

УДК 69.032.21

## АНАЛИЗ РАЦИОНАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ НАРУЖНЫХ СТЕН ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ КУЗБАССА

Фокт А. С., Славинская А. А., студенты гр. СПб-171, II курс, Кузнецов И. В.,  
к.т.н., заведующий кафедрой СКВиВ  
Кузбасский государственный технический университет  
имени Т.Ф. Горбачева

Стандартные пяти- и девятиэтажные жилые здания воздвигались до сегодняшнего дня по устаревшим нормам с теплотехническими показателями конструкций, не отвечающими современным требованиям. Вопрос расхода энергопотребления на поддержание микроклимата в домах приобретает особую актуальность для регионов с экстремальными климатическими условиями. В современном строительстве жилых домов также существуют проблемы теплоизоляции несущих стен [4].

В связи с этим актуальным является решение задачи повышения теплозащиты жилого сооружения при сохранении в нем комфортных условий и повышении энергопоказателей за счет реконструкции существующих пятиэтажных домов и создания благоприятного микроклимата в новых строящихся домах. При реконструкции и модернизации зданий различных фондов следует руководствоваться СНиП 31-03-2003 «Здания жилые многоквартирные» [1].

Цель работы – провести анализ взаимосвязи энергетических показателей реконструкции и строительства жилых зданий и климатических условий.

Жилой фонд г. Кемерово на 2017 год составляет 2695 домов, общей площадью 13 625 238 м<sup>2</sup> (рис. 1).

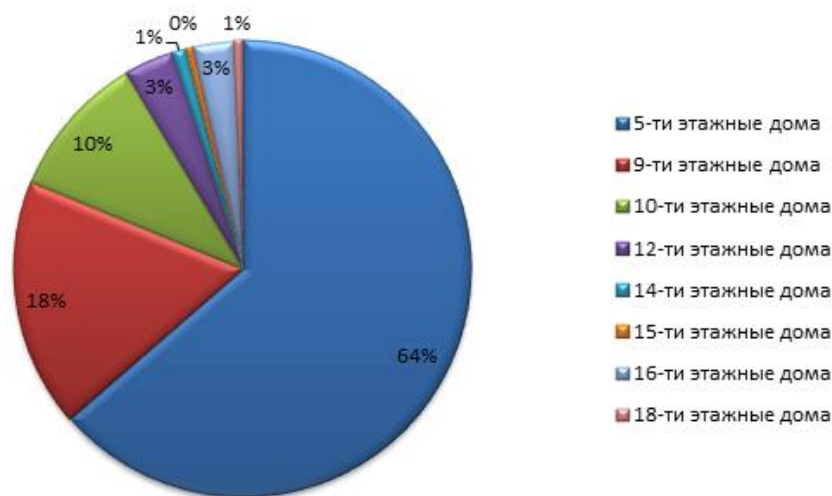


Рис 1. Жилой фонд г. Кемерово по этажности зданий

На 1 января 2018г. общая площадь жилого фонда области увеличилась за год на 1,1%. В среднем в 2017г. на одного жителя приходилось 24,6 м<sup>2</sup> жилых помещений (в 2016г. – 24,3 м<sup>2</sup>) [5].

Строительство в нашем городе развивается. За последние три года построено 80 многоэтажных домов: в 2015 г. 33 дома этажностью 9-22, в 2016 г. 33 дома этажностью 9-19; в 2017 г. 14 домов этажностью 9-18.

При этом в основном используют нетиповые планировочные решения (не серийные). Дома обладают высоким классом энергетической эффективности С.

Рассматривая анализ жилого фонда, о котором было сказано ранее, можно сделать вывод, что в Кузбассе преобладают пятиэтажные дома. Двухкомнатная «хрущевка» является наиболее распространенной планировкой в пятиэтажном доме, которая нуждается в дополнительной теплоизоляции.

Попробуем установить взаимосвязь между теплопотерями и этажностью здания.

Рассмотрим два примера:

1. Угловая двухкомнатная хрущевка на первом этаже; площадь квартиры  $S_{кв} = 43,5 \text{ м}^2$ ; Периметр квартиры  $P = 5,5 + 7,9 = 13,4 \text{ м}$ ; высота потолка  $H = 2,5 \text{ м}$ ; наружных стены – две; материал и толщина наружных стен – 2 кирпичные кладки в 54 см; кол-во окон  $w = 4$ : 2 – 1,824 м<sup>2</sup>; 1 – 1,748 м<sup>2</sup>; 1 – 2,964 м<sup>2</sup> с двойным остеклением; полы деревянные утепленные, снизу подвал; наружная температура -30 °С; требуемая температура помещения +20 °С.

2. Центральная двухкомнатная хрущевка на пятом этаже:  $S_{кв} = 43,5 \text{ м}^2$ ; периметр квартиры  $P = 5,5 + 7,9 = 13,4 \text{ м}$ ; высота потолка  $H = 2,5 \text{ м}$ ; наружных стены – одна; материал и толщина наружных стен – 2 кирпичные кладки в 54 см; кол-во окон  $w = 3$ : 1 – 1,824 м<sup>2</sup>; 2 – 1,748 м<sup>2</sup> с двойным остеклением; балкон незастекленный; дверь – 1,4 м<sup>2</sup>, окно – 1,9 м<sup>2</sup>; крыша – шифер, сплошная обрешетка, 10 см минеральной ваты/керамзит; наружная температура -30 °С; требуемая температура помещения +20 °С.

Площадь наружных стен без окон рассчитывается по формуле

$$S_{ст} = PH - S_{ок}. \quad (1)$$

Площадь окон определялась как

$$S_{ок} = w_i b_i h_i. \quad (2)$$

Площадь пола/потолка принималась равной площади квартиры. Расчет теплопотерь квартир представлен в таблице 1.

Табл. 1. Сводный расчет теплопотерь квартир

	Q <sub>стен</sub> , Вт	Q <sub>окон</sub> , кВт	Q <sub>пола</sub> , кВт	Q <sub>потолка</sub> , кВт	Q <sub>общ</sub> , кВт
1 квартира	2614,56	1088,1	1131	-	2221,71
2 квартира	1171,9	927,72	-	1065,75	1994,64

Из данных расчетов следует, что теплопотери квартиры одинаковой планировки не зависят от этажности. Основные теплопотери зависят от количества балконов и окон в квартире[6]. И так как первая квартира рассматривалась угловая, то есть больше наружных и стен, и окон/балконов, то и теплопотери в данном случае получились немного выше.

Для зданий серии 105-ой стены возведены из керамзитобетонных однослойных панелей толщиной 300 мм, а для зданий серии 155-ой стены кирпичные толщиной 420 мм. Эти здания не отвечают современным нормативным требованиям и нуждаются в комплексной реконструкции и модернизации [2].

В связи с этим был выполнен расчет рекомендуемой стены, который заключается в том, чтобы высчитать оптимальную толщину эффективного утеплителя  $\delta$  и остальных слоев[3]. Но для начала нужно рассмотреть несколько характеристик. Одна из наиболее важных характеристик, сумма всех сопротивлений, определяется по формуле

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_{int}} + R + \frac{1}{\alpha_{ext}}, \quad (3)$$

где  $\alpha_{int}$  и  $\alpha_{ext}$  – коэффициенты тепловосприятия и теплообмена, Вт/(м $\cdot$ °C); R – термическое сопротивление всех конструктивных слоев, (м $\cdot$ °C)/Вт.

В теплофизических расчетах гладких ограждающих конструкций отапливаемых зданий коэффициенты тепловосприятия и теплообмена принимаются равными  $\alpha_{int} = 8,7$ ,  $\alpha_{ext} = 23$ .

В свою очередь термическое сопротивление определяется по формуле

$$R = \sum R_i = \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{\delta_i}{\lambda_i}, \quad (4)$$

где  $\delta$  – толщина конструктивного слоя, м;  $\lambda$  – коэффициент теплопроводности материала слоя, Вт/(м $\cdot$ °C).

Для того чтобы узнать толщину эффективного утеплителя, рассчитывают рекомендуемое термическое сопротивление ограждающей конструкции:

$$R_{req} = az_{ht}(t_{int} - t_{ht}) + b, \quad (5)$$

где  $t_{int}$  – расчетная средняя температура внутреннего воздуха, °C;  $t_{ht}$  – средняя температура наружного воздуха, °C;  $z_{ht}$  – продолжительность, сут.

В таблице 2 представлены результаты расчета структуры рекомендуемой стены.

Табл. 2. Перечень материалов и их характеристики в рекомендуемой стене

№	Наименование материала	$\gamma, \text{кг/м}^3$	$\delta, \text{м}$	$\lambda, \text{Вт/м}^\circ\text{C}$
1	ЦПР (цементно-песчаный раствор)	1800	0,02	0,76
2	Кирпич глиняный обыкновенный ГОСТ 530 на ЦПР	1800	0,38	0,7
3	Пенополистирол ГОСТ 15588-70*	40	0,11	0,041
4	Кирпич керамический пустотный плотностью 1 300 кг/м3 (брутто) на ЦПР	1400	0,12	0,52

Из табл. 2 видно, что общая толщина стены не должна превышать 0,64 м, т.к. общее термическое сопротивление должно быть не меньше рекомендуемого термического сопротивления ограждающей конструкции.

Анализ жилого фонда Кузбасса показал, что в гражданских строениях преобладают пятиэтажные дома, требующие дополнительного утепления стен. На этапе строительства многоэтажных жилых зданий рекомендуется устанавливать наружные стены следующей структуры: 0,02 м цементно-песчаного раствора, далее 0,38 м кирпича глиняного, потом 0,11 м пенополистирола и 0,12 м кирпича керамического. Использование подобных стен позволит существенно сократить энергопотери жилых помещений.

### Список литературы

1. СНиП 31-03-2003. «Здания жилые многоквартирные».
2. Афанасьев А. А., Матвеев Е. П. Реконструкция жилых зданий [Текст] : учебное пособие для студентов направления 270100 "Строительство" / А. А. Афанасьев, Е. П. Матвеев. - М. : ОАО "ЦПП", 2008 - . Часть 2. Технологии реконструкции жилых зданий и застройки. Основные положения технологии и организации реконструкции зданий . - С .103
3. СНиП II-3-79\* Строительная теплотехника.
4. Гагарин В.Г. Теплофизические проблемы современных стеновых ограждающих конструкций многоэтажных зданий / В. Г. Гагарин // Academia. Архитектура и строительство. – 2009. – №5. – С. 297 – 305
5. Электронный ресурс: <http://dom.mingkh.ru/kemerovskaya-oblast/kemerovo/>
6. Малявина Е.Г. Теплопотери здания: справ. пособие. – М.: АВОК-ПРЕСС, 2007. – 138 с.