

УДК 699.822

## ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕРМОПРОФИЛЯ ЛСТК КАК ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОГО КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РЕШЕНИЯ

Дмитриева Н.В., Калачик С.А.

Одесская государственная академия строительства и архитектуры

Изучены основные энергетические проблемы украинских городов на примере г. Одесса. Рассмотрены особенности и преимущества инновационного подхода к строительству. На основе необходимости снижения энергозатрат жилыми домами украинских городов предложено внедрение строительства «пассивных домов», как наиболее энергоэффективных из существующих. На основе климатических условий и природных ресурсов местности предложен наиболее подходящий вариант строительства малоэтажных зданий.  
**Ключевые слова:** энергоэффективность, энергосбережение, «пассивный дом», строительство, ЛСТК.

**Постановка проблемы.** В последние годы при анализе положения нашей страны на макроэкономическом уровне все шире применяются специфические термины «энергетическая безопасность» и «эффективность энергопользования», охватывающие весь комплекс вопросов, связанных с надежностью энергообеспечения, социально-экономического развития государства на данный момент и перспективу [1, с. 74].

Проблема энергосбережения на рубеже тысячелетий превратилась в одну из важнейших общечеловеческих проблем. Рациональное и экономное использование природных ресурсов, сокращение вредных выбросов в атмосферу и эффективное использование электрической и тепловой энергии приобретают исключительно важное значение в современном обществе.

Украина удовлетворяет свои потребности в природных энергоресурсах за счет собственной их добычи приблизительно на 45%. В большинстве стран мира уровень энергетической самообеспеченности такой же или даже более низкий. Проблема заключается в другом – недопустимо низкой эффективности использования топливно-энергетических ресурсов (ТЭР).

Необходимость повышения уровня энергетической безопасности является одной из главных задач нашего государства на современном этапе ее социально-экономического развития.

**Анализ последних исследований и публикаций.** Политика энергосбережения в Европе практически реализуется в принятой Европарламентом и Советом ЕС в 2002 г. директиве 2002/91/ЕС «Energy Performance of Building» (EPBD). В соответствии с Директивой, существенно ужесточаются требования к экономии энергии в зданиях.

Директива EPBD предусматривает принятие странами-членами ЕС общих решений, включающих: единую методику расчета эффективности здания с точки зрения энергопотребления; минимальные нормы потребления энергии для всех новых и реконструируемых старых крупных зданий; систему сертификации зданий, регламентирующую количество потребляемой энергии и, соответственно, энергоэффективность здания [2].

Структура потребления топливно-энергетических ресурсов в Европе представлена на диаграмме рис. 1. Из диаграммы видно, что около 40% ТЭР потребляется в строительстве, поэтому эта отрасль экономики имеет самый большой

потенциал в плане реализации программ энергосбережения.

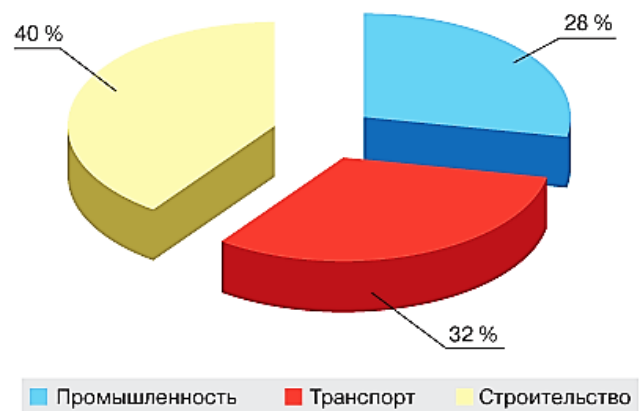


Рис. 1. Структура потребления ТЭР в Европе

Источник: разработка автором по источнику [2]

Компанией Сен-Гобен ISOVER разработана новая концепция энергоэффективного дома с нормой годового энергопотребления 15 кВт·ч/(м<sup>2</sup>·год) [3]. Реализация проекта обеспечивает одновременно повышение комфортности условий проживания и экономию энергетических ресурсов. На основе данной концепции уже построен и строится целый ряд зданий в Германии, Дании и других странах.

Концепция была разработана на основе результатов экспериментальных исследований эксплуатируемых зданий и методов математического моделирования процессов теплопередачи с использованием методов ИК-термографии при обследовании конструкций. В соответствии с разработанной концепцией при проектировании энергоэффективного здания соблюдаются несколько основополагающих архитектурных и строительных принципов.

В плане повышения энергоэффективности:

- оптимизация архитектурных форм здания с учетом возможного воздействия ветра;
- оптимальное расположение здания относительно солнца, обеспечивающее возможность максимального использования солнечной радиации;
- увеличение термического сопротивления ограждающих конструкций здания (наружных стен, покрытий, перекрытий над неотапливаемыми подвалами) до технически возможного максимального уровня;

- сведение к минимуму количества и теплопроводности, имеющих в конструкции тепловых мостов;

- обеспечение необходимой воздухоплотности конструкции здания относительно притока наружного воздуха;

- повышение до максимального технически возможного уровня термического сопротивления светопрозрачных ограждающих конструкций;

- создание системы вентиляции для подачи свежего воздуха, удаления отработанного воздуха, распределения тепла в помещении и организация регенерации тепла вентиляционного воздуха.

Сочетание указанных выше факторов обеспечивает минимальное энергопотребление здания, при этом определяющими факторами повышения энергоэффективности здания являются увеличение термического сопротивления его конструктивных элементов и сокращение количества тепловых мостов.

**Выделение нерешенных ранее частей общей проблемы.** Оценивая возможность применения предложенной концепции в Украине, необходимо отметить следующее. Обозначенный уровень энергопотребления – 15 кВт · ч/(м<sup>2</sup> · год) – в Европе реализуется в регионах с количеством ГСОП, равным 3 400. В Украине к таким регио-

нам относятся районы, находящиеся во II климатической зоне: г. Одесса (2 891), Николаев (3 056), Черновцы (3 460), Херсон (3 097) и др. В более северных районах энергопотребление таких зданий будет существенно выше. Техничко-экономическая эффективность этих зданий в современных условиях определяется сравнительной стоимостью материалов и ТЭР, которые имеют конъюнктурный и меняющийся во времени, преимущественно в сторону увеличения стоимости ТЭР, характер. Технически эта концепция может быть реализована, однако, это потребует применения дорогостоящих строительных конструкций, например, двухкамерных стеклопакетов с криптоновым заполнением. Срок окупаемости такого здания в Украине будет очень большим, что и будет определять возможность его реализации в нынешних экономических условиях. Таким образом, для Украины эта концепция на сегодняшний день не является экономически оптимальной. Это – дома будущего. Вместе с тем, уже сегодня в отечественной практике может быть использована значительная доля из предлагаемых в этом проекте технических решений, направленных на повышение энергоэффективности зданий, например, путем использования легких стальных тонкостенных конструкций (термопрофилей).

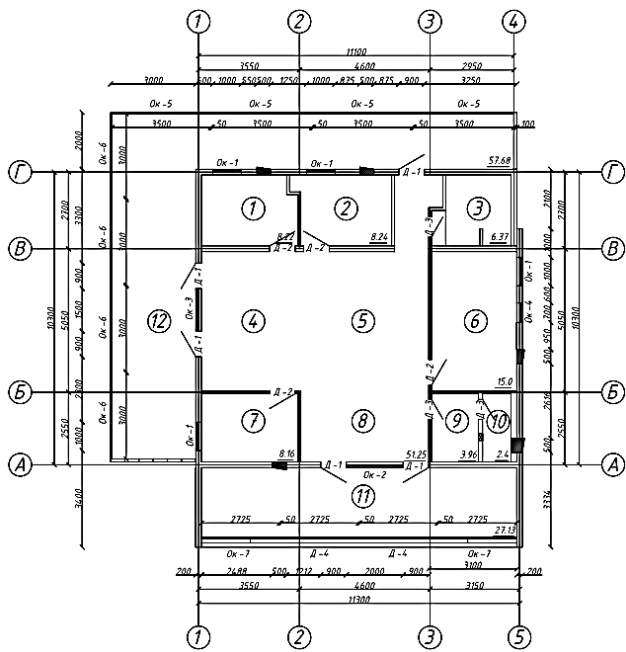
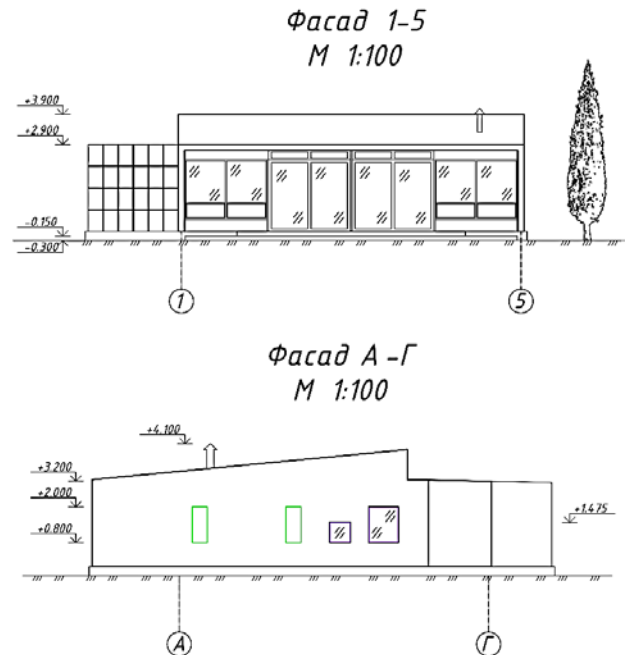


Рис. 2. Объемно-планировочное решение одноэтажного жилого дома: План на отметке 0.000и фасады 1-5 и А-Г



ТЕХНІЧНІ НАУКИ



Рис. 3. Зависимость стоимости материала на весь объем здания от вида строительного материала

Источник: [4]

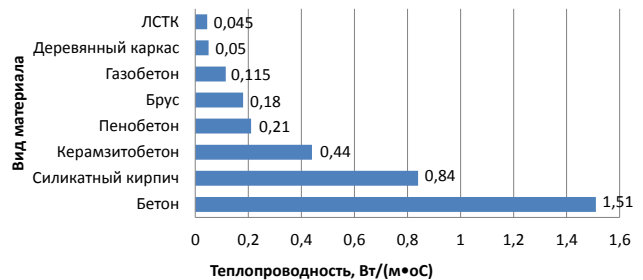


Рис. 4. Теплопроводность строительных материалов, Вт/(м · °C)

**Изложения основного материала.** За последние 8-10 лет сформировалась новая отрасль в строительной индустрии – производство гнутых профилей из оцинкованной стали. Учитывая актуальность развития этого направления, в Украине создан Украинский центр стального строительства (УЦСС), объединяющий более 10 компаний, работающих на рынке металлоконструкций.

В частном строительстве наиболее часто, конструкции из оцинкованных гнутых профилей, применяются в сейсмических районах, при строительстве коттеджей, при реконструкции зданий: надстройке мансардных этажей, создании вентилируемых фасадов и замене плоских рулонных кровель на скатные кровли.

Применение этих конструкций вместо традиционных – из железобетона, кирпича, дерева или стального проката – дает значительный экономический эффект в вышеприведенной области строительства благодаря снижению нагрузок от собственного веса и сейсмических нагрузок, уменьшению транспортных расходов и затрат на монтаже, сокращению сроков строительства без применения строительных машин.

Конструкции наружных стен позволяют применять разнообразные фасадные решения. В процессе эксплуатации здания возможна быстрая замена наружной облицовки, что изменяет архитектурный облик здания. Каркас одноэтажного дома без внутренних опор с пролетом до 15 м дает возможность варьировать объемно-планировочные решения.

Строительство с применением ЛСТК является разновидностью «сухого способа строительства». Все процессы на строительной площадке – сборочные, все соединения выполняются с помощью самонарезающих винтов в соответствии с де-

тально разработанными чертежами и инструкциями. Новая технология предполагает всепогодное строительство в любых климатических условиях, т. е. дает возможность монтировать конструкции и в зимний период.

Проанализировав рынок строительных технологий, которые наиболее востребованы на территории Украины и СНГ для строительства каркасных и бескаркасных конструкций, было отдано предпочтение восьми основным материалам: бетон, керамзитобетон, силикатный кирпич, пенобетон, газобетон, брус, деревянный каркас, ЛСТК.

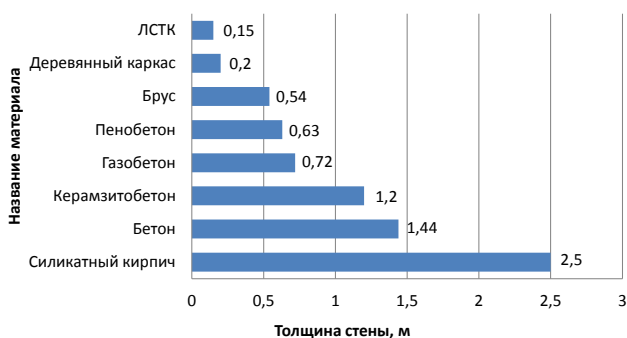
На основе анализа были построены диаграммы (рис. 3-8) технико-экономического сравнения конструктивно-технологических решений малоэтажного строительства, на примере проекта жилого одноэтажного дома (рис. 2) размерами в осях 11,3 x 10,3 м и высотой 3,9 м.

Как показано на диаграмме зависимости стоимости материала на весь объем строительства от вида материалов конструкции рис. 3, что стоимость материала ЛСТК наименьшая. По сравнению с самым дорогим материалом – силикатный кирпич в 13,1 раз дешевле.

По сравнению показателя теплопроводности, как показано на диаграмме рис. 4 видно, что ЛСТК обладает наименьшим коэффициентом теплопроводности 0,045 Вт/(м·°C), а наибольшим показателем – бетон 1,51 Вт/(м·°C), что в 33,6 раз больше чем у ЛСТК.

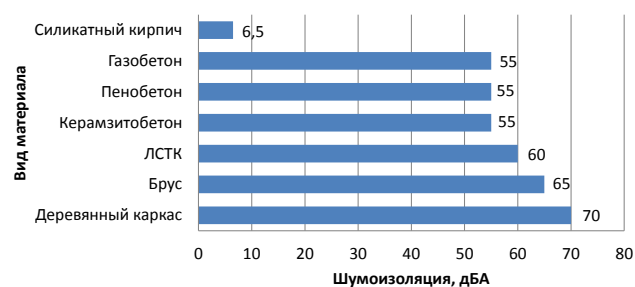
Как показывают результаты теплотехнического расчета для г. Одессы толщина наружных ограждающих конструкций для удовлетворения требований энергосбережения, которые обеспечивают нормативные параметры микроклимата в помещении, из ЛСТК равна 0,15 м, а для стен из газобетона 0,72 м, а для стен из силикатного кирпича 2,5 м

Диаграмма рис. 6 показывает, что наибольшей морозостойкостью обладает бетон, а керамзитобетон и ЛСТК показывают показатели морозостойкости всего на 10 циклов меньше.



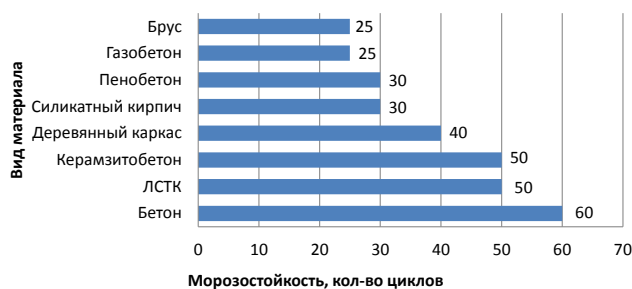
**Рис. 5. Необходимая толщина стен без учета утеплителя в зависимости от применяемого материала, м**

Источник: [4]



**Рис. 7. Шумоизоляция, при толщине стены 380 мм в зависимости от материала конструкции, дБА**

Источник: [4]



**Рис. 6. Морозостойкость, количество циклов**



**Рис. 8. Средняя продолжительность строительства, месяцев**

Источник: [4]

По діаграмме рис. 7 видно, що показателі ЛСТК демонструють рівень шумоізоляції в 60 дБА, незначительно уступаючи при цьому тільки дерев'яному каркасу і конструктивному рішення з брусу.

З діаграми рис. 8 видно, що найменша середня продовжителіть будівництва (3 місяця) проектуваного одноповерхового житлового відповідає конструктивному рішення з використанням ЛСТК або дерев'яного каркаса.

**Висновки і пропозиції.** В дослідженні були виділені основні фактори, впливаючі на вибір конструктивно-технологічних рішень при проектуванні малоповерхових будівель, з урахуванням енергоефективності.

В цілому, можна зробити висновок, що більша частина досліджуваних техніко-економічних показателів конструктивно-технологічного рішення з ЛСТК показує найкращі результати. Це в свою чергу дозволяє розширювати діапазон конструктивно-технологічних рішень в малоповерховому будівництві.

При цьому слід відзначити, що не дивлячись на великий ряд переваг ЛСТК, будівництво з ЛСТК, має свої недоліки:

- необхідність проектування вентиляції;
- обов'язкова установка ветрозащити і паронепроникного бар'єра;
- антикорозійна обробка металу;
- потреба високого рівня кваліфікації робітників.

### Список літератури:

1. Воропай Н.И. Энергетическая безопасность – надежность систем энергетики – надежность энергоснабжения: соотношение понятий и аспектов исследования [текст] / Н.И. Воропай, Л.Д. Криворучкий, Н.И. Пяткова // Мет. Вопросы исследования надежности больших систем энергетики – Мурманск, 1996. Вып. 48 – С. 74-80.
2. Воронин А.В. Опыт стран Евросоюза в области технического нормирования тепловой защиты зданий и сооружений // Технологии строительства. 2007. № 4.
3. Jean-Baptiste Rieunier. «Low energy houses in Europe multi-comfort house concept»: Сб. докл. Международной научно-практической конференции «Эффективные тепло- и звукоизоляционные материалы в современном строительстве и ЖКХ».
4. <http://www.sconstruct.ru/company/feasibility-study-of-low-rise-lstk/>
5. <http://www.homerule.com.ua/menus/view/179/>
6. Буравченко С. «Пасивні» будинки – енергоефективне житло майбутнього [Текст] / С. Буравченко, Ф. Ламмаєр.

**Дмитрієва Н.В., Калачик С.О.**

Одеська державна академія будівництва та архітектури

## ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧЕ ОБГРУНТУВАННЯ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕРМОПРОФІЛЮ ЛСТК, ЯК ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОГО КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНОГО РІШЕННЯ

### Анотація

Вивчено основні енергетичні проблеми українських міст на прикладі м. Одеса. Розглянуто особливості та переваги інноваційного підходу до будівництва. На основі необхідності зниження енерговитрат житловими будинками українських міст запропоновано впровадження будівництва «пасивних будинків», як найбільш енергоефективних з існуючих. На основі кліматичних умов і природних ресурсів місцевості запропонований найбільш підходящий варіант будівництва малоповерхових будівель.

**Ключові слова:** енергоефективність, енергозбереження, «пасивний будинок», будівництво, ЛСТК.

**Dmytriieva N.V., Kalachyk S.A.**

Odessa State Academy of Building and Architecture

## FEASIBILITY STUDY FOR THE USE OF THERMAL PROFILE LGSF, AS AN ENERGY-EFFICIENT DESIGN-TECHNOLOGICAL SOLUTIONS

### Summary

The basic energy problems of Ukrainian cities are studied by the example of Odessa. The features and advantages of the innovative approaches to architecture are considered. On the basis of need to reduce energy consumption of Ukrainian city dwellings prompted the introduction of «passive houses» construction as the most energy-efficient of the existing ones. On the basis of climatic conditions and natural resources of the area the most suitable options proposed construction of low-rise buildings.

**Keywords:** energy efficiency, energy conservation, «passive house», building, LGSF.