

УДК 692:64.01:005.61

ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ РАЗЛИЧНОЙ ЭТАЖНОСТИ

ЗИНКЕВИЧ О. Г.^{1*}, к.т.н, доц.,ШАРИНА Т.О.^{2*}, арх., м.н.с.КОТОВ Н. А.^{3*}, к. т. н., доц.

^{1*} Кафедра железобетонных и каменных конструкций, Государственное высшее учебное заведение "Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры", ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепропетровск, Украина, тел. +38 (0562) 47-03-19, e-mail: oks-ukr@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-3425-8216

^{2*} Научно-исследовательская группа при кафедре железобетонных и каменных конструкций. Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепропетровск, Украина, тел. +38(096)22-77-023, e-mail: sharina.tatiana.89@gmail.com ORCID ID: 0000-0002-2020-6335

^{3*} Кафедра железобетонных и каменных конструкций, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепропетровск, Украина, e-mail: kotokoto@i.ua, ORCID ID: 0000-0003-0233-0663

Аннотация. Постановка проблемы. Развитие и совершенствование концепции энергоэффективности жилых и гражданских зданий, становится крайне актуальной, на протяжении последнего ряда лет. Это вызвано постоянным ростом тарифов на коммунальные услуги, а также энергоносители и стало одним из главных направлений развития строительной отрасли. Большое внимание, при новом строительстве, ремонте или реконструкции уже существующего здания, уделяется учету и экономии затрачиваемых энергоресурсов. В европейских странах к разработке норм по снижению уровня энергопотребления приступили еще в конце 1970 года. Согласно постановлений Европейского Парламента к 31 декабря 2020 года все ново возводимые здания в ЕС должны соответствовать уровню энергопотребления минимальный или нулевой, кроме того большая часть потребляемой энергии домов должна потребляться из возобновляемого источника энергии. Чаше всего тепло теряется 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.

Цель статьи. С использованием модельных представлений выполнен расчет теплопотерь жилых зданий различной этажности при вариации конструктивных параметров: этажности, высоты этажа, шага колонн, площади остекления, при регламентируемых нормами допускаемых показателях.

Ключевые слова: энергоэффективность; тепловые потери; этажность; коэффициент компактности

ОСНОВНІ ПАРАМЕТРИ І ЇХ ВПЛИВ НА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ РІЗНОЇ ПОВЕРХОВСТІ

ЗИНКЕВИЧ О. Г.^{1*}, к.т.н, доц.,ШАРИНА Т. О.^{2*}, арх., м.н.с.КОТОВ М. А.^{3*}, к. т. н., доц.

^{1*} Кафедра залізобетонних та кам'яних конструкцій, Державний вищий навчальний заклад "Придніпровська державна академія будівництва та архітектури", вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпропетровськ, Україна, тел. +38 (0562) 47-03-19, e-mail: oks-ukr@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-3425-8216

^{2*} Науково-дослідна група при кафедрі залізобетонних та кам'яних конструкцій. Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпропетровськ, Україна, тел. +38(096)22-77-023, e-mail: sharina.tatiana.89@gmail.com ORCID ID: 0000-0002-2020-6335

^{3*} Кафедра залізобетонних і кам'яних конструкцій, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпропетровськ, Україна, e-mail: kotokoto@i.ua, ORCID ID: 0000-0003-0233-0663

Анотація. Постановка проблеми. Розвиток і вдосконалення концепції енергоефективності житлових та громадських будинків, стає вкрай актуальною, протягом останнього ряду років. Це викликано постійним зростанням тарифів на комунальні послуги, а також енергоносії і стало одним з головних напрямків розвитку будівельної галузі. Велика увага, при новому будівництві, ремонті або реконструкції вже існуючої будівлі, приділяється обліку та економії витрачаних енергоресурсів. В європейських країнах до розробки норм щодо зниження рівня енергоспоживання приступили ще в кінці 1970 року. Згідно

постанов Європейського Парламенту до 31 грудня 2020 року всі новозведені будівлі в ЄС повинні відповідати рівню енергоспоживання мінімальний або нульовий, крім того велика частина споживаної енергії будинків повинна споживатися з поновлюваного джерела енергії. Найчастіше тепло втрачається через огорожувальні конструкції, в результаті неефективної теплоізоляції і нераціонального використання вже нагрітого вентиляованого повітря. В даний час близько 40% усієї виробленої теплової енергії витрачається на обслуговування існуючого житлового фонду.

Мета статті. З використанням модельних уявлень виконаний розрахунок тепловтрат житлових будинків різної поверховості при варіації конструктивних параметрів: поверховості, висоти поверху, кроку колон, площі скління, при регламентованих нормах допустимих показниках.

Ключові слова: енергоефективність; теплові втрати; поверховість; коефіцієнт компактності

MAIN PARAMETERS AND THEIR INFLUENCE ON THE ENERGY EFFICIENCY OF RESIDENTIAL BUILDINGS OF VARIOUS NUMBERS OF FLOORS

ZINKEVYCH O. G.^{1*}, *Ph.D, Ass. Prof.*,
SHARINA T. O.^{2*}, architect, junior researcher,
KOTOV N. A.^{3*}, *Ph.D., Ass. Prof.*

^{1*} Department of Reinforced concrete and Masonry Constructions, State Higher Education Establishment “Prydneprovsk’a State Academy of Civil Engineering and Architecture”, 24-A, Chernishevskogo str., Dnipropetrovsk 49600, Ukraine, tel. +38 (0562) 47-03-19, e-mail: oks-ukr@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-3425-8216

^{2*} A Research Group at the Department of Reinforced-Concrete and Stone Constructions, State Higher Educational Establishment «Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture», 24-a, Chernishevskogo str., Dnipropetrovsk 49600, Ukraine, tel. +38(096)22-77-023, e-mail: sharina.tatiana.89@gmail.com ORCID ID: 0000-0002-2020-6335

^{3*} Department of Reinforced concrete and Masonry Constructions, State Higher Education Establishment “Prydneprovsk’a State Academy of Civil Engineering and Architecture”, 24-A, Chernishevskogo str., Dnipropetrovsk 49600, Ukraine, e-mail: kotokoto@i.ua, ORCID ID: 0000-0003-0233-0663

Annotation. Formulation of the problem. The development and improvement of the energy efficiency concept of residential and civil buildings has become extremely relevant over the last several years. The reason for this is a constant increase in tariffs for utilities, as well as energy and has become one of the main directions for the construction industry development. A lot of attention with the new construction, repair or reconstruction of an existing building is paid to the accounting and saving of input energy resources. In European countries the development of standards for the level of energy consumption reducing has begun as early as the end of 1970 through enclosing structures and vented air. According to the decisions of the European Parliament to the December 31, 2020, all newly erected buildings in the EU should correspond to the level of energy consumption minimum or zero, in addition the most part of the houses energy consumption should be consumed from a renewable energy source. The heat is usually lost through the enclosing structures, resulting in inefficient thermal insulation and irrational use of already heated ventilated air. About 40% of all heat energy is spent currently on the existing housing stock servicing.

Purpose of the article. With the use of model representations, the calculation of heat losses of residential buildings of various numbers of floors has been made with the variation of design parameters: number of floors, floor height, column spacing, glazing area, with the norms permitted by the standards.

Keywords: energy efficiency; heat losses; number of floors; density coefficient.

Изложение материала. В Украине было разработано ряд нормативных документов, в которых приведены требования по проектированию зданий с учетом параметров характеризующих энергоэффективность теплоизоляционной оболочки здания, а также с возможностью внедрения инноваций в области контроля теплопотерь. Данные нормы также позволяют проанализировать энергоэффективность здания уже после его возведения, в процессе эксплуатации, а также разработать мероприятия по снижению теплопотерь, которые в основном, приходится на ограждающие конструкции, в результате неэффективной теплоизоляции и нераціональному использованию уже нагретого вентилируемого воздуха [2, 4, 5, 6].

Рассмотрением различных вопросов по повышению энергоэффективности уже существующих и проектируемых жилых и гражданских зданий, оценкой объема и оптимизации затрат на реновацию, разработкой программ и проектов по энергосбережению рассмотрены в работах А.А. Нечепорчука, Т.Д. Никифоровой., К.В. Шляхова., Е.А. Коваль Г.Г. Фаренюк М.П. Ковалько А.В. Семко.

Существует значительное количество причин, которые приводят к нераціональному использованию полученного тепла которое затрачивается на отопление, и основными из них являются:

- несогласованность интегрального показателя удельного теплопотребления и поэлементных

показателей, в частности, сопротивления теплопередачи ограждающих конструкций[3];

- сокращение коэффициента компактности с ростом размеров (ширины в одном из главных направлении или этажности) здания;

- необдуманная планировка помещений, а также ориентация самого здания.

В основе всей структуры нормативных документов Украины, по определению и нормированию теплопотерь, лежит ДБН В.2.6-31:2006 [1], на базе которого в дальнейшем разрабатываются документы последующего уровня. Для повышения энергоэффективности жилых и гражданских зданий в 2013 году вышло Изменение 1 в котором было существенно увеличено значение сопротивления теплопередачи ограждающих конструкций, однако как будет показано дальше ано для зданий этажностью боле 10-12 этажей, высокий клас энергоэффективности не достигается.

Для расчетов и дальнейшего анализ теплопотерь, было смоделировано жилое здание, шаг колонн последовательно изменялся, вначале по стороне «а», с шагом 3,3 м; 4,8 м; 5,4 м; 6 м; 12 м, затем по стороне «б», с шагом 4,8 м; 5,4 м; 6 м; 7,2 м; 12 м. Количество пролетов по буквенной оси 3, по цифровой оси 8. Шаг колон в осях «А-Б» и «В-Г» не менялся и соответственно составляет 1,5 м и 2 м (Рис.1).

В здании имеется подвальный этаж, с высотой этажа 1,4 м и чердачный этаж высотой 1,5 м. Высота жилых этаже последовательно изменялась от 2,8 м до 3,6 м, с шагом 0,2 м. В виду того что площадь остекления существенно влияет на объем тепловых потерь (и поступления тепла за счет солнечной радиации), площадь остекления принималась от 1/10 до 1/6 от площади пола помещения, с шагом 1/1. Все расчеты проводились для первой температурной зоны.

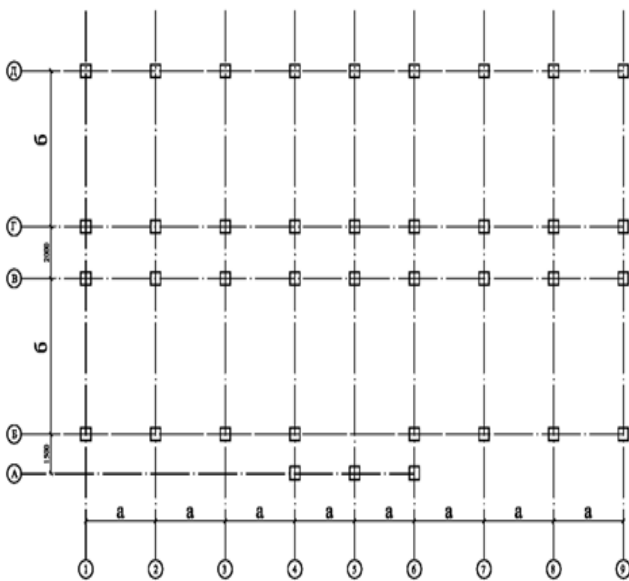


Рис. 1. Схема моделируемого здания / Scheme of the simulated building

Результаты распределения моделей зданий, в зависимости от их этажности, по классам энергоэффективности для первой температурной зоны приведены в таблице 1.

Таблица 1
Распределение моделей зданий по классам энергоэффективности / Distribution of building models by energy efficiency classes

Классы Энергетической эффективности	Этажность здания			
	5	9	16	25
A	-	-	-	-
B	8 %	44 %	-	-
C	88 %	56 %	72 %	-
D	4 %	-	28 %	84 %
E	-	-	-	16 %
F	-	-	-	-
Всего	100 %	100 %	100 %	100 %

Из полученных результатов видно, что моделируемые жилые здания, при заданных характеристиках теплоизолирующих ограждающих конструкций, в соответствии с ДБН В.2.6-31:2006, в основном до 54 %, попадают в диапазон С, 13 % – В, 29 % – D, и 4 % – Е. Отсюда видно что у 33% рассматриваемых вариантов значение удельных годовых теплопотерь $q_{буд}$, существенно превышает максимально допустимое значение E_{max} . За 100 % принимался весь диапазон исследуемых моделей здания.

Проведен анализ зависимости коэффициента компактности от этажности зданий и высоты этажа (рис 2). Выявлено, что коэффициент компактности уменьшается наиболее интенсивно в диапазоне от одного до девяти этажей. В диапазоне от 10 до 25 этажей уменьшение коэффициента компактности происходит менее интенсивно, чем регламентированное в нормах нормативное максимальное значение удельных теплопотерь. Поэтому для зданий этажностью 16 и 25 этажей не достигается высокий класс по энергоэффективности.

По результатам проведенных расчетов получена структура тепловых потерь по элементам здания для каждой из комбинаций архитектурно - конструктивных параметров. В качестве примера в таблице 2 приведено распределение тепловых потерь для конструктивных элементов, максимального и минимального значения определяющих параметров.

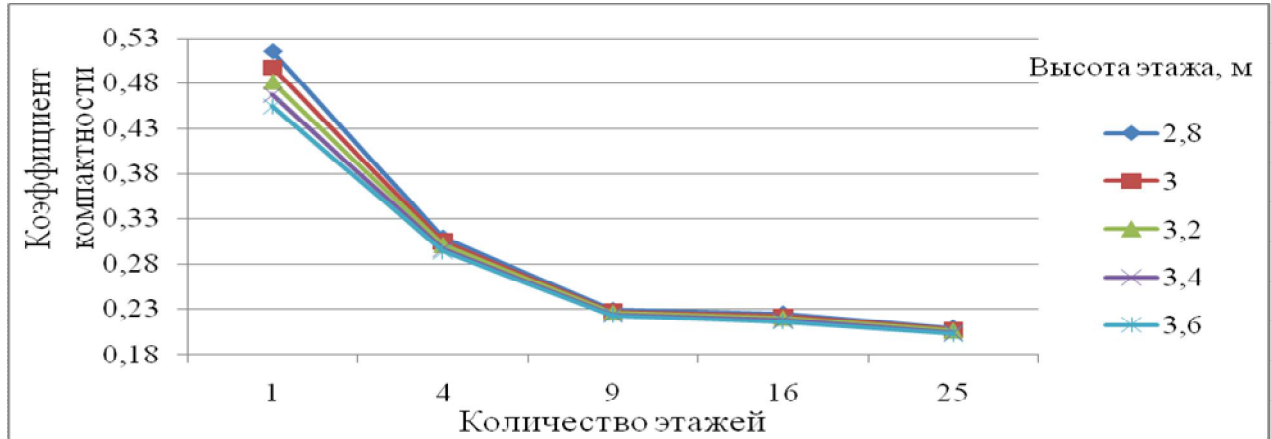


Рис.2. Зависимость коэффициента компактности от этажности зданий / Dependence of the compactness coefficient on the number of storeys of buildings

Таблица 2

Структура теплотерь по элементам здания, % / The structure of the heat loss of the building elements, %

Конструктивный элемент	Этажность зданий				
	1	4	9	16	25
Стены	32,27*	61,40	70,23	76,60	80,07
	26,83**	54,86	63,64	70,02	73,51
Окна	7,21	10,47	11,27	11,81	12,10
	10,06	15,31	16,67	17,62	18,13
Входные двери	2,36	0,65	0,38	0,22	0,14
	0,54	0,15	0,09	0,05	0,03
Чердачное перекрытие	38,90	16,18	10,45	6,48	4,35
	35,77	15,97	10,44	6,52	4,40
Подвальное перекрытие	19,26	11,30	7,66	4,88	3,33
	26,81	13,72	9,16	5,79	3,93
Σ	100	100	100	100	100

Примечание: комбинация архитектурно-конструктивных параметров:

* – высота этажа 2,8 м, соотношение площади окон к площади пола помещения 1/10, шаг колонн по числовой оси 3,3 м;

** – высота этажа 3,6 м, соотношение площади окон к площади пола помещения 1/6, шаг колонн по числовой оси 12 м.

Как показывают полученные результаты, независимо от этажности здания, площади остекления и изменения шага колонн, при принятой согласно [1] толщине теплоизолирующего слоя ограждающих конструкций, основная часть теплотерь зданий за отопительный период (от 32,27 до 80,07 %) в основном расходуется через светонепрозрачные ограждающие конструкции.

Диапазон удельных теплотерь для зданий различной этажности приведен в таблице 3. Мозаика удельных теплотерь для параметров зданий в 4 – 25 этажей приведена на рисунке 3, 4. Данные приведены для максимальной и минимальной комбинации рассматриваемых параметров.

Таблица 3

Диапазон удельных теплотерь для зданий различной этажности, кВт час/м² / Range of specific heat loss for buildings of different storeys, kWh / m²

Варьируемый параметр	Этажность здания			
	4	9	16	25
шаг колонн по стороне «а»	50,21 – 59,59	45,55 – 55,15	43,92 – 53,60	43,16 – 52,88
шаг колонн по стороне «б»	43,54 – 59,94	39,05 – 55,28	37,48 – 53,64	36,75 – 52,89
*E _{max} [1]	55	55	48	40

Примечание: *E_{max} – нормативное максимальное значение удельных теплотерь для жилых зданий.

Согласно проведенным расчетам для зданий с повышением этажности от 4 до 25 этажей, величина удельных годовых теплопотерь $q_{буд}$ сокращается наиболее интенсивно – в диапазоне от 4 до 12 этажей, после 25-го этажа сокращение незначительно.

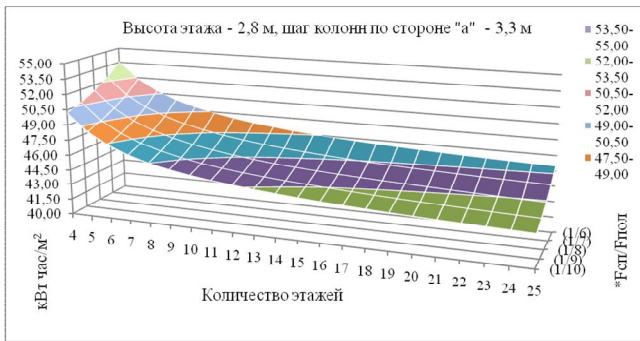


Рис. 3. Мозаика удельных теплопотерь жилых зданий при высоте этажа 2,8 м, шаге колонн по оси «а» – 3,3 м / The mosaic of specific heat losses of residential buildings at a storey height of 2.8 m, the column pitch along the "a" axis is 3.3 m

* – $F_{ст}/F_{пол}$ соответственно соотношение площади окон к площади пола помещения.

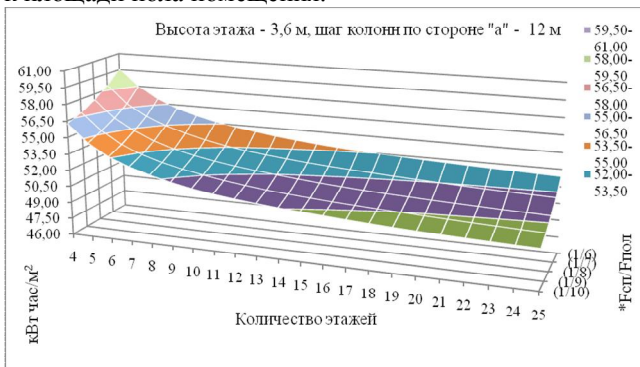


Рис. 4. Мозаика удельных теплопотерь жилых зданий при высоте этажа 3,6 м, шаге колонн по оси «а» –12 м / Mosaic of specific heat losses of residential buildings at a

Зависимости удельных теплопотерь многоэтажных жилых зданий, кВт·час/м² / Dependences of specific heat losses in multi-storey residential buildings, kWh / m²

Высота этажа, м	Отношение площади окон к площади пола, в м²				
	1/10	1/9	1/8	1/7	1/6
2,8	$q_{буд}=0,4994\delta^2+46,604\delta+30,13$	$q_{буд}=0,807\delta^2+46,424\delta+30,71$	$q_{буд}=0,318\delta^2+47,186\delta+31,28$	$q_{буд}=0,6738\delta^2+46,501\delta+32,29$	$q_{буд}=0,094\delta^2+47,017\delta+33,40$
3	$q_{буд}=4,487\delta^2+47,079\delta+31,39$	$q_{буд}=3,7551\delta^2+47,525\delta+31,88$	$q_{буд}=4,1689\delta^2+47,245\delta+32,62$	$q_{буд}=3,3463\delta^2+47,823\delta+33,42$	$q_{буд}=4,5953\delta^2+46,965\delta+34,76$
3,2	$q_{буд}=1,7051\delta^2+52,258\delta+31,85$	$q_{буд}=2,5392\delta^2+51,691\delta+32,50$	$q_{буд}=1,5904\delta^2+52,348\delta+33,09$	$q_{буд}=1,9894\delta^2+52,058\delta+34,04$	$q_{буд}=1,9026\delta^2+52,138\delta+35,21$
3,4	$q_{буд}=4,264\delta^2+59,634\delta+31,94$	$q_{буд}=5,907\delta^2+60,726\delta+32,32$	$q_{буд}=5,380\delta^2+60,349\delta+33,08$	$q_{буд}=4,584\delta^2+59,883\delta+34,04$	$q_{буд}=4,493\delta^2+59,763\delta+35,27$
3,6	$q_{буд}=10,741\delta^2+53,103\delta+34,30$	$q_{буд}=11,592\delta^2+52,523\delta+34,95$	$q_{буд}=12,697\delta^2+51,828\delta+35,76$	$q_{буд}=10,87\delta^2+52,966\delta+36,48$	$q_{буд}=11,591\delta^2+52,553\delta+37,73$

Примечание: $q_{буд}$ – удельные теплопотери; δ – коэффициент компактности; этажность зданий 4 – 25; шаг колонн по ряду «а» – 3,3 м.

storey height of 3.6 m, step of columns along the axis "a" – 12 m

Получены полиномиальные зависимости удельного теплопотребления от определяющих параметров: коэффициента компактности, шага колонн, высоты этажа и количества этажей. В качестве примера, в таблице 4 приведены зависимости удельных теплопотерь многоэтажных жилых зданий при шаге колонн по ряду «а» – 3,3 м

Также был проведен анализ удельных теплопотерь $q_{буд}$ по элементам здания, результаты приведены в табл.5.

Таблица 5

Доля удельных теплопотерь, по элементам здания / Share of specific heat loss, by building element

Высота этажа 2,8 м, площадь окон 1/10					
Этажи	1	5	9	16	25
Наименование	$q_{буд}$	$q_{буд}$	$q_{буд}$	$q_{буд}$	$q_{буд}$
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

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 4.

Выполнен анализ удельных теплопотерь зданий при различной ориентации по сторонам света для условий г. Днепропетровск. Была принята следующая ориентация главного фасада: «юг», «юго-запад», «юго-восток».

Рассматривались четыре типа зданий по этажности. При этом изменялись следующие архитектурно-конструктивные параметры: этажность, высота этажа,

соотношение площади остекления к площади пола помещения, размеры в плане (количество секций – от одной до трех).

В качестве примера в таблице 6 приведено значение величины теплопотерь для одной секции зданий различной этажности при разной ориентации в пространстве.

Таблица 6

Удельные теплопотери односекционного здания при высоте этажа 2,8 м в зависимости от ориентации главного фасада, кВт·час/м² / Specific heat losses of a single-section building at a height of 2.8 m, depending on the orientation of the main facade, kW h / m²

Количество этажей	Соотношение площади окон к площади пола	«Юг»	«Юго-запад»	«Юго-восток»
4	1/10	53,93	56,35	56,47
	1/8	54,67	57,17	57,31
	1/6	55,9	58,54	58,73
9	1/10	45,37	45,65	45,74
	1/8	45,99	46,34	46,46
	1/6	47,03	47,49	47,65
16	1/10	40,92	38,1	38,2
	1/8	41,62	38,91	39,03
	1/6	42,79	40,27	40,43
25	1/10	40,38	37,55	37,65
	1/8	41,08	38,37	38,49
	1/6	42,24	39,72	39,88

Выводы. С использованием модельных представлений выполнен расчет теплопотерь многоэтажных жилых зданий при вариации конструктивных параметров: этажности, высоты этажа, площади остекления и числа секций. Полученные результаты свидетельствуют, что при выполнении условий поэтажного нормирования теплотехнических характеристик ограждающих конструкций в соответствии с [1] основной объем зданий относится к классу энергоэффективности С (в основном, здания от 4 до 16 этажей) и D (здания от 16 до 25 этажей).

Согласно полученным результатам исследования, из всего количества рассмотренных вариантов зданий в 33 % (см. рис. 4.4 и табл. 4.4) случаев по уровню энергоэффективности находятся ниже класса С, то есть значение удельных годовых теплопотерь $q_{б\text{уд}}$, существенно превышает допустимое нормативное значение E_{max} .

При регламентируемых нормами показателях (минимально допускаемых значениях сопротивления теплопередачи ограждающих конструкций), для зданий этажностью от 4 до 25 этажей, величина удельных годовых теплопотерь $q_{б\text{уд}}$ сокращается, и наиболее интенсивно - в диапазоне от 5 до 16 этажей, после 25-го этажа сокращение незначительно.

Согласно полученным результатам, в зависимости от ориентации зданий в пространстве для условий г. Днепропетровск минимальные тепловые потери зданий достигаются при ориентации главного фасада:

- для зданий от четырех до восьми – «южная»;
- для зданий этажностью от 16 до 25 этажей – «юго-западная» и «юго-восточная»;
- для зданий этажностью от 9 до 15 этажей ориентация главного фасада не оказывает существенного влияния на значение удельных теплопотерь.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Конструкції будинків та споруд. Теплова ізоляція будівель: ДБНВ.2.6-31:2006. зі Зміною №1 від 1 липня 2013 року – [Чинний 01.04.2007]. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2006. – 70 с. – (Державні будівельні норми України).

2. Проектування. 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]. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2008. – 44 с. – (Державний стандарт України).
3. **Коваль Е. А.** Энергоэффективность архитектурно-конструктивных систем малоэтажных жилых зданий: Дис. канд. техн. наук: 05.23.01. / Коваль Е. А. – Днепропетровск, 2012. – 152 с.
4. **Коваль О. О.** Енергоефективність 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. Днепропетровск: ПГАСА, 2011. – Вып. № 58 – С. 395 – 400
5. **Нечепорук А. А.** Нормирование утепления зданий в Украине. Достижения и проблемы // Жилищное строительство: – 2007. – № 12. – С. 13-15
6. **Карапузов Є. С.** Утеплення фасадів / Карапузов Є. С., Соха В. Г. – Київ : Вища освіта, 2007. – 318 с.

REFERENCES

1. Minregionbud Ukraïni. *Konstrukcii budinkiv ta sporud. Teplova izolyaciya budivel': DBNV.2.6-31:2006. zi Zminoyu №1 vid 1 lipnya 2013 roku* [Heat insulation of buildings: DBNV.2.6-31: 2006. With the change №1 from July 1, 2013]. Kyiv, 2006, 70 p. Available at: <http://www.dbn.at.ua>. (in Ukrainian).
2. Minregionbud Ukraïni. *Proektuvannya. Nastanova z rozroblennya ta skladannya energetichnogo pasporta budinkiv pri novomu budivnictvi ta rekonstrukcii: DSTU-N B A.2.2-5:2007* [Guidelines for the development and preparation of energy passports of buildings in new construction and renovation, DSTU-H B A.2.2-5: 2007]. Kyiv, 2008, 44 p. Available at: <http://www.dbn.at.ua>. (in Ukrainian).
3. Koval E. A. *Energoeffektivnost arhitekturno-konstruktivnyh sistem maloetazhnyh zhilyh zdaniy: Dis. kand. tehn. nauk: 05.23.01.* [Energy efficiency of architecturally-constructive systems of low-rise residential buildings: Dis. kand. Cand. Tech. Sciences: 05.23.01.]. Dnepropetrovsk: 2012, 152 p. (in Russian).
4. Koval O. O., Savickij M. V., Yurchenko E. L., Kovtun-Gorbachova T. A. and Lucenko Yu. O. *Energoefektivnist malopoverhovich budivel v zalezhnosti vid ih ob'emno-planuvalnih, arhitekturnih ta konstruktivnih osoblivostej* [Energy efficiency low-rise buildings depending on their space-planning, architectural and design features]. *Stroitelstvo, materialovedenie, mashinostroenie* – [Construction, materials science, mechanical engineering]. PDABA. Dnipropetrovsk, 2011, no. 58, pp. 395–400. (in Ukrainian).
5. Necheporuk A. A. *Normirovanie utepleniya zdaniy v Ukraine. Dostizheniya i problemy* [Normalization of building insulation in Ukraine. Achievements and challenges]. *Zhilischnoe stroitelstvo* [Housing construction]. 2007, no. 12, pp. 13–15. (in Russian).
6. Karapuzov E. S. and Soha V. G. *Uteplennya fasadiv* [Insulation of facades]. *Vischa osvita* [Higher Education]. Kyiv, 2007, 318 p. (in Ukrainian).

Стаття постуила до редколегії 21.04.2017