S.V., Oparina L.A. Jenergojefektivnye zdaniya – sostojanie, problemy i puti reshenija [Energy efficient buildings - state, problems and solutions]. Ivanovo: PresSto, 2016. 276 p.