

УДК 699.86

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТИПОВЫХ СЕРИЙ ПАНЕЛЬНЫХ ДОМОВ

И.Ю. Воронов

*Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
г. Санкт-Петербург (Российская Федерация)*

Аннотация. До настоящего времени эксплуатируется большое количество серийных панельных домов, построенных еще в советский период. В то время большинство домов типовых серий строилось в качестве временного жилья. В статье рассмотрено девять типовых серийных зданий, произведён теплотехнический расчёт ограждающих стеновых конструкций. На основании проведённого обзора научных публикаций, определены основные пути снижения энергозатрат зданий, рассмотрены энергоэффективные ограждающие конструкции. С помощью теплотехнического расчета дана оценка энергетической эффективности ограждающих стеновых конструкций типовых серий панельных домов: 1-ЛГ-602, 1-ЛГ-504, 1-468, 1-ЛГ-600А (корабль), 137, 1-335, 1-447, 1-528КП, 114-85. Показано, что у всех серий фактическое сопротивление теплопередаче в несколько раз меньше требуемого, что говорит о высоких тепловых потерях в рассматриваемых типовых сериях жилых зданий. При этом у кирпичных зданий сопротивление теплопередаче все же выше, но также не соответствует современным требованиям тепловой защиты.

Ключевые слова: панельные дома, типовые серии, энергоэффективность, энергосбережение, тепловая защита зданий, теплотехнический расчет, ограждающие конструкции.

Ссылка для цитирования: Воронов И.Ю. Энергетическая эффективность типовых серий панельных домов // Инженерные исследования. 2023. №1 (11). С. 20-30. EDN: PEZEV

ENERGY EFFICIENCY OF STANDARD SERIES OF PANEL HOUSES

I.Yu. Voronov

Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University, St.Petersburg (Russian Federation)

Abstract. To date, a large number of serial panel houses built in the Soviet period are in operation. At that time, most of the standard series houses were built as temporary housing. The article considers nine typical serial buildings, made a thermal calculation of enclosing wall structures. Based on the review of scientific publications, the main ways to reduce the energy consumption of buildings are identified, and energy-efficient building envelopes are considered. With the help of thermal engineering calculation, an assessment of the energy efficiency of enclosing wall structures of typical series of panel houses is given: 1-LG-602, 1-LG-504, 1-468, 1-LG-600A (ship), 137, 1-335, 1-447, 1-528KP, 114-85. It is shown that for all series the actual resistance to heat transfer is several times less than the required one, which indicates high heat losses in the considered typical series of residential buildings. At the same time, in brick buildings, the resistance to heat transfer is still higher, but also does not meet modern requirements for thermal protection.

Keywords: panel houses, standard series, energy efficiency, energy saving, thermal protection of buildings, thermal engineering calculation, enclosing structures.

For citation: Voronov I.Yu. Energy efficiency of standard series of panel houses// Inzhenernyye issledovaniya [Engineering Research]. 2023. No.1 (11). Pp. 20-30. EDN: PEZEV

ВВЕДЕНИЕ

Проблема типовых панельных домов, построенных в конце XX века стоит остро, так как дома за прошедшие несколько десятилетий значительно устарели и требуют модернизации под современные стандарты и нормы энергетической эффективности [1, 2]. В работах современных авторов можно найти обоснование различных конструктивных решений по увеличению энергоэффективности ограждающих стеновых конструкций [3, 4, 5]. Кроме того, авторы предлагают и другие направления: использование светодиодных лампочек, использование современных теплоизоляционных наноматериалов (аэрогель, вакуумная теплоизоляция, жидкая теплоизоляция и др.) [8], использование энергосберегающих окон [11] и даже внедрение системы «умный дом» [12]. Отдельное внимание уделяется при этом влажностному режиму ограждающих конструкций [13, 14, 16]. Встречаются научные публикации, где авторы рассматривают принципы проектирования энергоэффективных зданий, основанные на применении оптимизационного моделирования [17, 18, 20, 22].

Проблема низкой энергоэффективности домов типовых серий советской постройки актуальна также и для Санкт-Петербурга. В городе девятки разных типовых серий домов еще советской постройки. Так, для определения энергетической эффективности типовых серий панельных домов были выбраны: 1-ЛГ-602 (рис.1), 1-ЛГ-504 (рис.2), 1-468 (рис.3), 1-ЛГ-600А (рис.4), 137 (рис.5), 1-335 (рис.6), 1-447 (рис.7), 1-528КП (рис.8), 114-85 (рис.9).



Рис. 1. Дом серии 1-ЛГ-602¹
Fig. 1. House series 1-LG-602



Рис. 2. Дом серии 1ЛГ-504¹
Fig. 2. House series 1LG-504



Рис. 3. Дом серии 1-468¹
Fig. 3. House Series 1-468



Рис. 4. Дом серии 1-ЛГ-600А
(корабль)²
Fig. 4. House series 1-LG-600A (ship)



Рис. 5. Дом серии 137¹
Fig. 5. House series 137



Рис. 6. Дом серии 1-335¹
Fig. 6. House series 1-335



Рис. 7. Дом серии 1-447¹
Fig. 7. House Series 1-447



Рис. 8. Дом серии 1-528КП¹
Fig. 8. House series 1-528KP



Рис. 9. Дом серии 114-85¹
Fig. 9. House series 114-85

¹ Типовые серии домов [Электронный ресурс]. – URL: https://www.kvmetr.ru/information/homes_series/ (дата обращения: 07.01.2023).

² 1-ЛГ-600 [Электронный ресурс]. – URL: <https://tipdoma.com/2009/07/zhilye-doma-serii-600-korabl/> (дата обращения: 07.01.2023).

Все расчёты будут производиться для природно-климатических условий Санкт-Петербурга (климатический район - ПВ, ветровой принимается - II, снеговой район - III). Необходимо провести теплотехнический расчёт ограждающих стеновых конструкций указанных выше типовых серий панельных домов, чтобы проверить, соответствуют ли они требованиям к минимально допустимому термическому сопротивлению ограждающих конструкций $R_{\text{треб}}^0$ [15].

ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЁТ ОГРАЖДАЮЩИХ СТЕНОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ ДОМОВ СЕРИИ 1ЛГ-602

Серия 1ЛГ-602 (рис.1, табл.1, табл.2) является одной из наиболее распространённых серий в Санкт-Петербурге. Первый дом по данному типовому проекту был построен в 1966 г. в Ленинграде. Производством занимался Обуховский ДСК.

Таблица 1. Основные характеристики домов серии 1ЛГ-602
Table 1. The main characteristics of houses of the 1LG-602 series

№	Характеристика	Значение
1	Типовая серия	1ЛГ-602
2	Период строительства	С 1966 по 1983 год
3	Тип дома	Панельный
4	Этажность	5, 9
5	Количество комнат в квартире	1,2,3,4
6	Высота жилых помещений	2,51 м

Таблица 2. Основные характеристики стеновой панели домов серии 1ЛГ-602
Table 2. The main characteristics of the wall panel of houses of the 1LG-602 series

№	Характеристика	Значение
1	Конструктивное исполнение	Панели заводского изготовления
2	Материал	Керамзитобетон на кварцевом песке
3	Толщина	300 мм

По карте зон влажности (Приложение В СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП23-02-2003»), Санкт-Петербург относится к влажной зоне. Тогда по таблице 2 принимаем условия эксплуатации ограждающих конструкций в зависимости от влажностного режима помещений и зон влажности района строительства «Б».

Определим приведённое сопротивление теплопередаче многослойной конструкции по формуле (1):

$$R_0 = \frac{1}{a_{\text{в}}} + R_K + \frac{1}{a_{\text{н}}}, \quad (1)$$

где R_K – термическое сопротивление многослойной конструкции, $\text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$;

$a_{\text{в}}$ – коэффициент, учитывающий теплоотдачу внутренней поверхности ограждающей конструкции, $\text{Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{°C})$ принимаемый по СП 50.13330.2012;

$a_{\text{н}}$ – коэффициент, учитывающий теплоотдачу наружной поверхности ограждающей конструкции, $\text{Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{°C})$ принимаемый по СП 50.13330.2012;

Термическое сопротивление многослойной конструкции R_K определяем по формуле (2):

$$R_K = \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} \quad (2)$$

где i – порядковый номер слоя конструкции;

δ_i – толщина i -го слоя, м;

λ_i – коэффициент теплопроводности материала i -го слоя, $\text{Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{°C}$.

Воспользуемся приведёнными выше формулами и рассчитаем фактические значения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций рассматриваемого здания.

Наружные стены представляют собой сборные панели заводского изготовления. Материал стен – керамзитобетон на кварцевом песке, толщина – 300 мм. Состав конструкции наружных стен до утепления приводится в табл. 3. При это следует учесть, что допустимое термическое сопротивление стеновых конструкций – $2,99 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$.

Таблица 3. Состав конструкции наружных стен до утепления
 Table 3. The composition of the structure of the outer walls before insulation

№	Материал	Плотность	Толщина слоя	Коэффициент теплопроводности
-	-	$\rho, \text{кг/м}^3$	$\delta, \text{м}$	$\lambda, \text{Вт/м}^2 \cdot \text{°C}$
1	Плиты из керамзитобетона на кварцевом песке	1200	0,3	0,58

Отделочные материалы внешних и внутренних поверхностей в состав расчётной конструкции стены не включаются в связи с незначительным влиянием их на суммарное термическое сопротивление стены. Таким образом, сопротивление теплопередаче существующих наружных стен будет равно:

$$R_0^{\text{факт}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,3}{0,58} + \frac{1}{23} = 0,68 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}.$$

ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЁТ ОГРАЖДАЮЩИХ СТЕНОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ ДОМОВ СЕРИИ 1ЛГ-504

Дома серии 504 (рис.2, табл.4 - табл.6) отличаются тем, что имеют наименьшую площадь квартир среди панельных домов других серий. При этом, дома данной серии ценятся немного выше первых «хрущёвок», но меньше других панельных домов. Основным преимуществом домов серии 504 перед сериями «Корабль» и «хрущёвками» – паркетные полы и чуть большая кухня.

Таблица 4. Основные характеристики домов серии 1ЛГ-504
 Table 4. The main characteristics of houses of the 1LG-504 series

№	Характеристика	Значение
1	Типовая серия	1ЛГ-504
2	Период строительства	С 1969 по 1972 год
3	Тип дома	Панельный
4	Этажность	5, 9, 10, 12
5	Количество комнат в квартире	1,2,3,4
6	Высота жилых помещений	2,35

Таблица 5. Основные характеристики стеновой панели домов серии 1ЛГ-504
 Table 5. The main characteristics of the wall panel of houses of the 1LG-504 series

№	Характеристика	Значение
1	Конструктивное исполнение	Панели заводского изготовления
2	Материал	Керамзитобетон М50
3	Толщина	400 мм

Таблица 6. Состав конструкции наружных стен домов серии 1ЛГ-504
 Table 6. The composition of the construction of the outer walls of houses of the 1LG-504 series

№	Материал	Плотность	Толщина слоя	Коэффициент теплопроводности
-	-	$\rho, \text{кг/м}^3$	$\delta, \text{м}$	$\lambda, \text{Вт/м}^2 \cdot \text{°C}$
1	Керамзитобетон М50	800	0,4	0,36

Таким образом, сопротивление теплопередаче существующих наружных стен будет равно:

$$R_0^{\text{факт}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,4}{0,36} + \frac{1}{23} = 1,27 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}.$$

ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЁТ ОГРАЖДАЮЩИХ СТЕНОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ ДОМОВ СЕРИИ 1-468

Дома серии 1-468 (рис.3, табл.7 - табл.9) относятся к классическим представителям «хрущёвок». В домах этажностью от 5 до 9 этажей отсутствуют мусоропроводы и лифты в 5-этажных домах, в некоторых двухкомнатных квартирах, за исключением торцевой секции, смежные комнаты.

Таблица 7. Основные характеристики домов серии 1-468
Table 7. The main characteristics of houses of the 1-468 series

№	Характеристика	Значение
1	Типовая серия	1-468
2	Период строительства	С 1960 по 1980 год
3	Тип дома	Панельный
4	Этажность	5, 9
5	Количество комнат в квартире	1,2,3
6	Высота жилых помещений	2,5-2,52

Таблица 8. Основные характеристики стеновой панели домов серии 1-468
Table 8. The main characteristics of the wall panel of houses of the 1-468 series

№	Характеристика	Значение
1	Конструктивное исполнение	Панели заводского изготовления
2	Материал	Ячеистый бетон М50
3	Толщина	350 мм

Таблица 9. Состав конструкции наружных стен домов серии 1-468
Table 9. The composition of the construction of the outer walls of houses of the 1-468 series

№	Материал	Плотность	Толщина слоя	Коэффициент теплопроводности
		ρ , кг/м ³	δ , м	λ , Вт/м ² · °С
1	Ячеистый бетон М50	1000	0,350	0,24

Таким образом, сопротивление теплопередаче существующих наружных стен будет равно:

$$R_0^{\text{факт}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,35}{0,24} + \frac{1}{23} = 1,62 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°С}}{\text{Вт}}$$

ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЁТ ОГРАЖДАЮЩИХ СТЕНОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ ДОМОВ СЕРИИ 1-ЛГ-600А (КОРАБЛЬ)

«Корабли» (рис.4, табл.10 – табл.12) – наиболее типичные и узнаваемые дома первой половины 1970-х годов, которые относятся к третьему после «хрущёвок» и ранних «брежневок» градостроительному поколению панельных домов. Квартиры в этих домах на сегодняшнем квартирном рынке наряду с жильём в хрущёвских пятиэтажках считаются самым доступным городским жильём.

Таблица 10. Основные характеристики домов типовой серии 1-ЛГ-600А
Table 10. The main characteristics of houses of a typical series 1-LG-600A

№	Характеристика	Значение
1	Типовая серия	1-Лг-600А
2	Период строительства	С 1969 по 1982 год
3	Тип дома	Панельный
4	Этажность	5-15
5	Количество комнат в квартире	1,2,3
6	Высота жилых помещений	2,5

Таблица 11. Основные характеристики стеновой панели домов серии 1-ЛГ-600А
Table 11. The main characteristics of the wall panel of houses of the 1-LG-600A series

№	Характеристика	Значение
1	Конструктивное исполнение	Панели заводского изготовления
2	Материал	Газобетон
3	Толщина	240 мм

Таблица 12. Состав конструкции наружных стен домов серии 1-ЛГ-600А
Table 12. The composition of the construction of the outer walls of houses of the 1-LG-600A series

№	Материал	Плотность	Толщина слоя	Коэффициент теплопроводности
		$\rho, \text{кг/м}^3$	$\delta, \text{м}$	$\lambda, \text{Вт/м}^2 \cdot \text{°C}$
1	Газобетон	1000	0,240	0,29

Таким образом, сопротивление теплопередаче существующих наружных стен будет равно:

$$R_0^{\text{факт}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,24}{0,29} + \frac{1}{23} = 0,99 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}.$$

ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЁТ ОГРАЖДАЮЩИХ СТЕНОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ ДОМОВ СЕРИИ 137

Крупнопанельные дома серии 137 (рис.5, табл.13 – табл.15) в житейском обиходе всегда считались самыми престижными и качественными из всех панельных построек.

Таблица 13. Основные характеристики домов серии 137
Table 13. The main characteristics of houses of a typical series 137

№	Характеристика	Значение
1	Типовая серия	137
2	Период строительства	С 1973 по 1995 год
3	Тип дома	Панельный
4	Этажность	9-16
5	Количество комнат в квартире	1,2,3,4,5
6	Высота жилых помещений	2,7

Таблица 14. Основные характеристики стеновой панели домов серии 137
Table 14. The main characteristics of the wall panel of houses of the 137 series

№	Характеристика	Значение
1	Конструктивное исполнение	Панели заводского изготовления
2	Материал	Газобетон
3	Толщина	285 мм

Таблица 15. Состав конструкции наружных стен домов серии 137
Table 15. The composition of the construction of the outer walls of houses of the 137 series

№	Материал	Плотность	Толщина слоя	Коэффициент теплопроводности
-	-	$\rho, \text{кг/м}^3$	$\delta, \text{м}$	$\lambda, \text{Вт/м}^2 \cdot \text{°C}$
1	Газобетон	1000	0,285	0,29

Таким образом, сопротивление теплопередаче существующих наружных стен будет равно:

$$R_0^{\text{факт}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,285}{0,29} + \frac{1}{23} = 1,14 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}.$$

ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЁТ ОГРАЖДАЮЩИХ СТЕНОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ ДОМОВ СЕРИИ 1-335

Серия 1-335 (рис.6, табл.16 – табл.18) является одной из первых общесоюзных серий. Они легко узнаваемы по большим панелям (во всю высоту), широким окнам, торцам из четырёх панелей с двумя рядами окон. Дома серии 1-335 полукаркасного типа на сегодня исчерпали надёжность конструктивной схемы и находятся в предаварийном состоянии.

Таблица 16. Основные характеристики домов серии 1-335
 Table 16. The main characteristics of houses of a typical series 1-335

№	Характеристика	Значение
1	Типовая серия	1-335
2	Период строительства	С 1956 по 1968 год
3	Тип дома	Панельный
4	Этажность	2-5
5	Количество комнат в квартире	1-3
6	Высота жилых помещений	2,55

Таблица 17. Основные характеристики стеновой панели домов серии 1-335
 Table 17. The main characteristics of the wall panel of houses of the 1-335 series

№	Характеристика	Значение
1	Конструктивное исполнение	Панели заводского изготовления
2	Материал	Шлакобетон
3	Толщина	300 мм

Таблица 18. Состав конструкции наружных стен домов серии 1-335
 Table 18. The composition of the construction of the outer walls of houses of the 1-335 series

№	Материал	Плотность	Толщина слоя	Коэффициент теплопроводности
-	-	ρ , кг/м ³	δ , м	λ , Вт/м ² · °С
1	Ячеистый бетон М50	1100	0,300	0,36

Таким образом, сопротивление теплопередаче существующих наружных стен будет равно:

$$R_{0 \text{ стены}}^{\text{факт}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,3}{0,36} + \frac{1}{23} = 0,99 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°С}}{\text{Вт}}.$$

ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЁТ ОГРАЖДАЮЩИХ СТЕНОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ ДОМОВ СЕРИИ 1-447

Типовой проект дома 1-447 (рис.7, табл.19 – табл.21) является общесоюзной серией и присутствует практически во всех районах Москвы и в большинстве других регионов. Пятиэтажные дома серии 1-447 легко узнаваемы по необлицованным внешним стенам, двум рядам окон в торцевых сторонах (в основном без балконов), а также по прямоугольной форме корпуса при отсутствии выступов и угловых секций. Модификаций данной серии очень много.

Таблица 19. Основные характеристики домов серии 1-447
 Table 19. The main characteristics of houses of a typical series 1-447

№	Характеристика	Значение
1	Типовая серия	1-447
2	Период строительства	С 1958 по 1964 год
3	Тип дома	Кирпич
4	Этажность	4-5
5	Количество комнат в квартире	1-3
6	Высота жилых помещений	2,48

Таблица 20. Основные характеристики стеновой панели домов серии 1-447
Table 20. The main characteristics of the wall panel of houses of the 1-447 series

№	Характеристика	Значение
1	Конструктивное исполнение	Кирпичные стены
2	Материал	Кирпич пустотелый
3	Толщина	380 мм

Таблица 21. Состав конструкции наружных стен домов серии 1-447
Table 21. The composition of the construction of the outer walls of houses of the 1-447 series

№	Материал	Плотность	Толщина слоя	Коэффициент теплопроводности
		ρ , кг/м ³	δ , м	λ , Вт/м ² · °С
1	Кирпич пустотелый	1100	0,380	0,3

Таким образом, сопротивление теплопередаче существующих наружных стен будет равно:

$$R_0^{\text{факт}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,38}{0,3} + \frac{1}{23} = 1,43 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°С}}{\text{Вт}}.$$

ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЁТ ОГРАЖДАЮЩИХ СТЕНОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ ДОМОВ СЕРИИ 1-528КП

Серию 1-528КП (рис.8, табл.22 – табл.24) спроектировал ЛенЗНИИЭП для северной климатической зоны, эти дома встречаются практически во всех районах Санкт-Петербурга (даже в Петроградском и Центральном), а также в пригородах (Пушкине, Павловске) и в других регионах бывшего СССР.

Таблица 22. Основные характеристики домов серии 1-528КП
Table 22. The main characteristics of houses of a typical series 1-528KP

№	Характеристика	Значение
1	Типовая серия	1-528КП
2	Период строительства	С 1957 по 1972 год
3	Тип дома	Кирпичный
4	Этажность	2-5
5	Количество комнат в квартире	1,2,3
6	Высота жилых помещений	2,7-2,8

Таблица 23. Основные характеристики стеновой панели домов серии 1-528КП
Table 23. The main characteristics of the wall panel of houses of the 1-528KP series

№	Характеристика	Значение
1	Конструктивное исполнение	Здание из кирпича
2	Материал	Кирпич силикатный
3	Толщина	510 мм

Таблица 24. Состав конструкции наружных стен домов серии 1-528КП
Table 24. The composition of the construction of the outer walls of houses of the 1-528KP series

№	Материал	Плотность	Толщина слоя	Коэффициент теплопроводности
		ρ , кг/м ³	δ , м	λ , Вт/м ² · °С
1	Кирпич пустотелый	1100	0,510	0,26

Таким образом, сопротивление теплопередаче существующих наружных стен будет равно:

$$R_0^{\text{факт}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,51}{0,26} + \frac{1}{23} = 2,12 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°С}}{\text{Вт}}.$$

ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЁТ ОГРАЖДАЮЩИХ СТЕНОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ ДОМОВ СЕРИИ 114-85

114-85 или просто 85 (рис.9, табл.25 – табл.27) - общесоюзная типовая серия многоквартирных кирпичных жилых домов в СССР. Серия была разработана ЦНИИЭП Жилища в 1969 году на основе серии 1-447С. Дома серии 85 возводились с 1974 года по середину 2000-х годов. Дома данной серии относятся к «брежневкам» позднего периода («улучшенные» или «новая планировка»).

Таблица 25. Основные характеристики домов серии 114-85
Table 25. The main characteristics of houses of a typical series 114-85

№	Характеристика	Значение
1	Типовая серия	114-85
2	Период строительства	С 1974 по 2000 год
3	Тип дома	Кирпичный
4	Этажность	5-10
5	Количество комнат в квартире	1,2,3,4
6	Высота жилых помещений	2,48

Таблица 26. Основные характеристики стеновой панели домов серии 114-85
Table 26. The main characteristics of the wall panel of houses of the 114-85 series

№	Характеристика	Значение
1	Конструктивное исполнение	Здание из кирпича
2	Материал	Кирпич силикатный
3	Толщина	510 мм

Таблица 27. Состав конструкции наружных стен домов серии 114-85
Table 27. The composition of the construction of the outer walls of houses of the 114-85series

№	Материал	Плотность ρ , кг/м ³	Толщина слоя δ , м	Коэффициент теплопроводности λ , Вт/м ² · °С
1	Кирпич силикатный	1300	0,510	0,5

Таким образом, сопротивление теплопередаче существующих наружных стен будет равно:

$$R_0^{\text{факт}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,51}{0,5} + \frac{1}{23} = 1,18 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°С}}{\text{Вт}}$$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Расход тепловой энергии напрямую зависит не только от потребления энергоресурсов потребителем, но также от качества проектирования и монтажа различных конструкций и элементов здания. Для обеспечения высокого уровня энергосбережения необходим комплексный подход к решению данной проблемы. Основными решениями, направленными на энергосбережение, являются конструктивные и архитектурные решения, закладываемые на этапе проектирования и строительства зданий.

В настоящее время в России большинство зданий по своим теплотехническим характеристикам не соответствуют современным требованиям строительной теплотехники. В зданиях старого фонда потери тепла значительны.

В табл.28 сведены результаты теплотехнического расчёта ограждающих стеновых конструкций типовых серий панельных жилых домов. Расчёты показали, что у всех серий фактическое сопротивление теплопередаче в несколько раз меньше, чем требуемое (3,08 м² · °С/Вт), что говорит о высоких теплопотерях в рассматриваемых зданиях. При этом у кирпичных зданий сопротивление теплопередаче все же выше, но все так же не соответствует современным требованиям тепловой защиты.

В связи с несоответствием теплотехническим нормам необходимо проводить мероприятия по увеличению энергетической эффективности. Основным направлением повышения энергоэффективности существующих жилых многоквартирных домов и снижения затрат на тепловую энергию является утепление ограждающих конструкций.

Таблица 28. Теплотехнические характеристики типовых серий панельных домов
 Table 28. Thermal characteristics of typical series of panel houses

Серия дома	Тип дома	Этажность	Материал стен	Толщина стены, м	Кэф-т теплопроводности материала стен, Вт/(м ² · °С)	Сопротивление теплопередаче стен, м ² · °С/Вт
1ЛГ-602	Панельный	5, 9	Керамзитобетон на кварцевом песке	0,3	0,58	0,68 ▼
1ЛГ-504	Панельный	5, 9, 10, 12	Керамзитобетон	0,4	0,36	1,27 ▼
1-468	Панельный	5, 9	Ячеистый бетон	0,35	0,24	1,62 ▼
1-ЛГ-600А	Панельный	5-15	Газобетон	0,24	0,29	0,99 ▼
137	Панельный	9-16	Газобетон	0,285	0,29	1,14 ▼
335	Панельный	2-5	Шлакобетон М100	0,3	0,36	0,99 ▼
1-447	Кирпичный	4-5	Кирпич пустотелый	0,38	0,3	1,43 ▼
1-528КП	Кирпичный	2-5	Кирпич пустотелый	0,51	0,26	2,12 ▼
114-85	Кирпичный	5-10	Кирпич силикатный	0,51	0,5	1,18 ▼

Самые большие теплотери у домов типовой серии 1-468. Отмечено превышение теплотерь в сериях 1-ЛГ-600А, 137, 1-447, 1-528КП в 4 раза. В сериях 114-85, 1ЛГ-602 превышение в два раза, в сериях 1ЛГ-504, 335 - в три.

Дальнейшие этапы исследования предполагают расчет срока окупаемости мероприятий по теплозащите, которые направлены на повышение уровня тепловой защиты за счет дополнительной теплоизоляции стен существующих зданий рассмотренных типовых серий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Давидюк А. Н., Несветаев Г.В. Крупнопанельное домостроение – важный резерв для решения жилищной проблемы в России // Строительные материалы. 2013. № 3. С. 24-25. EDN OHWLXE.
2. Денисова Е. Г., Птухина И. С. Проблемы современной застройки в историческом центре Санкт-Петербурга // Актуальные проблемы строительной отрасли и образования - 2021: Сборник докладов Второй Национальной научной конференции, Москва, 08 декабря 2021. Москва: Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, 2022. С. 817-820. EDN VYBMOA.
3. Musorina T., Gamayunova O., Petrichenko M., Soloveva E. Boundary Layer of the Wall Temperature Field // Advances in Intelligent Systems and Computing. 2020. Vol. 1116. P. 429-437. DOI 10.1007/978-3-030-37919-3_42. EDN XOQVUE.
4. Musorina T. A., Gamayunova O. S., Petrichenko M. R. Thermal regime of enclosing structures in high-rise buildings // Vestnik MGSU. 2018. Vol. 13, No. 8(119). P. 935-943. DOI 10.22227/1997-0935.2018.8.935-943. EDN XZHZN.
5. Talipova L., Shonina E., Strelets K., Lapteva S. Reconstruction of the gray belt objects based on energy efficiency clusters // E3S Web of Conferences: 2018 International Science Conference on Business Technologies for Sustainable Urban Development, SPbWOSCE 2018, St. Petersburg, 10-12 December 2018. Vol. 110. St. Petersburg: EDP Sciences, 2019. P. 01021. DOI 10.1051/e3sconf/201911001021. EDN YWTKYI.
6. Павлов М.В., Карпов Д.Ф., Гудков А.Г. Анализ результатов тепловизионного обследования гражданского здания общественного назначения // Энергосбережение и водоподготовка. 2022. № 2(136). С. 35-39. EDN PLFDQH.
7. Карпов Д.Ф., Павлов М.В. Оценка теплозащитных свойств ограждающих конструкций строительных объектов по анализу термограмм // Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. 2021. Т. 48, № 2. С. 92-102. DOI 10.21822/2073-6185-2021-48-2-92-102. EDN TMTRBG.
8. Шакирова А., Терех М. Д. Использование аэрогеля в фасадных и светопрозрачных конструкциях // Неделя науки ИСИ: сборник материалов Всероссийской конференции, Санкт-Петербург, 04-10 апреля 2022. Том Часть 1. Санкт-Петербург: ПОЛИТЕХ-ИРЕСС, 2022. С. 184-185. EDN BRYHQZ.
9. Зубарев К.П., Зобнина Ю.С. Анализ применения фазопереходных материалов для повышения энергосбережения зданий // Перспективы науки. 2022. № 10(157). С. 91-95. EDN VKPXUP.
10. Зубарев К.П., Зобнина Ю.С. Обзор энергосберегающих решений в странах с теплым климатом // Перспективы науки. 2022. № 7(154). С. 48-52. EDN QWICNU.
11. Gamayunova O., Gumerova E., Miloradova N. Smart glass as the method of improving the energy efficiency of high-rise buildings // E3S Web of Conferences, Samara, 04–08 сентября 2017. Vol. 33. Samara: EDP Sciences, 2018. P. 02046. DOI 10.1051/e3sconf/20183302046. EDN LYYGDB.

12. Вавилова А.М. Эффективность внедрения технологии "умный дом" при проектировании объекта // Неделя науки СПбПУ: материалы научной конференции с международным участием. В 3 ч., Санкт-Петербург, 18–23 ноября 2019. Том Ч. 2. Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2019. С. 23-26. EDN YPMJWR.

13. Gamayunova O., Musorina T., Ishkov A. D. Humidity Distributions in Multilayered Walls of High-rise Buildings // E3S Web of Conferences, Samara, 04-08 сентября 2017. Vol. 33. Samara: EDP Sciences, 2018. P. 02045. DOI 10.1051/e3sconf/20183302045. EDN YUMGLC.

14. Gagarin V.G., Akhmetov V.K., Zubarev K.P. Mathematical Model Using Discrete-Continuous Approach for Moisture Transfer in Enclosing Construction // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Vladivostok, 02-04 October 2018. Vol. 463, Part 2. Vladivostok: Institute of Physics Publishing, 2018. P. 022023. DOI 10.1088/1757-899X/463/2/022023. EDN LLWZOX.

15. Гамаюнова, О. С. Выбор оптимального варианта утепления жилых домов в различных климатических зонах // Строительство и техногенная безопасность. 2019. № 16(68). С. 89-97. EDN ANXMJJ.

16. Гагарин В.Г., Зубарев К.П. Математическое моделирование нестационарного влажностного режима ограждений с применением-дискретно-континуального подхода // Вестник МГСУ. 2020. Т. 15, № 2. С. 244-256. DOI 10.22227/1997-0935.2020.2.244-256. EDN LQXAWF.

17. Радаев А.Е., Гамаюнова О.С., Бардина Г.А. Использование средств оптимизационного моделирования для обоснования характеристик энергоэффективного конструктивного решения // Строительство и техногенная безопасность. 2022. № 27(79). С. 5-25. EDN EXVSFS.

18. Радаев А.Е., Гамаюнова О.С. Обоснование характеристик многослойной стеновой конструкции с использованием средств квадратичного программирования // Строительство и техногенная безопасность. 2021. № 22(74). С. 111-127. DOI 10.37279/2413-1873-2021-22-111-127. EDN ORVFEG.

19. Radaev A.E., Gamayunova O.S., Bardina G.A. Optimization of energy efficiency design characteristics for construction projects // AlfaBuild. 2021. No. 5(20). P. 2003. DOI 10.57728/ALF.20.3. EDN RZOJPY.

20. Каримова А. А., Терех М. Д. Оптимизационная модель обоснования уровня тепловой защиты зданий // Неделя науки ИСИ: Сборник материалов Всероссийской конференции, Санкт-Петербург, 04–10 апреля 2022. Том Часть 2. Санкт-Петербург: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2022. С. 391-393. EDN LLYIGL.

21. Терех М.Д., Демиденко А.К. Оптимизация уровня теплозащиты ограждающих конструкций зданий при различных критериях оптимальности // Проблемы обеспечения функционирования и развития наземной инфраструктуры комплексов систем вооружения: Материалы III Всероссийской научно-технической конференции, Санкт-Петербург, 25–26 сентября 2019. Санкт-Петербург: Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского, 2019. С. 164-168. EDN EZMPYA.

22. Гаевская З.А., Вафаева Х.М. Энергомоделирование в проектах реконструкции объектов культурного наследия // Наука молодых - будущее России: сборник научных статей 6-й Международной научной конференции перспективных разработок молодых ученых, Курск, 09–10 декабря 2021. Том 4. Курск: Юго-Западный государственный университет, 2021. С. 201-204. EDN NVWZOA.

ОБ АВТОРАХ

Иван Юрьевич Воронов – студент. Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого (СПбПУ). 195251, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д.29. E-mail: voronov.iyu@edu.spbstu.ru

ABOUT THE AUTHORS

Ivan Yu. Voronov – student. Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University (SPbPU). 195251, Russia, St.Petersburg, Polytechnicheskaya st., 29. E-mail: voronov.iyu@edu.spbstu.ru