

*к.т.н. Долголаптев В.М.,
к.т.н. Симонова И.М.,
Симонов С.И.
(ДонГТУ, г. Алчевск, Украина)*

ТЕПЛОПТЕРИ ЧЕРЕЗ ОГРАЖДАЮЩИЕ КОНСТРУКЦИИ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ ПЕРВЫХ МАССОВЫХ СЕРИЙ

У статті наведений аналіз і визначення структури тепловтрат, що обгороджують конструкцій будинку на прикладі великопанельного житлового будинку серії І-408А. Аналіз проводився шляхом теоретичних і експериментальних досліджень теплотехнічних якостей існуючого житлового фонду. Описаний основний метод експериментального дослідження - метод тепловізійної зйомки. Визначені завдання подальших досліджень.

Ключові слова: *енергозбереження, тепловтрати, тепловізійна зйомка.*

В статье приведен анализ и определение структуры теплопотерь ограждающих конструкций здания на примере крупнопанельного жилого дома серии І-408А. Анализ проводился путем теоретических и экспериментальных исследований теплотехнических качеств существующего жилого фонда. Описан основной метод экспериментального исследования – метод тепловизионной съемки. Определены задачи дальнейших исследований.

Ключевые слова: *энергосбережение, теплопотери, тепловизионная съемка.*

Украина ежегодно потребляет около 210 млн. тонн усл. топливно-энергетических ресурсов (ТЭР). Значительная доля энергопотребления приходится на жилищно-коммунальный сектор. Каждое новое здание - это и новый потребитель энергоресурсов и дополнительные затраты государства на теплоснабжение, так как население оплачивает лишь часть себестоимости тепловой и электрической энергии. Следует отметить, что уже имеющийся жилой сектор потребляет около 40% топливно-энергетических ресурсов (ТЭР), поставляемых, в основном, из-за рубежа поэтому для Украины особенно актуально снижение затрат на теплоснабжение - это снижение себестоимости ТЭР от внешних поставщиков [1]. Наиболее эффективный путь экономии

топливно-энергетических ресурсов – повышение теплозащиты зданий и сооружений, так как на теплоснабжение гражданских зданий расходуется значительная часть дорогостоящего твердого и газообразного топлива.

В настоящее время вышел целый комплекс нормативных документов по проектированию современных зданий и сооружений, направленных на экономию тепловой энергии, согласно которым должны проектироваться современные здания и сооружения. Эти нормы не только в несколько раз увеличили требуемые сопротивления теплопередачи современных ограждающих конструкций, закрепили правила проектирования ограждений, но и предусматривают введение новых показателей энергетической эффективности зданий – удельного расхода тепловой энергии на отопление за отопительный период с учетом инфильтрации, теплопоступлений и ориентации здания по сторонам света, устанавливают их классификацию по показателям энергетической эффективности [2].

Однако для решения проблемы нерационального расходования тепла явно недостаточно разработки и усовершенствования строительной нормативной базы, необходимо также проведение тщательных обследований зданий на предмет выполнения этих норм. Это особенно актуально, так как предварительные исследования показывают, что сверхнормативно теряется до 40% энергии, расходуемой на отопление зданий [1]. Однако анализ самой структуры теплопотерь существующего жилого фонда первых массовых серий до сих пор недостаточно изучен. Одним из необходимых этапов работ на этом пути является проведение теплового контроля и определение фактических теплотехнических характеристик строительных конструкций в условиях их эксплуатации.

К настоящему времени остается нерешенной проблема структуры теплопотерь для жилых зданий многих массовых серий, в частности тех, которые широко использовались при застройке жилых кварталов г. Алчевска и других населенных пунктов Луганской области. В результате теплоизоляция зданий ведется зачастую по наитию, без четкого представления о конечных результатах работы.

Целью исследования является определение структуры теплопотерь за отопительный период в жилых зданиях серий 1-480А, 1-480-34, 1-121. Для достижения указанной цели на протяжении последних трех лет авторами были проведены экспериментальные и теоретические исследования теплотехнических качеств существующего жилого фонда.

Экспериментальные исследования основывались на методе тепловизионной съемки здания. Объектом испытаний были элементы на-

ружных стен (стыки, оконные откосы и др.), а также внутренние конструкции зданий. Натурные обследования проводились при отрицательных температурах наружного воздуха, при отсутствии солнечного облучения, атмосферных осадков, тумана и других подобных явлений. Термографирование проводилось последовательно по намеченным участкам с покадровой записью термограмм в компьютер и одновременным измерением и фиксацией температур реперных участков. Тепловизионная регистрация температурных полей поверхности ограждающих конструкций производилась с учетом излучательной способности обследуемой поверхности.

Теоретические исследования были направлены на определение теплопотерь ограждающих конструкций двухподъездной девятиэтажной секции крупнопанельного жилого дома серии 1-480А. Здание имеет холодный чердак. В подвале проходят трубопроводы отопления и горячего водоснабжения (на сегодняшний день отсутствует). Подъезд неотапливаемый (система отопления демонтирована).

Расчетная температура воздуха внутри помещений принята согласно требованиям ДНБ В.2.6.-31:2006 «Тепловая изоляция зданий», расчетная температура воздуха внутри помещений неотапливаемого подъезда и подвала соответствует результатам натурных наблюдений в зимний период 2008/2009 и 2009/2010 гг.

Количество градусо-суток отопительного периода для I температурной зоны составляет $D_d = 3750^{\circ}\text{C}\cdot\text{суток}$. Согласно СНиП 2.01.01-82 «Строительная климатология и геофизика» для г.Луганска количество дней с температурой окружающей среды $t_3 < 8^{\circ}\text{C}$ составляет 180 суток, а средняя температура окружающей среды за этот период $t_3 = -1,6^{\circ}\text{C}$. Приведенное сопротивление теплопередачи ограждающих конструкций и теплопотери рассчитывались в соответствии с требованиями ДБН В.2.6-31:2006 с учетом теплопроводных включений в стыках и теплопотерь через внутренние стены здания, которые граничат с неотапливаемым подъездом. Результаты расчетов приведены в таблицах 1 и 2.

Из полученных результатов видно, что наибольшие теплопотери в здании происходят через оконные и балконные блоки (соответственно 15,68% и 15,33%). Значительно увеличивает теплопотери тот факт, что подъезд не отапливается. Это приводит к тому, что 33,22% всех теплопотерь приходится на внутренние стены и входные двери в квартиру. Через каждую внутреннюю стеновую панель за отопительный сезон теряется от 1035 до 1692 кВт·час тепла, что больше, чем через любую другую ограждающую конструкцию. Это объясняется тем, что внутренние стеновые панели выполнены из железобетона, имеющего высокую теплопроводность $\lambda_A = 1,92 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$.

Таблица 1 -Теплопотери ограждающих конструкций двухподъездной
 девятиэтажной секции крупнопанельного жилого дома
 серии 1-480А

№ п/п	Тип ограждающей конструкции	Ед. изм.	Кол-во конструкций		Теплопотери за отопительный сезон, кВт·час			Доля в общих те- плов потерях, %
			на один этаж	на сек- цию	на ед. изм.	на один этаж	на сек- цию	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Наружная панель с проемом для балкон- ного блока	шт	8	72	480	3840		5,87%
2	Наружная стеновая панель с проемом для оконного блока ОС 15-13,5	шт	14	126	590	8260		12,63%
3	Фасадная наружная стеновая панель с проемом для оконно- го блока ОС 15-21	шт	2	18	709	1418	12762	2,17%
4	Глухая фасадная на- ружная стеновая па- нель	шт	2	18	787	1574	14166	2,41%
5	Глухая торцевая на- ружная стеновая па- нель - тип 1	шт	2	18	753	1506	13554	2,30%
6	Торцевая наружная стеновая панель с проемом для окон- ного блока ОС 15-13,5	шт	2	18	366	732	6588	1,12%
7	Глухая торцевая на- ружная стеновая па- нель - тип 2	шт	2	18	564	1128	10152	1,73%
8	Торцевая наружная стеновая панель с проемом для балкон- ного блока	шт	2	18	429	858	7722	1,31%
9	Внутренняя вентиля- ционная стеновая па- нель, которая грани- чит с неотапливаем- ым подъездом	шт	4	36	1364	5456	49104	8,35%

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	Внутренняя стеновая электропанель, которая граничит с неотапливаемым подъездом	шт	4	36	569	2276	20484	3,48%
11	Продольная внутренняя стеновая панель, которая граничит с неотапливаемым подъездом	шт	2	18	1692	3384	30456	5,18%
12	Продольная внутренняя стеновая панель, которая граничит с неотапливаемым подъездом и имеет проем для дверного блока	шт	8	72	1035	8280	74520	12,67%
13	Деревянные входные двери в квартиру	шт	8	72	290	2320	20880	3,55%
14	Балконный блок в целом (прозрачная и непрозрачная части с учетом теплопотерь через стыки)	шт	10	90	1002	10020	90180	15,33%
15	Оконный блок ОС 15-13,5 в целом (прозрачная и непрозрачная части с учетом теплопотерь через стыки)	шт	14	126	605	8470	76230	12,96%
16	Оконный блок ОС 15-21 в целом (прозрачная и непрозрачная части с учетом теплопотерь через стыки)	шт	2	18	889	1778	16002	2,72%
17	Плиты перекрытия над подвалом	м ²		430	36,8	0	15824	2,69%
18	Плиты перекрытия над девятым этажом	м ²		430	48,5	0	20855	3,54%
	ВСЕГО					61300	588379	100

Таблица 2 - Теплопотери двухподъездной девятиэтажной секции крупнопанельного жилого дома серии 1-480А

№ п/п	Наименование элемента секции	Общая площадь, м ²	Теплопотери за отопительный сезон, кВт·час (% от общих теплопотерь)							Удельные теплопотери за отопительный период, кВт·час/м ²
			через наружные стены	через внутренние стены и двери в квартиру	через балконные блоки	через оконные блоки	через перекрытие над подвалом	через перекрытие над девятым этажом	Всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Секция в целом	3870	173844 29,55%	195444 33,22%	90180 15,33%	92232 15,68%	15824 2,69%	20855 3,54%	588379 100,00%	152
2	Угловая двухкомнатная квартира первого этажа	49,9	2762 30,60%	1610 17,84%	1002 11,10%	1815 20,11%	1836 20,34%	0 0,00%	9025 100,00%	181
3	То же, имеющая внутреннюю вентиляционную панель, граничащую с неотапливаемым подъездом	49,9	2762 26,59%	2974 28,63%	1002 9,64%	1815 17,47%	1836 17,67%	0 0,00%	10389 100,00%	208
4	Угловая двухкомнатная квартира среднего этажа	49,9	2762 38,42%	1610 22,40%	1002 13,94%	1815 25,25%	0 0,00%	0 0,00%	7189 100,00%	144

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
5	То же, имеющая внутреннюю вентиляционную панель, граничащую с неотапливаемым подъездом	49,9	2762	2974	1002	1815	0	0	8553	171
			32,29%	34,77%	11,72%	21,22%	0,00%	0,00%	100,00%	
			17,92%	24,90%	16,78%	20,26%	20,15%	0,00%	100,00%	
6	Угловая двухкомнатная квартира девятого этажа	49,9	2762	1610	1002	1815	0	2420	9609	193
			28,74%	16,76%	10,43%	18,89%	0,00%	25,18%	100,00%	
7	То же, имеющая внутреннюю вентиляционную панель, граничащую с неотапливаемым подъездом	49,9	2762	2974	1002	1815	0	2420	10973	220
			25,17%	27,10%	9,13%	16,54%	0,00%	22,05%	100,00%	
8	Неугловая двухкомнатная квартира первого этажа	49,8	1779	3302	1002	1494	1800	0	9377	188
			18,97%	35,21%	10,69%	15,93%	19,20%	0,00%	100,00%	
9	Неугловая двухкомнатная квартира среднего этажа	49,8	1779	3302	1002	1494	0	0	7577	152
			23,48%	43,58%	13,22%	19,72%	0,00%	0,00%	100,00%	
10	Неугловая двухкомнатная квартира девятого этажа	49,8	1779	3302	1002	1494	0	2415	9992	201
			17,80%	33,05%	10,03%	14,95%	0,00%	24,17%	100,00%	
11	Неугловая трехкомнатная квартира первого этажа	65,4	2140	2974	2004	2420	2407	0	11945	183
			17,92%	24,90%	16,78%	20,26%	20,15%	0,00%	100,00%	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
12	Неугловая трехкомнатная квартира среднего этажа	65,4	2140 22,44%	2974 31,18%	2004 21,01%	2420 25,37%	0 0,00%	0 0,00%	9538 100,00%	146
13	Неугловая трехкомнатная квартира девятого этажа	65,4	2140 16,84%	2974 23,40%	2004 15,77%	2420 19,04%	0 0,00%	3172 24,96%	12710 100,00%	194
14	Угловая трехкомнатная квартира первого этажа с глухими торцевыми стенами	65,4	4774	2974	2004	2420	2407	0	14579	223
			32,75%	20,40%	13,75%	16,60%	16,51%	0,00%	100,00%	
15	То же, среднего этажа	65,4	4774 39,22%	2974 24,43%	2004 16,46%	2420 19,88%	0 0,00%	0 0,00%	12172 100,00%	186
16	То же, девятого этажа	65,4	4774 31,11%	2974 19,38%	2004 13,06%	2420 15,77%	0 0,00%	3172 20,67%	15344 100,00%	235
17	Неугловая однокомнатная квартира первого этажа	30,5	1070 17,79%	1610 26,77%	1002 16,66%	1210 20,12%	1122 18,66%	0 0,00%	6014 100,00%	197
18	То же, среднего этажа	30,5	1070 21,87%	1610 32,91%	1002 20,48%	1210 24,73%	0 0,00%	0 0,00%	4892 100,00%	160
19	То же, девятого этажа	30,5	1070 16,79%	1610 25,27%	1002 15,73%	1210 18,99%	0 0,00%	1479 23,21%	6371 100,00%	209

Расчетные удельные теплотери на отопление здания за отопительный период составляют $152 \text{ кВт}\cdot\text{час}/\text{м}^2$, что превышает максимально допустимое значение для такого здания $79 \text{ кВт}\cdot\text{час}/\text{м}^2$, установленного ДБН В.2.6-31:2006 (таблица 4). Следует отметить, что внутри одного дома удельные теплотери существенно отличаются для разных квартир. Так, в исследуемой секции наибольшие удельные теплотери наблюдаются в угловой трехкомнатной квартире девятого этажа с глухими торцевыми стенами - $235 \text{ кВт}\cdot\text{час}/\text{м}^2$, а наименьшие в неугловой трехкомнатной квартире среднего этажа - $146 \text{ кВт}\cdot\text{час}/\text{м}^2$. Угловая двухкомнатная квартира среднего этажа имеет практически такой же показатель - $144 \text{ кВт}\cdot\text{час}/\text{м}^2$, что объясняется относительно небольшой площадью стен, граничащих с неотапливаемым подъездом. В то же время, анализируя теплотери по помещениям данной квартиры видно, что 44% ($3189 \text{ кВт}\cdot\text{час}$) всех теплотерь квартиры приходится на угловую комнату площадью $17,2 \text{ м}^2$, что дает удельные теплотери для данной комнаты $3189/17,2=185 \text{ кВт}\cdot\text{час}/\text{м}^2$. Наибольшие же потери тепла через ограждающие конструкции жилых помещений происходят в угловой комнате площадью $17,2 \text{ м}^2$ двухкомнатной квартиры девятого этажа - $4023 \text{ кВт}\cdot\text{час}$, что в пересчете на удельные теплотери составляет $4023/17,2 = 234 \text{ кВт}\cdot\text{час}/\text{м}^2$. Наименьшие удельные теплотери - в спальне среднего этажа, имеющей всего одну наружную стену при отсутствии общих стен с подъездом - $115 \text{ кВт}\cdot\text{час}/\text{м}^2$.

Обращают внимание огромные удельные теплотери (рассчитанные на 1 м^2 помещения) в кухнях и санузлах, примыкающих к внутренней вентиляционной панели, особенно на девятом этаже - $314 \text{ кВт}\cdot\text{час}/\text{м}^2$ (кухня); $327 \text{ кВт}\cdot\text{час}/\text{м}^2$ (туалет); $525 \text{ кВт}\cdot\text{час}/\text{м}^2$ (ванная комната). Только относительно небольшая площадь этих помещений и наличие значительных бытовых теплопоступлений на кухне несколько сглаживает негативный эффект в масштабах всей квартиры.

Проведенные исследования позволяют определить наиболее слабые в теплотехническом отношении места как для здания в целом, так и для отдельной квартиры и даже внутри квартиры для конкретных помещений.

В целом можно сделать вывод о том, что наибольший резерв в снижении теплотерь здания следует искать в повышении температуры в подъезде в отапливаемый период (повышение средней температуры в подъезде за отопительный сезон всего на 1°C уменьшает теплотери через внутренние стены примерно на 9%). В то же время, даже полное отсутствие этих теплотерь не позволит обеспечить современные нормативные значения удельных теплотерь. Поэтому наряду с повышением температуры в подъездах (либо утеплением внутренних

стен, примыкающих к неотапливаемому подъезду), следует осуществлять замену балконных и оконных блоков на энергоэффективные, выбирать рациональную систему утепления фасадов. При проектировании теплоизоляции отдельной квартиры следует предварительно изучить структуру теплопотерь по помещениям квартиры и по видам теплопотерь (через окна, балкон, наружные и внутренние стены, двери).

Отметим, что для определения расчетных затрат тепловой энергии на отопление здания на протяжении отопительного сезона следует учесть дополнительные теплопотери, связанные с ориентацией ограждений по сторонам света, поступлением холодного воздуха через входы, теплопотери за счет инфильтрации и вентиляции. Также следует учесть бытовые теплопоступления и тепловые поступления через окна от солнечной радиации на протяжении отопительного периода. Учет этих факторов находится в стадии разработки и является предметом дальнейших исследований авторов, также как и определение структуры теплопотерь за отопительный период в жилых зданиях серий 1-480-34, 1-121. В то же время, уже имеющиеся данные позволяют более грамотно подходить к вопросам теплоизоляции зданий первых массовых серий.

Дальнейшие исследования авторов направлены на выпуск рекомендаций по определению теплопотерь жилых зданий массовых серий при их реконструкции.

Библиографический список

1. *Матросов Ю.А. Новые государственные нормы Украины «Тепловая изоляция зданий» / Ю.А. Матросов, Г.Г. Фаренюк // Научно-технический и производственный журнал. Жилищное строительство. 2007.- №11. - С. 8-12.*

2. *Теплова ізоляція будівель: ДБН В.2.6-31:2006. – [На заміну СНиП II-3-79]. – Київ.: Міністерство будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України, 2006. – 70 с.*

Рекомендовано к печати д.т.н., проф. Должиковым П.Н.