

УДК 699.86+697.14

АНАЛИЗ ПОТЕНЦИАЛА ПРОЕКТОВ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ТЕПЛОВОЙ ЗАЩИТЫ ОБОЛОЧКИ ЗДАНИЙ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ

ЮРЧЕНКО Е.Л. ^{1*}, к.т.н., доц.

^{1*} Кафедра железобетонных и каменных конструкций, Государственное высшее учебное заведение „Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры”, ул. Чернышевского 24а, Днепропетровск 49600, Украина, тел. +38 (0562) 46-10-36, e-mail: yel@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0002-9356-3261

Аннотация. Актуальность. В Украине насчитывается около 600 тысяч зданий государственной и коллективной формы собственности, в которых потребляется 60 % питьевой воды и 41 % тепловой энергии. На отопление и вентиляцию зданий различного назначения расходуется более 40 % топливно-энергетических ресурсов (ТЭР), которые потребляются экономикой Украины. **Целью** данной статьи является проведения анализа потенциала проекта повышения качества тепловой защиты здания на примере термореновации нового хирургического корпуса коммунального заведения "Днепропетровская областная клиническая больница им. И.И. Мечникова". **Результаты.** Внедрение данного проекта позволит ежегодно экономить на отоплении объекта 1,5 млн.грн. **Научная новизна и практическая значимость.** Получены количественные данные эффективности проекта повышения энергоэффективности, которые характерны для бюджетных зданий и могут быть использованы в дальнейшем проектировании.

Ключевые слова: повышение энергоэффективности; теплоизоляционная оболочка; тепловая защита; термореновация.

АНАЛІЗ ПОТЕНЦІАЛУ ПРОЄКТІВ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ТЕПЛОВОЇ ЗАХИСТУ ОБОЛОНКИ БУДІВЕЛЬ ПРИ РЕКОНСТРУКЦІЇ

ЮРЧЕНКО Є.Л. ^{1*}, к.т.н., доц.

^{1*} Кафедра залізобетонних і кам'яних конструкцій, Державний вищий навчальний заклад "Придніпровська державна академія будівництва та архітектури", вул. Чернишевського 24а, Дніпропетровськ 49600, Україна, тел. +38 (0562) 46-10-36, e-mail: yel@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0002-9356-3261

Анотація. Актуальність. В Україні налічується близько 600 тисяч будинків державної і колективної форми власності, в яких споживається 60% питної води і 41% теплової енергії. На опалення і вентиляцію будівель різного призначення витрачається більше 40% паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР), які споживаються економікою України. **Метою** даної статті є проведення аналізу потенціалу проекту підвищення якості теплового захисту будівлі на прикладі термореноватії нового хірургічного корпусу комунального закладу "Дніпропетровська обласна клінічна лікарня ім. І.І. Мечникова". **Результати.** Впровадження даного проекту дозволить щорічно заощадити на опаленні об'єкта 1,5 млн.грн. **Наукова новизна та практична значимість.** Отримано кількісні дані ефективності проекту підвищення енергоефективності, які характерні для бюджетних будівель і можуть бути використані в подальшому проектуванні.

Ключові слова: підвищення енергоефективності; теплоізоляційна оболонка; тепловий захист; термореноватія.

ANALYSIS BUILDING PROJECTS INCREASE QUALITY THERMAL PROTECTION SHELL BUILDINGS UNDER RECONSTRUCTION

YURCHENKO Y.L. ^{1*}, *Cand. Sc. (Tech.), Ass.-prof.*

^{1*} Department of Reinforce-Concrete and Stone Structures, State Higher Education Establishment "Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", Chernyshevsky St. 24a, Dnipropetrovsk 49600, Ukraine, tel. +38 (0562) 46-10-36, e-mail: yel@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0002-9356-3261

Abstract. Relevance. In Ukraine, there are about 600 thousand buildings of state and collective ownership, which consumed 60% of drinking water and 41% of thermal energy. In the heating and ventilation of various buildings consumes more than 40% of fuel and energy resources, which are consumed by the economy of Ukraine. **The purpose** of this article is to analyze the potential of the project to improve the quality of thermal protection of the building on the example of thermorenovation new surgical building communal institutions "Mechnikov Dnepropetrovsk Regional Clinical Hospital". **Results.** Implementation of this project will annually save on heating facility 1.5 mln. UAH. **Scientific novelty and practical significance.** Quantitative data efficiency of the project to improve energy efficiency, which are characteristic of the budget of buildings and can be used in further design.

Keywords: improving energy efficiency; Thermal insulation shell; thermal protection; Thermoheneration.

Актуальность темы исследования.

Проблема энергосбережения особенно актуальна для зданий бюджетных организаций, так по оценкам специалистов, годовой резерв энергосбережения для 167-ми зданий школ Днипра равен 26,5 тыс. Гкал; годовой резерв энергосбережения для 57-ми зданий медицинских учреждений Днипра составляет 35,0 тыс. Гкал [3 ... 5].

С одной стороны, это обусловлено социальной значимостью этих объектов, с другой стороны, расточительное потребление энергии, отсутствие реализации энергосберегающих мероприятий являются одними из основных причин дефицита бюджетов всех уровней. Учитывая отсутствие ввода в эксплуатацию новых объектов, основные резервы энергосбережения лежат в сфере усовершенствования энергопотребления ранее построенных зданий.

Целью данной статьи является анализ проекта термомодернизации нового хирургического корпуса коммунального заведения "Днепропетровская областная клиническая больница им. И.И. Мечникова"

Изложение основного материала. Проект разработан по заданию заказчика – Коммунального заведения «Днепропетровская областная клиническая больница имени И.И. Мечникова» на основании задания на проектирование.

Данным проектом предусматривалось решение таких основных задач:

- утепление фасадов здания;
- усиление опорных участков опирания плит перекрытия в месте примыкания блоков «А» и «Д»;
- составление энергетического паспорта здания.

При разработке проекта были использованы следующие исходные данные:

- задание на проектирование;
- паспорт БТИ на здание нового хирургического корпуса;
- рабочий проект «Корпус на 600 коек областной клинической больницы им. И.И. Мечникова», выполненный ГПИ «Днепрогражданпроект» в 1986 – 1991 годах. Разделы АР и КЖ. Шифр 1200–АР и 1200– КЖ с дополнениями и изменениями;
- научно – технический отчет «Обследование и обмеры здания нового хирургического корпуса КЗ «ДОКБ им. И.И. Мечникова» № 214, выполненный ГВУЗ ПГАСА.

Работы по техническому и энергетическому обследованию здания, а также разработке проектно-сметной документации и прохождению экспертизы осуществлялись специалистами ГВУЗ "ПГАСА".

Назначение и краткая характеристика объекта.

Новый хирургический корпус является одним из лечебных корпусов КЗ «ДОКБ им. И.И. Мечникова» и представляет собой комплексное разновысотное

каркасное здание сложной архитектурной формы (см. рис. 1). Здание хирургического корпуса состоит из девяти блоков «А, Б, В, Г, Д» (7 – 9 основных этажей плюс технический) и «Е, Ж, И, К» (2 – 3 основных этажа) (см. рис. 2). Под всем контуром здания размещен цокольный этаж и подвал. Под пристройками, соединяющими блоки, имеются сквозные проезды



Рис. 1. Объект проектирования / Design object

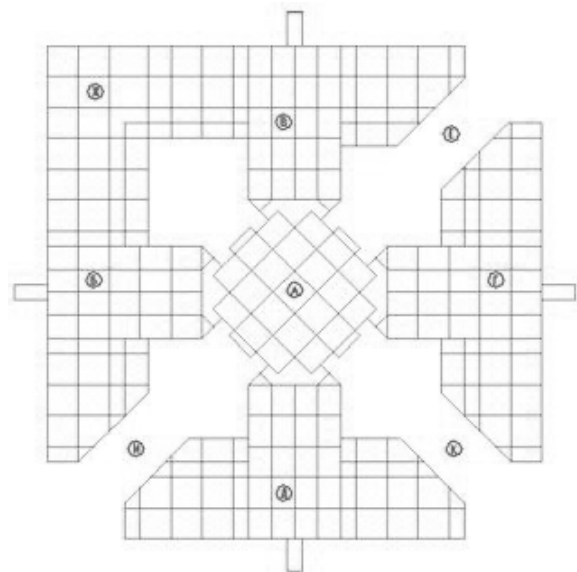


Рис. 2. Схема расположения блоков здания / Building plan

Здание запроектировано и выполнено в рамно-связевом каркасе по серии ИИ – 04 с поперечным расположением укороченных ригелей. Пространственная жесткость обеспечивается сборными железобетонными колоннами, ригелями, сборными железобетонными дисками междуэтажных перекрытий и покрытий с распорными плитами по осям колонн, а также сборными железобетонными диафрагмами жесткости.

Кровля по блокам – плоская, мягкая из трех слоев рубероида, над балконами козырьки из оцинкованного железа.

Здание II степени огнестойкости.

Усиление участков опирания плит перекрытия по блокам «А» и «Д»

Согласно научно – технического отчета «Обследование и обмеры здания нового хирургического корпуса КЗ «ДОКБ им. И.И. Мечникова» № 214, выполненного ГБУЗ ПГАСА в 2012 году, в результате неравномерных осадок блоков «А» и «Д» образовался не проектный деформационный шов со смещением плит перекрытия до 35 мм с ригелей каркаса.

В проекте предусматривается увеличение опорных площадок плит перекрытия методом подводки дополнительных металлических балок, которые в свою очередь опираются на металлические столы, закрепленные с помощью шпилек на колонны. Металлические балки закрепляются на существующие ригеля с помощью болтов «Hilti».

Проект термореновации фасадов здания.

Согласно заданию на проектирование при утеплении был принят навесной вентилируемый фасад с облицовкой из металлических фасадных кассет.

Усложняющим фактором данного проекта стало сложная конфигурация фасадов здания с наличием большого количества выступающих элементов фасадов (балконы, эркеры, лоджии), граничащих с наружным воздухом (рис. 1,2).

В отдельных местах (прямки цокольного этажа и заглубленные входы в него) из-за трудоемкости устройства навесного вентилируемого фасада, было применено "мокрое" утепление с облицовкой декоративной штукатуркой.

При выполнении работ по утеплению в местах примыкания блоков друг к другу выполняются деформационные швы в утеплителе и в навесной фасадной системе.

Согласно заданию на проектирование, оконные и дверные проемы замене не подлежали, а учитывая то, что в большинстве случаев окна выполнены так, что обрамляющие рамы находятся полностью в стене и стекла начинаются прямо от границы откоса, утепление откосов и отливов проводилось по мере возможности. Облицовкой для откосов и отливов служит оцинкованный лист с полимерным покрытием, так как облицовка откосов навесной вентилируемой системой привела бы к уменьшению светового проема окна и уменьшению освещенности помещений, а это не допустимо.

Кровельное покрытие выступающих балконов, эркеров и лоджий принято из металлочерепицы. Участки перекрытий выступающих частей балконов, эркеров и лоджий предусматривается закрывать оцинкованным листом с полимерным покрытием.

Согласно заданию на проектирование утепление кровли здания не проводилось.

Облицовочный материал выбран и согласован заказчиком и генпроектировщиком. Так как облицовка фасада не является основной целью проекта, то в дальнейшем, при проведении тендера на производство работ, по желанию заказчика, облицовочный материал может быть заменен, но при следующих условиях:

- вес конструкции вентилируемого фасада с облицовкой не должен превышать допустимой величины, указанной в научно – техническом отчете «Обследование и обмеры здания нового хирургического корпуса КЗ «ДОКБ им. И.И. Мечникова» № 214, выполненном ГБУЗ ПГАСА (не более 50 кг/м²),

- облицовочный материал должен быть не горючим;

- облицовочный материал или любая другая вентилируемая фасадная система должна быть согласована с генпроектировщиком (ГБУЗ "ПГАСА").

Теплотехнический расчёт ограждающих конструкций корпуса выполнялся в соответствии с требованиями действующих строительных норм [1,2].

Наружные стены корпуса после утепления представляют собой многослойную конструкцию, состоящую из: металлокассет ФКО 25/20; ветробарьерной мембраны; минераловатного утеплителя «TERMOLIFE» (80 мм, 80 кг/м³, теплопроводность 0,045 Вт/м² К – согласно ДБН В.2.6-31:2006 Приложения Л п. 5)

При разработке проекта необходимые параметры теплоизоляционных изделий приняты на основании требований ДБН В.2.6-31:2006 "Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель", а также ТУ В.2.7-26.8-34015182-001:2009 (с изм. №1) [1] "Маты минераловатные теплоизоляционные. Технические условия" и ТУ В.2.7-26.8-34015182-002:2009 (с изм. №1) "Плиты минераловатные теплозвукоизоляционные. Технические условия", в зависимости от типа конструкции, назначения объекта и температурной зоны его эксплуатации.

В качестве утеплителя приняты плиты минераловатные TERMOLIFE (Плотность – 80 кг/м³, теплопроводность – 0,045 Вт/м² К). Категория горючести НГ – не горючие.

Толщина утеплителя определялась согласно требований ДБН В.2.6-31:2006 "Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель. Зміна 1" [1] с учетом п. 2.3, согласно которому при проведении термомодернизации здания допускается применять коэффициент 0,8 к нормативному значению сопротивления теплопередачи.

Таким образом, толщина утеплителя составила:

- для наружных стен = 80 мм (расчетное сопротивление теплопередаче стены после утепления составило 2,65 м² К / Вт, при минимально

допустимом нормативном
 $R_{q\ min}=3,3\cdot 0,8=2,64\ m^2\cdot K/Вт$;

- для участков перекрытий выступающих элементов фасадов (балконы, эркеры) толщина утеплителя = 120 мм;

- для участков покрытий выступающих элементов фасадов (балконы, эркеры), граничащих с наружным воздухом, толщина утеплителя = 130 мм.

На основании выполненного проекта был составлен энергетический паспорт здания и сметная документация на выполнение работ по проекту.

Определение эффекта от реализации проекта термореновации.

Экономический эффект от санации фасадов блоков здания нового хирургического корпуса Коммунального заведения "Днепропетровская областная клиническая больница им. И.И. Мечникова" рассчитан по формуле (1):

$$E = \frac{\Delta K \times F_{\Sigma} \times (t_{в} - t_{в}) \times z_{оп} \times 24}{1000}, \text{кВт}\cdot\text{час} \quad (1)$$

ΔK - разница количества теплотерьер через 1 кв.м. ограждающей конструкции до проведения санации и после утепления, Вт/м² К (для каждого блока рассчитано в табл.1);

F_{Σ} - площадь утепляемой ограждающей конструкции, м² (приведено в табл.1) ;

$t_{в}$ - расчётная температура внутреннего воздуха, °С (принята 20 °С) ;

$t_{з}$ - расчётная температура наружного воздуха, °С (для Днепропетровска принята согласно норм -0,2 °С);

$z_{оп}$ - длительность отопительного периода (для Днепропетровска согласно норм принята 172 суток);

24 – количество часов в сутках;

1000 – для перевода Вт в кВт.

Таблица 1

Экономический эффект от санации фасадов / The economic effect of the facades rehabilitation

	ΔK , Вт/м ² К			F_{Σ} , м ²			Экономический годовой эффект от утепления, кВт*час
	для наружных стен	для участков покрытия выступающих элементов фасадов	для участков перекрытий выступающих элементов фасадов	для наружных стен	для участков покрытия выступающих элементов фасадов	для участков перекрытий выступающих элементов фасадов	
Блок А	0,73	2,53	1,15	1877.65	0	0	114301.38
Блок Б				2590.00	49.60	23.20	170354.76
Блок В				2618.00	49.60	23.20	172059.25
Блок Г				2562.00	49.60	23.20	168650.27
Блок Д				2531.00	49.60	23.20	166763.16
Блок Е				1303.00	98.70	72.20	107067.01
Блок Ж				1266.00	89.00	119.00	107256.22
Блок И				1817.77	59.82	296.36	151697.31
Блок К				1882.00	60.00	296.00	155610.74
ИТОГО							

Таким образом, годовой экономический эффект, выраженный в натуральных показателях, от санации фасадов блоков здания нового хирургического корпуса Коммунального заведения "Днепропетровская областная клиническая больница

им. И.И. Мечникова составил **1 313 760,10 кВт*час**, что эквивалентно **1 129,83 Гкал** или **161,6 т.у.т.**

С 1 июля 2016 года средняя стоимость Гкал тепла для нужд бюджетных организаций в Днепропетровской области составляет 1 300 грн. Учитывая это, в денежном эквиваленте годовой

экономический эффект от утепления составляет **1 468 857 грн.**

Согласно объектной смете (отдельные показатели приведены в табл. 2) стоимость капитального ремонта здания хирургического корпуса составила **20 898,617 тыс.грн.**

Таблица 2

Сметная стоимость санации фасадов / The estimated cost of rehabilitation of facades

Блоки здания	Сметная стоимость, тыс. грн
Блок А	2 131,267
Блок Б	3 010,885
Блок В	3 081,519
Блок Г	2 981,016
Блок Д	2 863,365
Блок Е	1 356,397
Блок Ж	1 322,737
Блок И	2 032,038
Блок К	2 119,393
ВСЕГО:	20 898.617

Срок окупаемости данного проекта составил 14,2 года.

Выводы

1. Проект утепления хирургического корпуса Коммунального заведения "Днепропетровская областная клиническая больница им. И.И. Мечникова", позволяет снизить годовое потребление тепловой энергии на 30-40% (в зависимости от блоков). В денежном эквиваленте экономия на отоплении составит около 1,5 млн. грн. в год.

2. Срок окупаемости проекта менее 15 лет. Нужно отметить, что класс блоков здания по энергоэффективности согласно энергетического паспорта изменился с F (до реконструкции) до D и E (после реконструкции). Поэтому, необходимо дальнейшее повышение энергоэффективности объекта: рекомендуется утепление покрытий и перекрытий над холодными подвалами, замена оконных стеклопакетов, модернизация системы отопления, ремонт системы принудительной вентиляции с установкой оборудования рекуперации.

3. Выполненные расчеты обосновывают необходимость реализации подобных проектов повышения энергетической эффективности существующего коммунального фонда в Украине.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ДБН В.2.6-31:2006. Теплова ізоляція будівель. Зміна №1 [Текст]// Інформаційний бюлетень МРУ. – № 5. – 2013. – С. 3–11. Режим доступу : <http://old.minregion.gov.ua/attachments/files/bydivnitstvo/teknichne-regulyuvannya/normuvannya/DBN%20V26312006.zip>
2. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Будівельна кліматологія. – К.: Мінрегіонбуд України, 2011. – 123 с.
3. Energy performance of buildings - Calculation of energy use for space heating and cooling, European Committee for Standardization, 2008.
4. Юрченко Е.Л. Разработка проектов энергосбережения в зданиях бюджетных организаций на основе реинвестирования. – Рукопись: 05.13.22 / Юрченко Е.Л. – Днепропетровск, 2004. – 180с.
5. CSN EN 13829 Thermal performance of building - Determination of air permeability of buildings - Fan pressurization method (ISO 9972:1996, modified)

REFERENCES

1. DBN V.2.6-31:2006. Teplova izolyacia budivel.Zmina #1 [Thermal insulation of buildings. Change #1]// Informaciyinii buleten MRU [Newsletter MRU]. – № 5. – 2013. – P. 3–11. (in Ukrainian) Available at: <http://old.minregion.gov.ua/attachments/files/bydivnitstvo/teknichne-regulyuvannya/normuvannya/DBN%20V26312006.zip>
2. DSTU-N B V.1.1-27:2010. Budivel'na klimatologija [Civil Engineering Climatology]. – К.: Minregionbud Ukraini, 2011. – 123 pp.
3. Energy performance of buildings - Calculation of energy use for space heating and cooling, European Committee for Standardization, 2008.
4. Iurchenko Iev.L. Development of the energy saving projects in the buildings of budget organizations on the basis of reinvestment. – Manuscript: 05.13.22 / Iurchenko Iev.L. – Dnipropetrovsk, 2004. – 180p.
5. CSN EN 13829 Thermal performance of building - Determination of air permeability of buildings - Fan pressurization method (ISO 9972:1996, modified)

Статья рекомендована к печати д.т.н., проф. Савицким Н.В. (Украина),
Статья поступила в редколлегия 29.08.2016