

## ТЕПЛОПТЕРИ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

### HEAT LOSSES OF RESIDENTIAL BUILDINGS

*Котов Н.А., к.т.н. Бендерский Е.Б., к.т.н. Никифорова Т.Д., д.т.н., проф. Савицкий Н.В. (ГВУЗ «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры»)*

*Kotov N.A., Ph.D. Benderskyi Y.B., Ph.D. Nikiforova T.D., Dr., Prof. Savitskyi N.V. (SHEE Prydniprovs'ka State Academy of Civil Engineering and Architecture)*

**Актуальность.** Совершенствование концепции энергоэффективности жилых и гражданских зданий, становится особенно актуальным в связи с постоянным удорожанием энергоносителей. Большое внимание, при новом строительстве, ремонте или реконструкции уже существующего здания, уделяется учету и экономии энергоресурсов, которые в основном, теряются через ограждающие конструкции, в результате неэффективной теплоизоляции и нерациональному использованию уже нагретого вентилируемого воздуха. В данное время около 40% всей вырабатываемой тепловой энергии расходуется на обслуживание существующего жилого фонда [1,5,8].

Одной из основных причин нерационального использования энергоносителей, которые используют для отопления, является несогласованность интегрального показателя удельного теплопотребления и поэлементных показателей, в частности, сопротивления теплопередачи ограждающих конструкций [5].

Другой причиной является малый учет компактности формы сооружения, это площадь ограждающей поверхности здания, деленная на общий объем помещений. Данная величина должна быть максимально малой.

**Изложение материала.** Для повышения энергоэффективности жилых и гражданских зданий в 2013 году вышло Изменение 1 к ДБН В.2.6-31:2006 [2] в котором было существенно увеличено значение сопротивления теплопередачи ограждающих конструкций.

Для расчета и анализа, удельных теплопотерь и класса по энергоэффективности здания, рассмотрен план здания, в котором изменялся шаг колонн в продольном и поперечном направлении (рис. 1). Техничко-экономические показатели типового этажа приведение в табл. 1.

Размеры здания в плане составляют 27х15,5 м. Количество этажей изменялось от четырех до двадцати пяти. Высота этажа изменялась от 2,8 до 3,6м с шагом 0,2 м. В здании также имеется подвальный этаж высотой 1,4 м и чердачный этаж высотой 1,5м.

Таблица 1 Техничко-экономические показатели здания

Площадь застройки	419м <sup>2</sup>
Площадь этажа	356м <sup>2</sup>
Типы квартир на этаже	
2-комнатная	55,0м <sup>2</sup> – 2 кв
3-комнатная	78,0м <sup>2</sup> – 2 кв

В качестве теплоизоляционных ограждающих конструкций, применялись навесные панели двух типов:

- комплексная панель, состоящая из слоя магнизиальных плит; металлического каркаса; пароизоляции (полимерная пленка); утеплителя (минеральная вата); гипсокартон;
- трехслойная бетонная панель, состоящая из внешнего и внутреннего слоя железобетона, а внутренний теплоизоляционный слой принят из полистиролбетона.

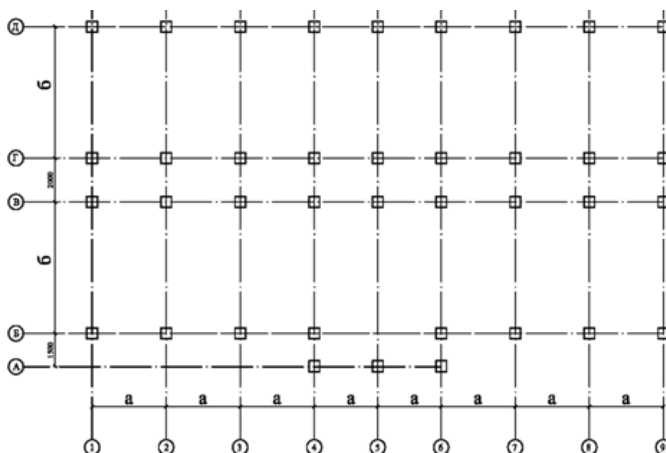


Рисунок 1. Схема сетки колонн

По результатам анализа теплотерь приведенной рамы были получены полиномиальные зависимости удельного теплopotребления многоэтажных зданий, в зависимости от коэффициента компактности  $\delta$ , площади остекления, высоты этажа и количества этажей. В качестве примера взят шаг колонн по ряду «а» 4,8 по ряду «б» 4,8, результаты приведены в табл. 2.

Таблица 2 Зависимость удельного теплopotребления одноэтажных многоэтажных зданий  $q_{\text{буд}}$ , кВт час/м<sup>2</sup> от коэффициента компактности  $\delta$  высоты этажа и площади остекления

Шаг колонн по ряду «а» 4,8 по ряду «б» 4,8, этажность					
Высота этажа	Площадь остекления				
	1/10	1/9	1/8	1/7	1/6
2,8	$q_{\text{буд}} = -0,112\delta^2 + 45,718\delta + 31,955$	$q_{\text{буд}} = -0,3967\delta^2 + 46,023\delta + 32,467$	$q_{\text{буд}} = -0,9037\delta^2 + 46,394\delta + 33,099$	$q_{\text{буд}} = -0,4364\delta^2 + 46,043\delta + 34,055$	$q_{\text{буд}} = -0,6513\delta^2 + 46,205\delta + 35,221$
3	$q_{\text{буд}} = -2,7948\delta^2 + 50,93\delta + 32,353$	$q_{\text{буд}} = -1,625\delta^2 + 50,17\delta + 33,031$	$q_{\text{буд}} = -2,2\delta^2 + 50,507\delta + 33,678$	$q_{\text{буд}} = -2,4836\delta^2 + 50,705\delta + 34,541$	$q_{\text{буд}} = -2,2552\delta^2 + 50,563\delta + 35,755$
3,2	$q_{\text{буд}} = -0,5042\delta^2 + 52,778\delta + 33,28$	$q_{\text{буд}} = -1,1989\delta^2 + 53,234\delta + 33,764$	$q_{\text{буд}} = -0,259\delta^2 + 53,348\delta + 34,591$	$q_{\text{буд}} = -0,9313\delta^2 + 53,084\delta + 35,375$	$q_{\text{буд}} = -0,556\delta^2 + 52,805\delta + 36,617$
3,4	$q_{\text{буд}} = -1,283\delta^2 + 54,859\delta + 34,176$	$q_{\text{буд}} = -0,731\delta^2 + 55,155\delta + 34,696$	$q_{\text{буд}} = -0,6866\delta^2 + 56,06\delta + 35,251$	$q_{\text{буд}} = -0,237\delta^2 + 55,461\delta + 36,239$	$q_{\text{буд}} = -0,397\delta^2 + 55,389\delta + 37,442$

3,6	$q_{\text{буд}} = -7,67818^2 + 63,6438 + 4,06$	$q_{\text{буд}} = -6,0518^2 + 62,6798 + 4,756$	$q_{\text{буд}} = -7,00538^2 + 63,2298 + 5,376$	$q_{\text{буд}} = -6,66178^2 + 63,0358 + 6,298$	$q_{\text{буд}} = -8,09918^2 + 63,9318 + 7,355$
-----	--	--	---	---	---

Для расчета и анализа показателя удельных теплотерь здания изменялась высота этажа с шагом 2,8м; 3м; 3,2м; 3,4м; 3,6м. Площадь окон принималась от 1/10 до 1/6 площади помещения.

В качестве примера приведены графики зависимости удельных теплотерь в зависимости площади остекления и коэффициента компактности, при высоте этажа 3м (рис.2 ).

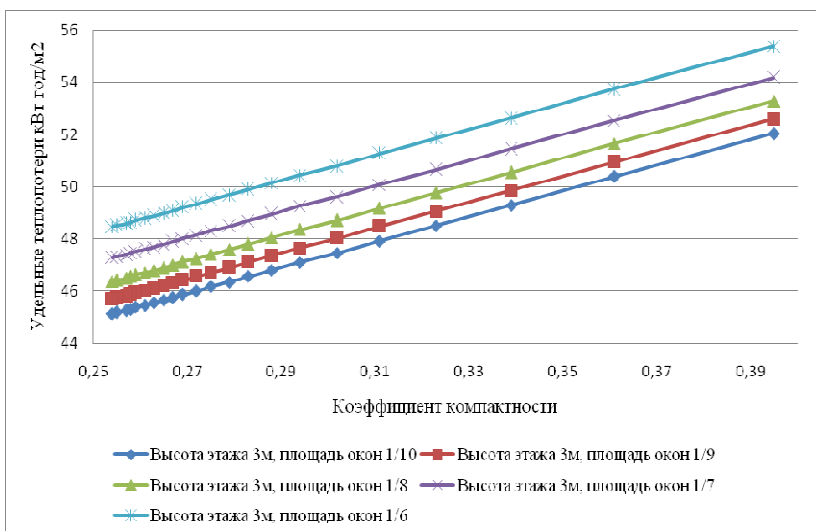


Рисунок 2. Зависимость удельного теплотребования от коэффициента компактности и площади остекления, при высоте этажа 3м

Как видно из графиков, величина коэффициента компактности должна быть минимальной, чего можно достичь возведением протяженных домов, из двух и более секций ил повышением этажности здания. В этом случае величина удельных теплотерь будет сокращаться.

Был проведен анализ удельных теплотерь  $q_{\text{буд}}$  по элементам здания, результаты приведены в табл.3.

При увеличении этажности зданий от 1 до 4 этажей наибольшая часть удельных теплопотерь приходится на входную дверь чердачное и подвальное перекрытие, от 60,52% (1этаж) до 41,79%(4 этажа).

При дальнейшем увеличении этажности здания большая часть тепла а теряется через стены, от 61,40% (5 этажей) до 80,07%(25 этажей) и окна, от 10,47% до 12,10%, соответственно.

Таблица 3 Доля удельных теплопотерь

Высота этажа 2,8м, площадь окон 1/10					
Этажи	1	5	9	16	25
Наименование	q <sub>буд</sub>	q <sub>буд</sub>	q <sub>буд</sub>	q <sub>буд</sub>	q <sub>буд</sub>
Единицы измерения	кВт*год/м2	кВт*год/м2	кВт*год/м2	кВт*год/м2	кВт*год/м2
Стены %	32,27	61,40	70,23	76,60	80,07
Окна %	7,21	10,47	11,27	11,81	12,10
Дверь %	2,36	0,65	0,38	0,22	0,14
Чердак %	38,90	16,18	10,45	6,48	4,35
Подвал %	19,26	11,30	7,66	4,88	3,33
Σ	100	100	100	100	100

### Выводы:

1. С использованием модельных представлений выполнен расчет теплопотерь многоэтажных жилых зданий при вариации конструктивных параметров: этажности, высоты этажа, площади остекления и числа секций.
2. Результаты расчетов свидетельствуют, что величина коэффициента компактность должна быть минимальной, чего можно достичь возведением протяженных домов, из двух и более секций ил повышением этажности здания. В этом случае величина удельных теплопотерь будет сокращаться
3. При регламентируемых нормами показателях (минимально допускаемых значениях сопротивления теплопередачи ограждающих конструкций) с увеличением этажности зданий от 1 до 4 этажей наибольшая часть удельных теплопотерь приходится на входную

дверь чердачное и подвальное перекрытие, от 60,52% (1этаж) до 41,79%(4 этажа)

При дальнейшем увеличении этажности здания большая часть тепла а терется через стены, от 61,40% (5 этажей) до 80,07%(25 этажей) и окна, от 10,47% до 12,10%. Соответственно.

*Список источников:*

1. Directive 2010/31/EU of the European parliament and of the council of 19 May 2010 on the energy performance of buildings – [Електронний ресурс] – Official Journal of the European Union – 23 p. – Режим доступу до сайту: <http://www.energy.eu/directives/2010-31-EU.pdf>
2. Конструкції будинків та споруд. Теплова ізоляція будівель: ДБНВ.2.6-31:2006. зі Зміною №1 від 1 липня 2013 року – [Чинний з 01.04.2007].- К.: МінбудУкраїни, 2006. – 70 с. – (Державні будівельні норми України).
3. Проекування. Настанова з розроблення та складання енергетичного паспорта будинків при новому будівництві та реконструкції: ДСТУ-Н Б А.2.2-5:2007 – [Чинний з 01.07.2008].- К.: Мінрегіонбуд України, 2008. - 44 с. – (Державний стандарт України).
4. Основні вимоги до будинків і споруд, економія енергії:ДБН В.1.2-11-2008МінбудУкраїни, 2008.– (Державні будівельні норми України)
5. Коваль Е.А. Энергоэффективность архитектурно-конструктивных систем малоэтажных жилых зданий: Дис. канд. техн. наук: 05.23.01. / Коваль Е.А. – Днепропетровск, 2012. – 152с.
6. Коваль О.О. Энергоэффективність малоповерхових будівель в залежності від їх об'ємно-планувальних, архітектурних та конструктивних особливостей/ Коваль О.О., Савицький М.В., Юрченко Є.Л., Ковтун-Горбачова Т.А., Луценко Ю.О // Строительство, материаловедение, машиностроение. Дн-вск: ПГАСА, 2011.- Вип. №58 – С.395-400
7. EN ISO 13790:2008 Energy performance of buildings - Calculation of energy use for space heating and cooling – CEN – 162 p.
8. Iurchenko Ie. ECONOMIC FEASIBILITY OF ENERGY-EFFICIENT AND PASSIVE HOUSE CONSTRUCTION INUKRAINE / Iurchenko Ie.L., Koval O.O., Savitskyi M.V. // Building, materials sciences, mechanic engineering: Collection of scientific papers Issue№68. – Dnipropetrovs'k, PSAES, 2013. - p. 462 - 468