

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Архитектурно-строительный институт

(наименование института полностью)

Кафедра «Промышленное, гражданское строительство и городское хозяйство»

(наименование кафедры)

08.04.01 Строительство

(код и наименование направления подготовки, специальности)

«Техническая эксплуатация и реконструкция зданий и сооружений»

(направленность (профиль))

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

на тему: «Исследование параметров энергосбережения и комфортного микроклимата в жилых домах»

Студент

Папилин А.Е.

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Научный

Ерышев В.А.

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

руководитель

Руководитель программы

д.т.н., доцент, В.А. Ерышев

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

(личная подпись)

« _____ » _____ 20 ____ г.

Допустить к защите

Заведующий кафедрой ПГСигХ

к.т.н., доцент, Д.С. Гошин

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

(личная подпись)

« _____ » _____ 20 ____ г.

Тольятти 2018

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
Глава 1 Влияние наружных ограждающих конструкций здания на микроклимат помещений.....	6
1.1 Основные параметры микроклимата жилых помещений.....	6
1.2 Воздушный режим в помещениях жилого дома.....	14
1.3 Влажностный режим в помещениях жилого дома.....	22
1.4 Тепловой режим ограждающих конструкций.....	25
Глава 2 Влияние износа элементов ограждающих конструкций на параметры микроклимата помещений.....	28
2.1 Определение физического и морального износов жилых домов..	28
2.2 Проведение термографического обследования жилых домов, расположенных в городе Гольятти.....	34
2.3 Анализ износа здания и изменения эксплуатационных свойств ограждений.....	42
2.4 Влияние старения ограждающих конструкций на влажность воздуха в помещении.....	53
2.5 Изменение температуры внутреннего воздуха и внутренних поверхностей ограждающих конструкций в результате износа здания.....	57
Глава 3 Создание оптимального баланса между энергосбережением и комфортным микроклиматом в многоквартирных домах.....	65
3.1 Основные способы энергосбережения в домах с учетом повышения микроклимата в жилых помещениях.....	65

3.2 Влияние теплозащитных параметров ограждений на теплопотребление жилого дома.....	67
--	----

3.3 Определение температуры начала отопительного периода для поддержания комфортного микроклимата в жилых домах.....	70
--	----

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	75
-----------------	----

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ.....	77
------------------------	----

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы диссертации. На микроклимат помещений в многоквартирных домах сильное влияние оказывают наружные ограждающие конструкции. Постепенно в результате развития износа ограждающих конструкций жилых домов происходит нарушение внутреннего микроклимата помещений и возникает ощущение дискомфорта у людей. Отклонение параметров внутренней среды в худшую сторону наблюдается практически во всех жилых домах старой постройки, в которых постоянно управляющие компании выполняют текущие ремонты. В процессе эксплуатации объектов недвижимости происходит постепенный износ ограждающих конструкций и инженерного оборудования, в связи с чем возникают трещины в элементах конструкции, происходит уменьшение теплозащитных характеристик ограждений, повышается их влажность и воздухопроницаемость.

В результате деструкционных процессов, возникающих в ограждающих конструкциях, из строительных материалов в окружающую среду поступают для жизнедеятельности человека вещества. Повышенная теплопроводность влияет на тепловой режим помещения и требует на его нагревание дополнительных затрат. При повышении влажности материала на внутренних поверхностях ограждающих конструкций появляется

плесень и грибок. В настоящее время в связи с повышением требований комфортности жилых домов возникает необходимость в правильном прогнозировании отрицательного влияния износа здания, а именно ограждающих конструкций, на собственников помещений.

Проанализировав существующую литературу были сделаны выводы, что закономерности изменения микроклимата в жилых помещениях от износа ограждающих конструкций недостаточно исследованы, в связи с чем требуется выявить зависимость изменения внутренней среды помещений (параметров микроклимата) от развития износа их элементов.

Таким образом, исследование параметров энергосбережения и комфортного микроклимата в жилых домах в настоящее время является актуальной задачей.

Цель работы - создание оптимального баланса между энергосбережением и комфортным микроклиматом в многоквартирных жилых домах.

Задачи диссертации:

1. Выявить причины изменения параметров внутренней среды помещений на основе экспериментальных данных технического состояния жилых домов города Тольятти и оценкой их изменения в зависимости от износа ограждающих конструкций здания.

2. Определить теплопотребление здания в зависимости от толщины утеплителя.

3. Определить температуру начала отопительного периода для поддержания оптимальных и допустимых параметров микроклимата в жилых помещениях в переходный период года.

4. Проанализировать полученные данные и разработать предложения для создания оптимального баланса между энергосбережением и комфортным микроклиматом в жилых домах.

Научная новизна диссертации.

- определены влияние физического износа ограждающих конструкций на микроклимат помещений жилых зданий;

- установлено, что на теплотребление здания сильное влияние оказывают теплозащитные свойства наружных ограждающих конструкций, которые были подобраны на стадии проектирования с учетом рентабельности принятых мероприятий.

- определена температура начала отопительного периода для поддержания комфортного микроклимата в многоквартирных домах (МКД).

Практическая значимость работы. Разработаны предложения по созданию оптимального баланса между энергосбережением и комфортным микроклиматом в жилых домах.

Методы исследований. В процессе работы были применены теоретические и экспериментальные данные, полученные в результате проведенных обследований технического состояния наружных ограждающих конструкций и выполненных замеров параметров микроклимата в жилых помещениях многоквартирных домов.

Структура и объем работы. Магистерская диссертация состоит из введения, трех глав, заключения и списка литературы. Работа изложена на 80 страницах, включая 26 рисунков и 15 таблиц.

Глава 1 Влияние наружных ограждающих конструкций здания на микроклимат помещений

1.1 Основные параметры микроклимата жилых помещений

На здоровье человека и его работоспособность существенное влияние оказывает состояние воздушной среды в жилых помещениях многоквартирных домов. К основным параметрам микроклимата данных помещений относятся: температура ($t_{в}$), скорость движения (v) и влажность воздуха (ϕ), а также температура ограждающих стен внутри помещения ($\tau_{пов}$). Внутри жилых помещений формируется воздушно-тепловой режим под воздействием различных факторов, таких как погодные метеоусловия, выбранного при проектировании материала ограждающих конструкций с определенными характеристиками, значений воздухообмена и др.

В гражданских зданиях помещения разбиты на категории с определенным уровнем комфорта, для каждого из которых существуют соответствующие параметры микроклимата. Понятие теплового комфорта согласно гигиенического состояния воздушной среды в жилых помещениях [2] можно описать как, некоторые метеорологические условия, которые обеспечивают должный уровень физиологических функций человека (например, терморегуляторные). При нарушении

нормального для человека теплового состояния микроклиматические условия называют дискомфортными.

Обслуживаемой зоной называется определенная часть помещения многоквартирного дома высотой до 2м, в котором постоянно находятся и перемещаются люди. В данной зоне выделяются два типа метеорологических условий: оптимальные и допустимые [3,4].

В таблице 1.1 приведены показатели допустимых и оптимальных параметров внутренней среды жилых помещений в различные периоды года [5].

Таблица 1.1 - Оптимальные и допустимые параметры микроклимата

Период года	Параметры микроклимата жилых помещений					
	Оптимальные			Допустимые		
	$t_{\text{возд}}$, °С	Скорость движения воздуха, м/с, не более	Относительная влажность воздуха, %	$t_{\text{возд}}$, °С	Скорость движения воздуха, м/с, не более	Относительная влажность воздуха, %
Теплый	22-25	0,2	60-30	20-28	0,3	65
Холодный	20-22	0,15	45-30	18-24	0,2	60

Оптимальные условия – это сочетание параметров микроклимата, при длительном воздействии на человека которое обеспечивает нормальное состояние его организма (комфорт ощущают не менее 80% людей). Допустимые - сочетание параметров микроклимата, при длительном воздействии на человека которые могут вызвать небольшое ощущение дискомфорта, при этом нарушений состояния здоровья нет.

Температура внутренних поверхностей $\tau_{\text{пов}}$ ограждающих конструкций здания сильно влияет на тепловое равновесие тела человека. Быстрое охлаждение человека происходит в результате наличия большой разницы между температурой тела и температурой окружающих поверхностей. Человек чувствует себя дискомфортно.

В настоящее время сформированы требования к условиям пребывания человека в закрытом жилом помещении в течении длительного времени, основными из которых являются:

- 1) требования, применяемые в Российской Федерации [5].
- 2) требования, применяемые в Западной Европе (CIBS) [8, 9, 10].

В российской федерации применяют нормативный метод, построенный на первом и втором условиях комфортности:

а) в первом условии говорится: что существует область, расположенная в центре обслуживаемой зоны, где на человека вообще не оказывают влияние температура внутреннего воздуха и радиационная температура помещения, а также их сочетания. Тело человека не испытывает перегрев и охлаждение [2, 7, 11, 12].

б) при втором условии комфортности человек находится вблизи от нагретых или охлажденных ограждающих конструкций здания.

Радиационно-эффективная температура t_r , °С представляет собой определенное сочетание температуры воздуха в жилом помещении и радиационной температуры, при котором тело человека сохраняет свои тепловые ощущения [12, 13]. Осуществление первого условия комфортности согласно нормативного метода можно проверить, используя сочетания параметров t_v и t_r в помещениях различного назначения. Для определения радиационно-эффективной температуры применяется следующая номограмма, рисунок 1.1

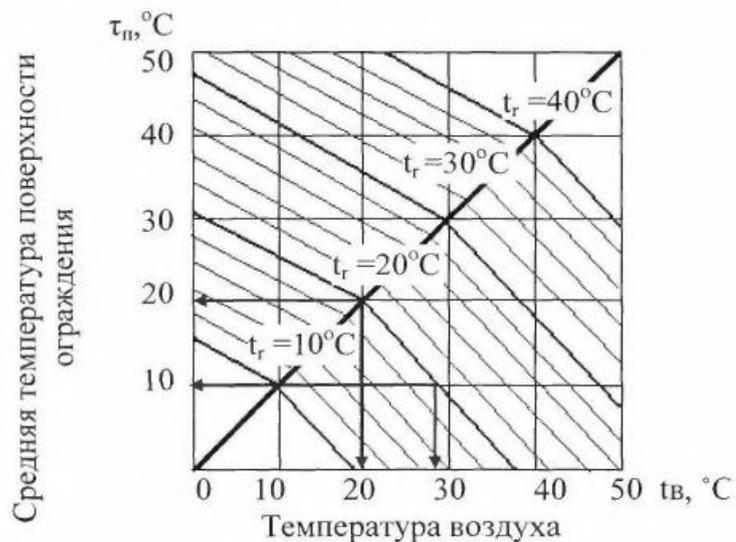


Рисунок 1.1 – Номограмма, применяемая для определения в помещениях радиационно-эффективной температуры

Для каждого значения радиационно-эффективной температуры существует большое количество сочетаний температуры воздуха и температуры внутренних поверхностей ограждающих конструкций здания (рисунок 1.1).

При выполнении проверочного расчета минимально и максимально возможные температуры по второму условию комфортности находятся в диапазоне, который определяется по формулам 1.1 и 1.2 [12,14]:

$$\tau \leq 19,2 + \frac{8,7}{\varphi}, \quad (1.1)$$

$$\tau \geq 2,3 - \frac{5}{\varphi}, \quad (1.2)$$

где φ - коэффициент облученности от поверхности элементарной площадки в сторону охлажденной или нагретой плоскости;

τ - допустимая температура охлажденной или нагретой плоскости, расположенная рядом с человеком, $^\circ\text{C}$.

Суммарный эффект от влажности и температуры неподвижного окружающего воздуха, оказывающего воздействие на человека (ощущается холод или тепло) определяется как показатель эффективной температуры [15].

Между ощущением человеком тепла и шкалой эффективной температуры прослеживается связь, которая показана в таблице 1.2

Таблица 1.2 - Зависимость ощущений тела человека от эффективной температуры

Эффективная температура, °С						
40...42	35	30	25	20	15	10
Человеческие ощущения						
Очень жарко	Жарко	Тепло	Комфортно	Прохладно	Холодно	Очень холодно

Главной задачей инженерных систем в многоквартирных домах является обеспечение в жилых помещениях здания допустимого теплового и влажностного комфорта. Инженерные системы необходимы для выполнения поддержки нормируемой температуры в жилых помещениях (закрытых от внешней среды), влажности, подвижности внутреннего воздуха и его экологической безопасности. Каждый человек индивидуален, в связи с чем нормальные микроклиматические условия, удовлетворяющие большую часть жителей дома, являются дискомфортными для 5-10% испытуемых [16, 17].

Выполненные исследования (Fang, 1996; Berglund и Cain, 1989) показали, что ощущаемое человеком качество воздуха в жилых помещениях кажется выше при пониженной влажности и температуре (LEV) [18]. Большая часть авторов, занимающаяся данным вопросом, делает вывод о том, что для человеческого тела температуру в закрытом помещении необходимо поддерживать вблизи нижней границы диапазона тепловой нейтральности, а влажность – рекомендуется поддерживать низкую.

Низкие значение движения воздуха в жилых помещениях или вовсе его отсутствие характеризуют жилище как плохо вентилируемое. В данных помещениях ощущается неприятное самочувствие, слегка выраженная подавленность. В свою очередь при повышенной подвижности воздуха

происходит быстрое охлаждение тела человека из-за увеличения потерь тепла в результате конвекции и испарения.

В результате чего шкала эффективной температуры была дополнена включением значениями скорости движения воздуха в помещении и приобрела название эквивалентно-эффективной температуры.

На рисунке 1.2 показана номограмма для определения эквивалентно-эффективной температуры (ЭЭТ) [19].

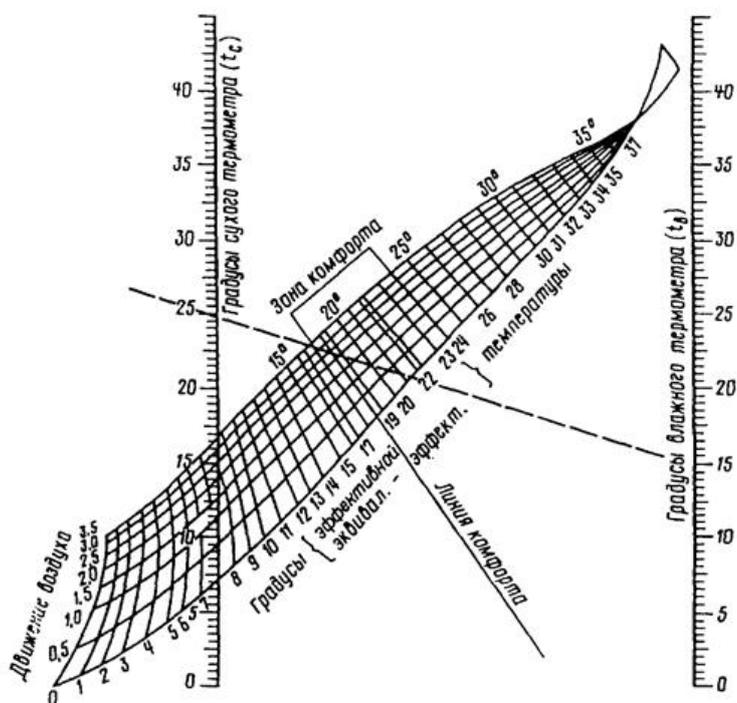


Рисунок 1.2 - Номограмма эквивалентно-эффективных температур

На рисунке 1.2 показаны две зоны комфорта – летняя и зимняя, указывающие значения ЭЭТ, расположенные в определенном диапазоне. Обозначенные температуры обеспечивают необходимые для человека условия, способствующие хорошему самочувствию в различных ситуациях. Также по данной номограмме можно сделать вывод, что при достижении температуры воздуха отметки ниже 8°C на тепловое ощущение человека относительная влажность влияет в обратном направлении. Следовательно, при относительно низкой температуре и

повышенной влажности воздуха в помещении человек ощущает дискомфорт, чувствуя в большей степени холод. Но если температура воздуха в жилом помещении выше 35°C, то тело человека не отводит тепло, а испытывает приток теплоты, особенно при повышенной подвижности воздуха, что видно по изменению в этой части номограммы.

При определении ЭЭТ использовались только три характеристики воздуха, а температура окружающей поверхности не учитывалась. В результате многолетних исследований D. Bedford определил показатель эквивалентного теплового состояния организма человека, в результате чего можно определить его комфортное состояние. Также он разработал уравнение регрессии, показывающее ощущения тепла человеком под воздействием четырех характеристик, которое записывается как [20, 21, 22]:

$$S = 0,431t_b + 0,408t_r + 0,182p_n - 0,328 - 0,141 \overline{v(37,8 - tb)}, \quad (1.3)$$

где t_b - температура воздуха внутри помещения, °С;

P_n - парциальное давление водяных паров в воздухе, кПа;

t_r - радиационная температура, °С;

v - скорости движения потоков воздуха, м/с.

Параметры микроклимата необходимо выбирать исходя из месторасположения объекта (метеорологических параметров), а также необходимо учитывать настройки инженерного оборудования. Для каждой климатической области существует определенный показатель эквивалентно теплового состояния человека, который указан в таблице 1.3

Таблица 1.3 - Уровень комфорта в различных климатических зонах

Условия окружающей среды	Состояние микроклимата	Климатические районы							
		I		II		III		IV	
		зима	лето	зима	лето	зима	лето	зима	лето
Комфортные	Прохладно	9,6	11	9	11	7,8	11,9	8,1	12,7
	Нормально	10,6	12	9,5	12	8,8	12,9	8,7	13,7
	Тепло	11,6	13	10	13	9,8	13,9	9,1	14,7
Дискомфортные I	Холодно	8,6	10	8	10	6,8	10,9	7,1	11,7
	Жарко	12,6	14	11	14	10,8	14,9	10,1	15,7

степени									
Дискомфор- тные II степени	Очень холодно	7,6	9	7	9	5,8	9,9	6,1	10,7
	Очень жарко	13,6	15	12	15	11,8	15,9	11,1	16,7

Отклонение температуры от комфортных температурных условий на $\pm 2...3$ показывает к какой дискомфортной степени данные условия относятся.

По разработанному институтом строительных служб (CIBS) методу определения комфортности помещения для человека показано, что существует большое множество факторов и параметров микроклимата, оказывающих влияние на самочувствие человека, находящегося в определенном помещении, и данные компоненты разделяют на три направления:

а) компоненты, показывающие на сколько человеческое тело покрыто одеждой $f_{од}$ с определенными изолирующими свойствами, $I_{кло}$;

б) компоненты, образованные в результате жизнедеятельности организма M/F_t , $Вт/м^2$ (уровня активности), а также скорости движения воздуха v , $м/с$, и механической деятельности;

в) компоненты, характеризующие свойства микроклимата, в том числе и среднюю радиационную температуру окружающей среды t_r , $^{\circ}C$.

О. Фангер выдвинул следующие ранговые оценки человеческих теплоощущений (PMV - ожидаемые значения теплоощущений), представленные в таблице 1.4 [18].

Таблица 1.4 - Ранговые оценки ощущения человеком тепла

Ощущение человеком тепла	Оценка
1 Холодно	-3
2 Прохладно	-2
3 Слегка прохладно	-1
4 Комфортно	0
5 Слегка тепло	+1
6 Тепло	+2
7 Жарко	+3

На рисунке 1.3 изображены, предложенные О. Фангером, необходимые для определения в обслуживаемой месте номограммы метеорологических условий при различном термическом сопротивлении одежды $R_{од}$, clo.

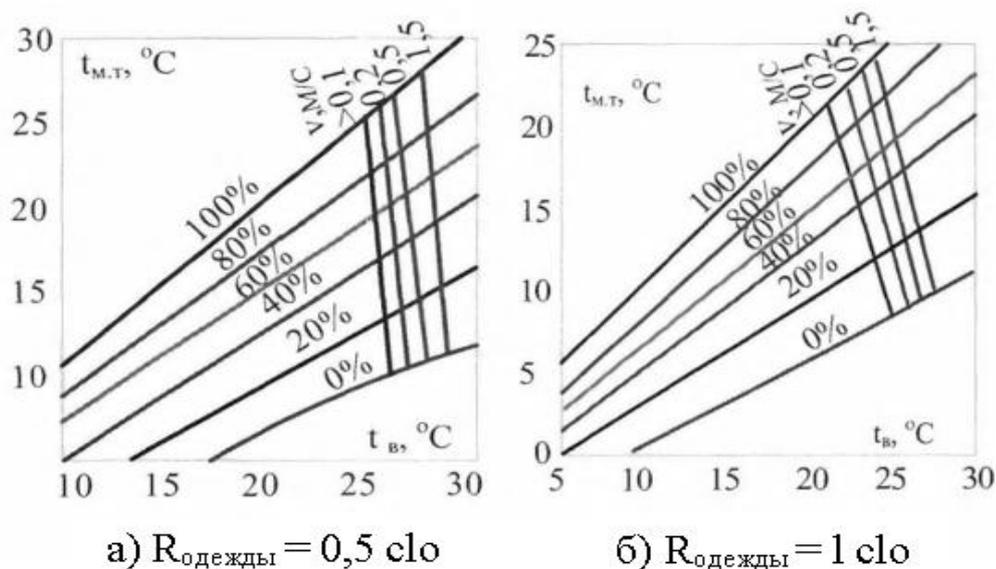


Рисунок 1.3 - Диаграмма комфорта по данным О. Фангера

Согласно представленной диаграмме для слабо одетых людей энергозатраты составляют $R_{одежды} = 0,5$ clo; для нормально одетых - $R_{одежды} = 1$ clo ($1 \text{ clo} = 0,155 \text{ м}^2\text{К/Вт}$).

Метод CIBS требует сложных расчетов и значительно перегружен исходной информацией. Данный метод применяется в помещениях с узкой направленностью.

Так как определить все исходные параметры практически невозможно по методу CIBS, то для определения показателей комфортности был выбран нормативный метод с внесением некоторых дополнений по выявлению эквивалентного теплового состояния. Также необходимо принять во внимание фактический износ ограждающих конструкций, влияющих на изменение параметров микроклимата в помещениях.

1.2 Воздушный режим в помещениях жилого дома

К микроклимату жилых помещений кроме параметров тепло-влажностного режима также можно отнести и концентрацию в воздушной среде различных примесей (С), в том числе пыли. Все составляющие воздушного режима помещения оказывают взаимосвязанное влияние на человека. Если температура и влажность жилых помещений соответствуют нормативным показателям, а санитарно-гигиенические не соответствуют необходимым значениям [23], то длительное проживание человека в данных помещениях крайне нежелательно.

В помещениях многоквартирных домов система метеорологических условий в основном формируется наружными ограждающими конструкциями и установленными приборами отопления, поддерживающими необходимую для обитания человека среду. Существенную роль в формировании внутренней среды помещения играет воздухопроницаемость наружных ограждений [14, 25]. Для воздушного комфорта человека в закрытом помещении требуется необходимый уровень воздухообмена, так как он является обязательным гигиеническим параметром, обуславливающим газовый состав воздуха, в результате чего состояние микроклимата помещения изменяется [2, 16, 25].

В закрытом жилом помещении постепенно скапливается углекислый газ, который может отрицательно повлиять на организм человека (его состояние), в связи с чем был определен рекомендуемый объем поступающего свежего воздуха в помещение [26]. В результате отличия давлений с наружной и внутренней стороны ограждающих конструкций происходит ускоренная фильтрация воздуха через микротрещины и неплотное прилегание элементов [24, 26].

Существует два типа фильтрации: первый имеет названия инфильтрация и характеризуется перемещением воздуха в направлении от наружной стены в жилые комнаты; второй – эксфильтрация, т.е. движение

воздуха происходит под действием ветрового и воздушного напоров в обратном направлении. Когда увлажненный теплый воздух перемещается с улицы в жилое помещение, проходя через стеновой материал, то он может имеющуюся часть своей влаги отдать наружным ограждающим конструкциям, в результате чего влажность данных конструкций возрастает. Если в помещение поступает сухой наружный воздух в результате инфильтрации через имеющиеся воздухопроницаемые конструкции стен, то происходит противоположный эффект – влага из ограждений постепенно удаляется [27].

Во время эксплуатации многоквартирных домов на наружных ограждающих конструкциях постепенно появляются повреждения, в том числе щели и микропоры, в результате чего усиливается поступление наружного воздуха в квартиры по причине его неравномерной инфильтрации через ограждения. При увеличении поступления воздуха климатические условия в жилых помещениях изменяются, а именно:

- а) увеличивается подвижность воздуха;
- б) снижается температура внутренних поверхностей стен;
- в) уменьшается температура воздуха в квартире.

В результате чего в квартирах на внутренних поверхностях ограждающих конструкций можно наблюдать появление грибка и плесени по причине конденсации водяного пара при температуре точки росы [28,29].

Через влажные пористые материалы воздух хуже проникает в помещение, так как возникает некоторое сопротивление фильтрации воздуха, требующего определенного начального перепада давлений ΔP_n [26].

Перемещение воздушных масс в порах материала определяется критерием Рейнольдса по формуле [26]:

$$Re = \frac{v \times d}{\nu}, \quad (1.4)$$

где V - скорость потока, м/с;

d – эквивалентный диаметр канала;

ν – коэффициент кинематической вязкости, м²/с.

Существует четыре метода расчета инфильтрации воздуха через наружные ограждения: метод расчета инфильтрации по воздухообмену, нормативный метод, метод расчета инфильтрации с учетом теплового напора, а также под воздействием ветрового давления.

Согласно утвержденному в Российской Федерации нормативному методу подсчета инфильтрации наружного воздуха, через наружные ограждающие конструкции и оконные проемы в помещение проникает воздух в количестве [30]:

$$G_{\text{и}} = \frac{\Delta P^k}{R_{\text{и}}}, \quad (1.5)$$

где ΔP^k - разность давления на наружной и внутренней поверхностях ограждающей конструкции, Па;

k - показатель степени, зависящий от различных конструкций ограждений;

$R_{\text{и}}$ - сопротивление воздухопроницанию ограждений, м²·ч·Па/кг.

В зимний период года при работающем отоплении возрастает разница между температурой наружного воздуха и внутренней температурой помещения, в результате чего создается перепад давлений воздуха с обеих сторон ограждающих конструкций.

При выполнении расчета инфильтрации воздуха через трещины учитывают геометрические размеры щелей и скорость ветра. На существующих зданиях применение нормативного метода не целесообразно, так как выполнить замеры длины, ширины и глубины имеющихся трещин достаточно трудоемко.

Ветер, как правило, оказывает воздействие (давление) только на одну сторону здания. Под влиянием ветрового напора и гравитационного

давления может образоваться разница между давлениями воздуха на наружных и внутренних поверхностях ограждающих конструкций (метод расчета под действием ветрового давления). В результате чего в многоквартирный жилой дом через щели и трещины проникает воздух, а с подветренной стороны воздух вытесняется из помещения. По данному методу расчету через стены инфильтруется наружный воздух в объеме, который можно определить по экспериментально полученным данным, выполненным в табличной форме.

Согласно методу расчета инфильтрации по воздухообмену активность поступления воздуха в помещение можно определить по кратности воздухообмена, которая зависит от типа, расположения и назначения помещения. Для определения инфильтрации воздуха в помещение данным методом требуется установить во сколько раз в течении часа обновляется в нем воздух. Кратность воздухообмена представляет собой отношение объемного расхода воздуха к внутреннему объему помещения в единицу времени, ч^{-1} . В многоквартирных домах в период испытаний воздухопроницаемости помещений средний показатель кратности воздухообмена n_{50} , ч^{-1} должен обеспечиваться: при возникновении отличия давления воздуха на 50Па между границами ограждающих конструкций (наружной и внутренней) с применением вентиляции с механическим побуждением $n_{50} \leq 2 \text{ ч}^{-1}$, а при естественном $n_{50} \leq 4 \text{ ч}^{-1}$.

На единицу площади пола из расчета на одного человека нормами [3] установлен воздухообмен в помещении, значения которого варьируются в зависимости от различной площади помещения.

На рисунке 1.4 показаны кривые для определения воздухообмена помещений [31].

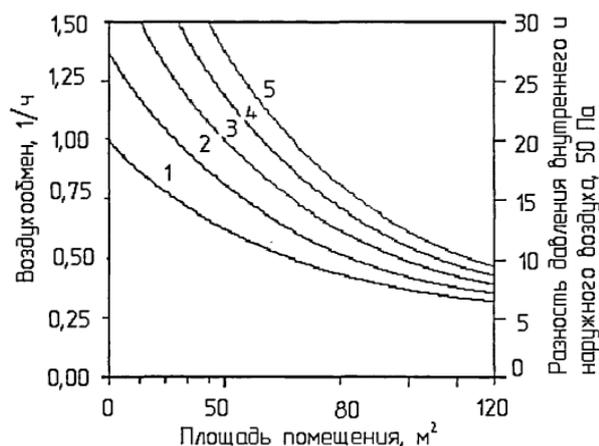


Рисунок 1.4 – Кривая зависимости воздухообмена от площади помещения

Данный график можно использовать для определения качества герметизации межпанельных швов в момент приемки здания, а также при выборе мероприятий по регулированию воздухопроницаемости через них.

Использовать метод расчета инфильтрации по кратности целесообразно в случаях, когда невозможно достаточно точно определить ширину раскрытия трещин и щелей в ограждающих конструкциях.

Рассмотрим метод расчета инфильтрации на основе теплового напора.

В данном методе инфильтрация возникает под действием давления теплых масс в воздухе, поступающего в комнаты в нижней части ограждающих конструкций через стыки и поврежденные участки, и выходящего в верхней части.

Метод расчета инфильтрации на основе теплового напора работает при значительной высоте здания (более 5м) и при действующей системе отопления здания, т.е. в холодный период года. В результате постоянного движения воздуха происходит образование участков с отрицательным давлением (в нижней части здания), что может послужить причиной перегрузки системы отопления и привести к появлению у людей дискомфортного состояния на нижних этажах. Под влиянием

гравитационного давления воздушные массы поднимаются на верхние этажи жилого дома.

В жилом доме есть участки, в которых внутреннее давление очень близко по значению с наружным. Располагаются данные участки примерно посередине зданий, в зависимости от равномерности размещения оконных конструкций по высоте здания. Фильтрация воздуха на данном участке отсутствует, так как нет теплового давления. Под воздействием теплового давления фильтрации воздуха через наружные ограждения рассчитывается с учетом габаритных размеров повреждений ограждающих конструкций. Аналогично рассчитывается фильтрация при ветровом воздействии. Инфильтрация под воздействием теплового давления вычисляется через эквивалентную скорость ветра [37] по следующей формуле:

$$V_e = B \overline{h(tb - tn)}, \quad (1.6)$$

где V_e - эквивалентная скорость ветра, определяемая в зависимости от температурного перепада ($t_B - t_H$), м/с;

t_B - температура внутри помещения, °С;

t_H - температура наружного воздуха, °С;

h - высота жилого помещения, м;

B - коэффициент, зависящий от числа этажей в здании.

Вышеуказанный метод сложно рассчитать, в связи со сложным движением воздуха через стены здания и высокой трудоемкостью измерения геометрических размеров щелей и зазоров.

Рассмотрим вопрос по обеспечению безопасности воздушной среды здания. К воздушной среде гражданских зданий согласно гигиеническим требованиям [3] установлены ограничения по наличию в жилых помещениях вредных и токсичных для организма человека веществ, которые выделяются строительными материалами и поступающими из грунта основания здания. В полимерных композициях постоянно происходят деструкционные процессы, в результате которых в воздух

попадают такие токсичные вещества как: стирол, фенол, толуол, оксид азота и др. Такие вещества могут накапливаться в организме человека, стимулируя патологические заболевания, и относятся они к 1-му и 2-му классу по токсической опасности.

Эффективность воздухообмена зависит от чистоты наружного воздуха и от периодичности проветривания помещений собственниками квартир.

Если происходит нарушение воздухообмена в воздухе жилых помещений, то в них скапливается радон, который образуется в результате расщепления в материалах конструкции радиоактивных веществ. На первых этажах здания радон накапливается вдвое быстрее.

Для обеспечения радиационной безопасности воздушно среды в помещении необходимо периодически отслеживать содержание в воздухе наиболее опасных веществ, таких как: ^{222}Rn (радон) и ^{220}Rn (торон). При распаде данных веществ образуются цепочки альфа- и бета-активных радионуклидов, срок жизни которых указан в таблице 1.5.

Таблица 1.5 - Период полураспада радионуклидов

Радионуклид	Тип распада	Период полураспада
^{208}Tl	бета	3,053мин
^{210}Pb	Бета	22года
^{212}Pb	Бета	10,64час
^{212}Bi	Бета+альфа	60,55мин
^{212}Po	Альфа	$2,98 \cdot 10^{-7}\text{с}$
^{214}Pb	Бета	26,8мин
^{214}Bi	Бета	19,7мин
^{214}Po	Альфа	$1,6 \cdot 10^{-4}\text{с}$
^{216}Po	Альфа	0,146с
^{218}Po	Альфа	3,05мин
^{220}Rn	Альфа	55,6с

На наличие в квартирах радона существенное влияние оказывает [34]:

- материал, из которого изготовлены строительные конструкции, а также грунт под зданием — 77%;

- наружный воздух — 14%;
- природный газ — 5%;
- вода, используемая в доме — 4%.

В результате проведенного исследования на предмет экологической составляющей воздушной среды в помещениях города Тольятти были сделаны выводы, что значения активности радона в воздухе обследованных помещений значительно ниже установленного норматива.

Таким образом, в городе Тольятти объектов с повышенным содержанием радона в воздухе выявлено не было.

1.3 Влажностный режим в помещениях жилого дома

Влага проникает сквозь ограждения здания под воздействием влагонепроводности и паропроницаемости [35]. Понятие «Увлажнение материала» можно охарактеризовать как, периодическое его увлажнение и высыхание. Различного рода влага может находиться в строительных конструкциях, а именно: эксплуатационная, грунтовая, конденсационная, гигроскопическая и метеорологическая [36].

Процессы переноса влаги, её накопление и основные источники влаговыведения в жилых домах показаны на схеме [38], рисунок 1.5

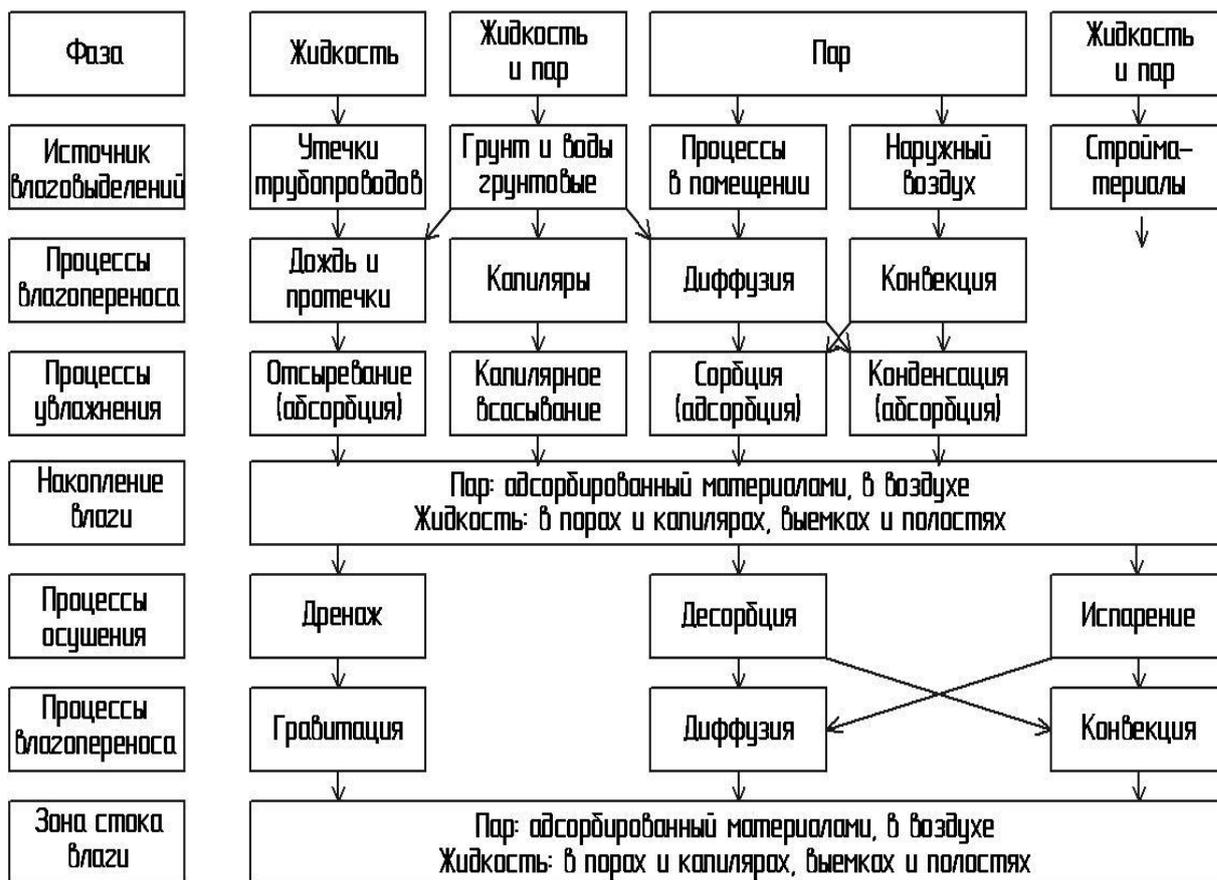


Рисунок 1.5 - Источники повышенной влажности в здании

Выпадение атмосферных осадков на кровлю жилого дома в течение года может достигнуть значения в 1000 кг/м^2 . На наружных ограждениях здания попадает до 50% атмосферных осадков, что влияет на ухудшения состояний конструктивных элементов здания [37].

В процессе повышения влажности постепенно увеличиваются потери тепла через них.

Атмосферные осадки проникающие внутрь здания через различные швы, трещины, поры ограждающих конструкций изменяют влажность внутреннего воздуха в жилых помещениях. Увеличение влажности воздуха в помещениях приводит к образованию внутри них коррозии, плесени и грибковых отложений. Также при повышении влажности строительных материалов уменьшается их срок эксплуатации, ухудшается морозостойкость ограждающих конструкций [39]. В холодный период года

через трещины и щели, стыки панелей наружный воздух проникает внутрь конструкций здания, что в дальнейшем приводит к выделению конденсата на внутренних поверхностях ограждающих конструкций. Для исключения или уменьшения появления конденсата внутри здания необходимо повысить качество материалов наружных ограждающих конструкций, усилить контроль за соединениями элементов, в результате чего уменьшается проникновение наружного воздуха внутрь здания.

Все материалы (строительные) при изменении влажности окружающей среды проходят процесс сорбции – повышения влажности материала, и десорбции – уменьшения его влажности.

На рисунке 1.6 изображен график зависимости влажности строительных материалов от влажности окружающей среды

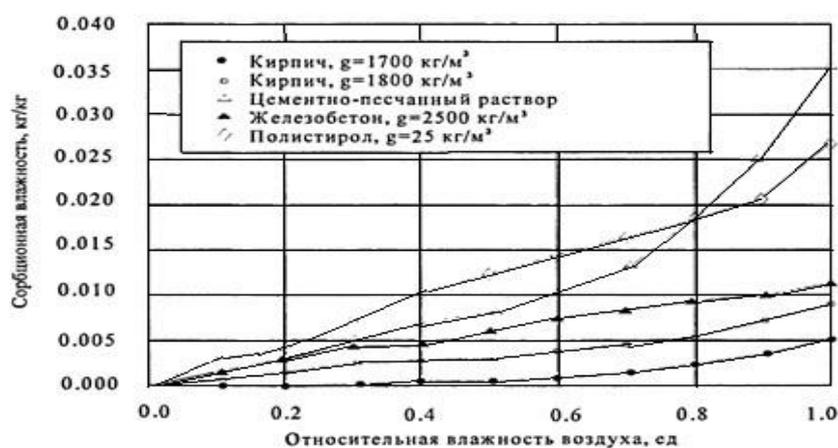


Рисунок 1.6 - Изотермы сорбции материалов

По графику сорбции кирпича и железобетонных панелей видно, что кирпичные дома меньше зависят от влажности окружающей среды.

Сорбционная влажность W_s , %, зависит от температуры внутреннего воздуха помещения и его относительной влажности. В случае, если относительная влажность воздуха меньше 100%, то данная влага будет изменять сорбционную влажность строительного материала. В обратном случае при достижении 100% влага направится на переувлажнение строительной конструкции. «Совокупность двух одновременно протекающих процессов: полимолекулярной адсорбции и капиллярной

конденсации, представляет собой процесс сорбции паров воды. Эти два вида влаги (паровая и капельная) характеризуются двумя видами ее переноса внутри материала», описывается в методике [40].

Интенсивность потока пара P , кг/(м·ч), рассчитывается по формуле [41]:

$$P = \mu \frac{dE}{dx} \cdot dz, \quad (1.7)$$

где E - максимальная упругость водяного пара, Па;

μ - коэффициент паропроницаемости материала, кг/(м·ч·Па).

Интенсивность потока влаги G , кг/(м·ч) вычисляется по формуле [26, 14]:

$$G = -\beta \frac{dw}{dx} \cdot dz, \quad (1.8)$$

где β - коэффициент влагопроводности материала, кг/(м·ч·%);

z - время, ч;

x - размер элементарного слоя, м;

w_s – влажность материала, %.

Процесс по передачи влаги строительным материалам (свойство гигроскопичности) в сорбирующей среде рассматривает теорией диффузии пара. Основанные на теории диффузии пара методы расчета передачи влаги конструкциям имеют ограничения в случае выполнения расчета многослойных конструкций, расположенных в сложных граничных условиях в области положительных и отрицательных температур.

Потенциал влажности Θ - это показатель, который показывает температурно-влажностное состояние строительных материалов (капиллярно-пористых) при содержании в них влаги [14,40].

Чтобы перейти от зависимости равновесного влагосодержания в строительном материале к потенциалу влажности применяется формула [42]:

$$\theta = -10,858 \cdot \ln(1 - \varphi), \quad (1.9)$$

где φ - относительная влажность воздуха, %.

Определив потенциал влажности можно выполнить расчет влажностного режима наружных ограждающих конструкций в стационарных и не стационарных условиях передачи влаги.

Контролировать влажность ограждающих конструкций необходимо для того, чтобы снизить поступление влаги в жилое помещение при помощи герметизации межпанельных швов и т.п., защитить строительные материалы от поглощения воды и уменьшить паропроницаемость конструкций.

У теории диффузии пара есть недостатки, наиболее значимым из которых является расчет многослойной конструкции при сорбционной влажности, в результате чего для последующих вычислений влагопередачи предпочтение отдается методу расчета на основе потенциала влажности.

1.4 Тепловой режим ограждающих конструкций

Теплозащита здания обеспечивается при помощи ограждающих конструкций здания, благодаря которым работа систем отопления и кондиционирования действует экономично и экологически безопасно. Теплозащитные свойства ограждающих конструкций характеризуются температурным перепадом Δt_n , т.е. на сколько температура воздуха внутри помещений больше температуры на внутренней поверхности ограждений.

В настоящее время существует три способа передачи теплоты, а именно: конвекция, излучение и теплопроводность. Два первых способа передачи тепла (конвекция и излучение) действуют в воздухе у поверхностей конструкций, а третий (теплопроводность) - в твердых материалах ограждающих конструкций.

Коэффициент теплопроводности зависит от:

- 1) плотности материала ρ , кг/м³
- 2) влагосодержание материала d , г/кг;

- 3) парциального давления водяных паров в воздухе;
- 4) формы поверхности ограждений.

Основными из вышеизложенных характеристик являются плотность и влагосодержание материалов.

Все строительные материалы имеют микропоры, которые могут быть заполнены водой, воздухом или льдом. Если количество мелких пор и их размер увеличивается, то понижается теплопроводность строительного материала. На это необходимо обращать внимание при эксплуатации наружных ограждающих конструкций здания (старение).

Коэффициент теплопроводности материала возрастает при увеличении его влажности. На рисунке 1.7 представлен график зависимости коэффициента теплопроводности от влажности материала керамзитобетона $\gamma=1200 \text{ кг/м}^3$. График построен по результатам проведенных исследований разных авторов [26].

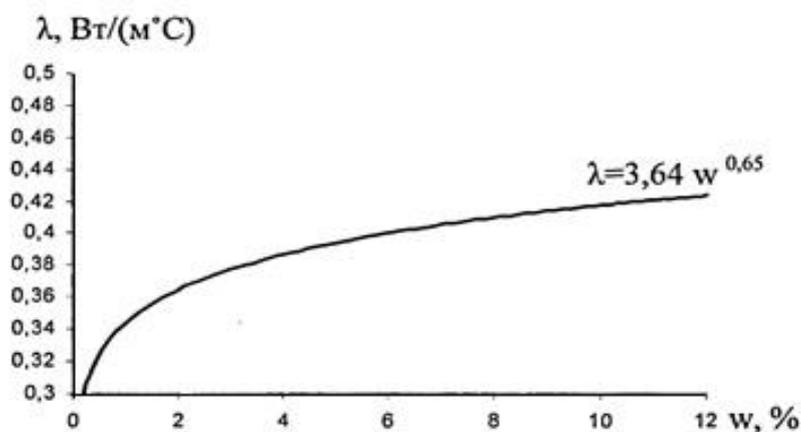


Рисунок 1.7 – График зависимости коэффициента теплопроводности от влажности керамзитобетона

Из рисунка 1.7 видно, что коэффициент теплопроводности активно возрастает при увеличении влажности на начальном этапе, но при дальнейшем повышении влажности интенсивность роста снижается.

Для практических результатов теплофизических расчетов ограждающих конструкций большое значение имеют изменения проводимости тепла материала от его влажностного состояния и

пористости. В результате старения наружных ограждений здания постепенно появляются разного рода повреждения, способствующие увлажнению конструкции, увеличению инфильтрации наружного воздуха, в результате чего снижаются теплозащитные свойства ограждающих конструкций, что приводит к ухудшению микроклиматического состояния помещений.

Глава 2 Влияние износа элементов ограждающих конструкций на параметры микроклимата помещений

2.1 Определение физического и морального износов жилых домов

В состав нарушений, не затрагивающих основную конструктивную схему здания, входят: повреждения наружной поверхности стен (отделочный слой, например, мозаичная плитка), небольшие ухудшения характеристик материалов без видимых разрушений, повышение влажности в помещениях.

Изменение конструктивной схемы здания происходит в результате чего при деформациях несущих ограждающих конструкций, а также при местном ослаблении отдельных её элементов.

Эксплуатационный износ здания появляется под воздействием вышеуказанных нарушений. Под влиянием эксплуатационного износа в

конструкциях здания возникают потери изначальных эксплуатационных показателей, выполняющих необходимые функции в течении времени [40].

Ограждающие конструкции здания должны обеспечивать нормативный температурно-влажностный режим, воздушный и звуковой режим в жилых помещениях.

Для конструктивных элементов здания, в частности наружных ограждающих конструкций, необходимо знать значение их физического износа. Физический износ ограждающих конструкции здания характеризует степень ухудшения у них эксплуатационных и технических показателей в определенный момент времени.

Динамика развития физического износа от затраченного времени представлено в виде графика, рисунок 2.1.

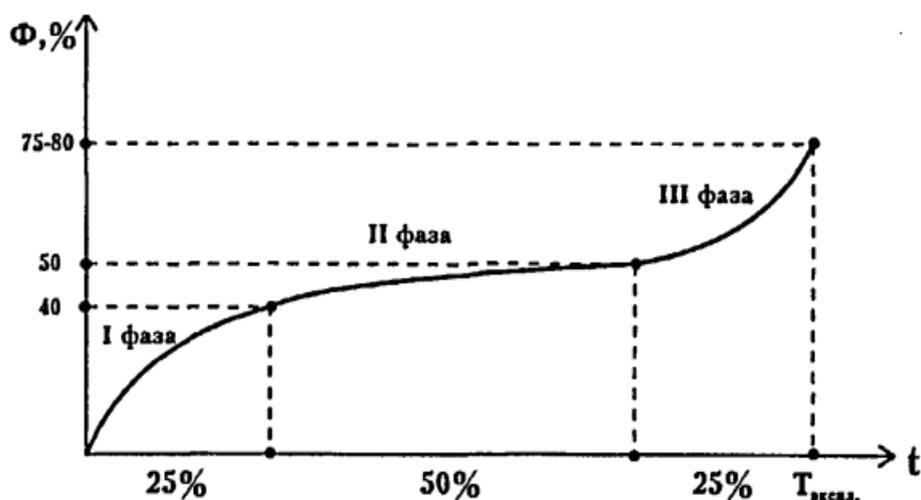


Рисунок 2.1-Динамика развития физического износа при эксплуатации здания

В процессе эксплуатации многоквартирного дома можно выделить три этапа развития физического износа здания:

- на первом этапе (физический износ составляет около 40%, нормативный срок эксплуатации равен 25% от общего срока) происходит резкое нарастание износа здания из-за: различных дефектов в изделиях и

конструкциях, осадки фундамента и качества выполнения строительного-монтажных работ.

- на втором этапе (физический износ составляет около 50%, нормативный срок эксплуатации равен 50% от общего срока) благодаря проведению текущего и капитального ремонта здания износ конструктивных элементов сравнительно небольшой.

- на третьем этапе (физический износ составляет около 50%, нормативный срок эксплуатации равен 50% от общего срока) происходит усиленное нарастание физического износа конструкций, который остановить или компенсировать нельзя, в связи с накоплением эксплуатационной усталости. На данной стадии выполняются поддерживающие конструкции, которые не допустят полного разрушения здания до момента их сноса или реконструкции.

Для каждого конструктивного элемента здания и вида инженерного оборудования физический износ жилого дома рассчитывают по формуле

$$\Phi = \sum_{i=1}^{i=n} \Phi_i \frac{P_i}{P_K}, \quad (2.1)$$

где Φ_i - физический износ элемента конструкции, %;

P_i - площадь поврежденного участка.

Вышеописанный метод требует проведения множества измерений с помощью тяжелых приборов и длительной камеральной обработки результатов, является достаточно трудоемким.

Приблизительные значения степени износа строительных конструкций, их отдельных элементов или полностью здания (в целом) выполняется по различным данным с применением укрупненных шкал. При помощи приблизительных значений можно с достаточной точностью вычислить размер физического износа элементов или жилого дома в целом, благодаря чему исключается возможность определить физический износ как стоимостное выражение.

Полноценный срок службы наружных ограждений здания или его элементов, выполняющих защиту здания от негативного действия окружающей среды (влаги, ветра), подходит к концу при появлении в них трещин и расслоений, которые невозможно устранить в ходе текущего ремонта. Для данных элементов ограждающих конструкций жилого дома мерой износа считается утрата непроницаемости:

$$\Phi = \frac{R_{тр} - R_{ф}}{R_{тр}} 100\%, \quad (2.2)$$

где $R_{тр}$ и $R_{ф}$ - требуемое и фактическое сопротивления прониканию воздуха, влаги и т.п.

Общий срок службы ограждений соответствует их долговечности, т.е. сроку безремонтной службы данной конструкции.

В течение времени эксплуатации происходит неравномерный износ конструкций (здания):

- на первом этапе физический износ растет с темпом в 1,1% за один год (в среднем);
- на 2 этапе (этапе с нормальной эксплуатацией) он составляет всего 0,35%, крайне низкий показатель за год;
- на последнем этапе эксплуатации темп физического износа вновь увеличивается и составляет 1,3% в год.

Все строительные материалы в настоящем мире и имеют микротрещины и участки неоднородности. По мере эксплуатации на данном участке появляются концентрации напряжений, которые представляют собой процесс образования микропустот. Резкое увеличение геометрических размеров пустот и трещин (их плотности) являются первыми признаками ухудшения внутренней среды (микроклимата) в помещении), в связи с чем происходит старение элементов конструкции и при дальнейшей эксплуатации конструкция разрушается. Последствия разрушения структуры строительного материала конструкции приводят к

ухудшению микроклимата помещения. На жилые здания оказывают воздействия два вида износа: моральный и физический.

«Моральный износ - показатель, характеризующий степень несоответствия основных параметров, определяющих условия проживания, объем и качество предоставляемых услуг современным требованиям», что соответствует требованиям строительного проектирования.

Показатели морального износа здания и существующие методы определения базируются на исследованиях давно построенных жилых домов. Существует множество причин, ограничивающих срок службы здания в целом, в связи с чем эксплуатация данных объектов продолжается. В процессе эксплуатации здания невозможно заранее предупредить моральный износ ограждающих конструкций. Моральный износ устраняется при помощи реконструкции, модернизации или капитальном ремонте здания. В настоящее время существует три метода определения морального износа здания, а именно: метод приблизительной оценки, расчетный и объективный метод.

В случае с расчетным методом вычисляют первую и вторую форму морального износа МКД. При моральном износе первой формы происходит уменьшение стоимости строения во времени, характеризующееся уменьшением труда, затраченного в ходе строительства данных домов в момент оценки.

Стоимостное выражение морального износа первой формы M_i %, определяют по формуле:

$$M_i = a - B \cdot 100/a, \quad (2.3)$$

где a - стоимость здания (первоначальная), руб.;

B - стоимость здания на момент оценки (балансовая), руб.

Старение здания из-за его несоответствия оценке на момент оценки нормативным требованиям, применяемых в этот период времени является

моральным износом второй формы, которую оценивают в результате сравнения восстановительной цены старого строения и нового, построенного согласно современным требованиям:

$$M = K_m, \quad (2.3)$$

где K_m - капитальные вложения в реконструкцию, образованные моральным старением, руб.

Метод приблизительной оценки основан на применении таблиц и шкал с укрупненными показателями, в которых приводится краткая характеристика здания. При помощи этого метода определить значение морального износа здания с необходимой степенью точности невозможно, так как используемые таблицы и шкалы в нормировании теплозащиты здания изменения не учитывают.

Объективный же метод определения морального износа основывается на фактической оценке в настоящее время комфорта гражданских зданий. Показателями комфорта данных здания являются: температурно-влажностный, световой и шумовой режимы, качество воздуха, а также уровень инженерного благоустройства и объемно-планировочного решения.

Моральный износ по объективному методу вычисляется согласно формуле:

$$M = aK_0^{max} - K_0/K_0^{max} 100, \quad (2.4)$$

где K_0^{max} - максимальные общие показатели оценки фактического комфорта многоквартирных домов в баллах, который зависит от типа города;

K_0 - общий показатель оценки фактической комфортабельности.

При оценке санитарно-гигиенических условий (объективный метод) в жилых домах изменения в нормировании теплозащиты ограждающих конструкций не берутся в расчет.

Для того, чтобы устранить последствия физического и морального износа жилых домов выполняются работы, которые проходят без изменения основных технико-экономических показателей. Восстановление первоначальных характеристик конструкции, инженерного оборудования, повышение степени благоустройства происходит при выполнении определенном жилом доме в соответствии с современными требованиями капитального ремонта.

При помощи объективного метода расчета износа элементов здания можно определить техническое состояние элементов и здания в целом с высокой степенью точности.

На основании вышеизложенного было принято решение в данной работе рассчитывать степень физического износа элементов МКД при помощи объективного метода.

2.2 Проведение термографического обследования жилых домов, расположенных в городе Тольятти

Ограждающие конструкции гражданских зданий постепенно изнашиваются, что приводит к изменению некоторых параметров микроклимата здания и возникновению ощущения дискомфорта у людей. Мною совместно с отделом инженерного контроля были проведены обследования жилых домов в городе Тольятти на предмет выявления износа элементов зданий. Параллельно выполнялись замеры параметров микроклимата в жилых помещениях. По результатам проведенных комиссионных обследования на многоквартирных домах были получены фактические данные о состоянии ограждающих конструкций и причинах возникновения их неисправностей, для последующей разработки мероприятий по их восстановлению. Объекты исследования выбирались по следующим факторам: материалам ограждающих конструкций,

периодам постройки жилых домов, этажностью более 4шт. и показателям старения конструкций.

Для определения закономерностей распределения по заданному объему помещения температур, относительной влажности и скорости движения воздуха, выполнялись измерения данных величин в трех поперечных направлениях по вертикали на высоте от поверхностей пола равной 0,1; 0,6 и 1,7 метра. В квартирах жилых домов выполнялись замеры параметров микроклимата на расстоянии 0,5м от отопительного прибора и внутренних поверхностей стен и в центре этого помещения.

Замеры температуры отопительных приборов, пола 1-го этажа, чердачного перекрытия и внутренних поверхностей оконных конструкций производились в четырех разных углах и по центру соответствующей поверхности. С интервалом не менее 5 мин выполнялись измерения температуры, скорости движения и влажности воздуха в помещении на разных уровнях здания.

Оценка параметров внутренне среды помещения дается на основе вышеуказанных условий и в дальнейшем разрабатываются мероприятия (рекомендации) по обеспечению нормируемых параметров микроклимата

Полученные результаты измерения параметров окружающей среды сводятся в таблицу по форме (см. таблицу 2.1).

Таблица 2.1 - Форма ведения результатов измерений скорости движения, температуры и влажности воздуха в помещении

Дата проведения обследования	№ Сечений и пунктов измерений	Параметры				Примечание
		t _в , °С	v, м/с	φ, %	t _{пов}	
1	2	3	4	5	6	7
16.02.2017	б-р Космонавтов д.18 кв.29	20,7	0,13	56	17,4	пример заполнения

В кухонных помещениях и санитарных узлах проводились замеры скорости воздуха, которые выполнялись при помощи прибора прибором Testo-405V1, у которого диапазон измерения скорости воздушного потока

составляет 0,1-10м/с. Измерения скорости воздуха выполнялись непосредственно перед вытяжной решеткой размером 110x150мм.

Объем удаляемого воздуха и помещения Q , м³/ч, определяется по формуле:

$$Q = 3600 \cdot F_{\text{реш}} \cdot v, \quad (2.5)$$

где $F_{\text{реш}}$ - площадь сечения вытяжной решетки, м²;

v - скорость удаляемого воздуха, м/с.

Температура поверхностей строительных конструкций зависит от теплофизических свойств их материалов и наличия конструктивных дефектов.

Шагая в ногу со временем управляющая компания ООО «Департамент ЖКХ г. Тольятти» на протяжении последних 14 лет проводит инструментальные обследования жилых домов на предмет теплопотерь ограждающих конструкций, используя термограф «ИРТИС 2000В1». В настоящее время - это самый современный прибор, который удовлетворяет всем требованиям Госреестра России. На рисунке 2.2 представлен стандартный вариант работы с прибором «ИРТИС 2000В1»

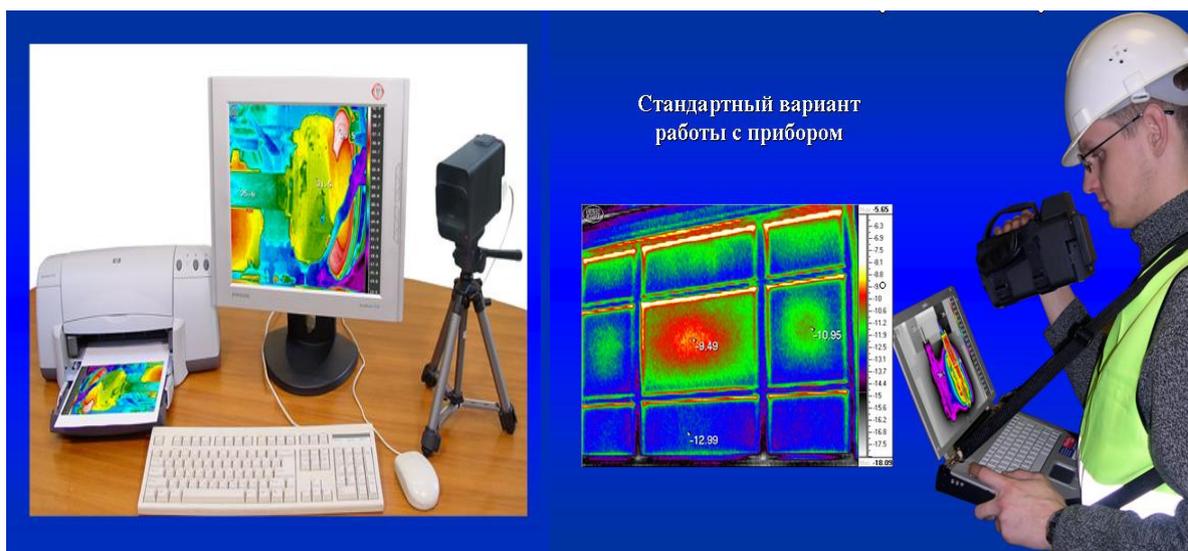


Рисунок 2.2 – Стандартный вариант работы с прибором «ИРТИС 2000В1»

В таблице 2.2 представлены основные технические параметры прибора «ИРТИС 2000 В1», применяемого при обследованиях наружных ограждений здания на предмет наличия теплопотерь.

Таблица 2.2 – Технические характеристики прибора «ИРТИС 2000В1»

Основные характеристики прибора «ИРТИС 2000В1»	
Чувствительность к перепаду температур на уровне 30° С	0,05°С (0,02°С)
Поле зрения	не менее 25х20 град.
Диапазон измерений	от -60 до +300°С (+500°С)
Диапазон рабочих температур	от -40 до +60°С
Время формирования кадра	не более 0,5 с, 1,6 с, 3,2 с
Время автономной работы	не менее 8 часов
Вес ИК- камеры	не более 1,4 кг
Габариты ИК-камеры	не более 92х120х200 мм

Для обследования системы вентиляции (скорость движения воздуха), дополнительно использовался прибор Testo-405V1, а для измерения параметров влажности в квартире Testo 605H1.

Ежегодно, в соответствии с утверждёнными «Мероприятиями по определению теплопотерь ограждающих конструкций жилых домов», составленных на основании обращений (заявлений) собственников жилья, в зимний период года, силами специалистов отдела инженерного контроля, организованы работы по обследованию проблемных объектов (квартир) на жилых домах, состоящих на управлении ООО «Департамент ЖКХ г. Тольятти» с проведением термографической съёмки прибором «ИРТИС - 2000 В1».

Анализ термографической съёмки объектов (многоквартирных домов), находящихся на управлении и обслуживании ООО «Департамент ЖКХ г. Тольятти» за последние 2 года.

В зимний период 2016 - 2017 г. обследовано - 60 объектов (квартир), из них требуют утепления – 48 шт.:

- 1) стеновые панели – 16 шт.
- 2) межпанельные швы – 30 шт.
- 3) плиты перекрытия – 2 шт.

Теплопотери не подтвердились – 12 объектов (квартир)

В зимний период 2017 - 2018 г. обследовано - 43 объекта (квартиры), из них требуют утепления – 35шт.:

- 1) стеновые панели –13 шт.
- 2) межпанельные швы – 28 шт.
- 3) плиты перекрытия – 2 шт.

Теплопотери не подтвердились – 8 объектов (квартир).

Ниже представлены термограммы, выполненные термографом «ИРТИС 2000 В1» и фотографии наиболее характерных видов теплопотерь жилых домов (межпанельные швы, стеновые панели, плиты перекрытия подвального помещения, плиты перекрытия пола технического этажа), термограммы с видимыми нарушениями схемы подключения приборов отопления к отопительной сети жилого дома по инициативе собственников жилья, без учёта соответствия их проекту.

Анализ теплопотерь показывает, что в зимний период 2016-2017 г. В 48 объектах (квартирах) были выявлены теплопотери ограждающих конструкций.

Наиболее подвержены теплопотерям ограждающие конструкции жилых домов серий: 121 Т; 1-515; 2-49; 1-464А; 2-60; 111-121-1; 2, 2-68

Теплопотери были выявлены как в панелях и межпанельных швах, так и в зоне подвала и чердачного полуэтажа.

В 38,3% объектов теплопотери ограждающих конструкций были выявлены в кирпичных стенах и стеновых панелях.

Термические аномалии в зоне наружных стен свидетельствуют о неоднородности строительных материалов. Причиной можно считать ухудшение теплотехнических качеств внешних ограждающих конструкций, которые могут возникнуть от образования конденсата и грибковой плесени.

В 20,5% объектов - дефекты межпанельных швов.

На рисунке 2.3 показана фотография торца кирпичного жилого дома и термограмма, сделанная при помощи прибора «ИРТИС 2000 В1».

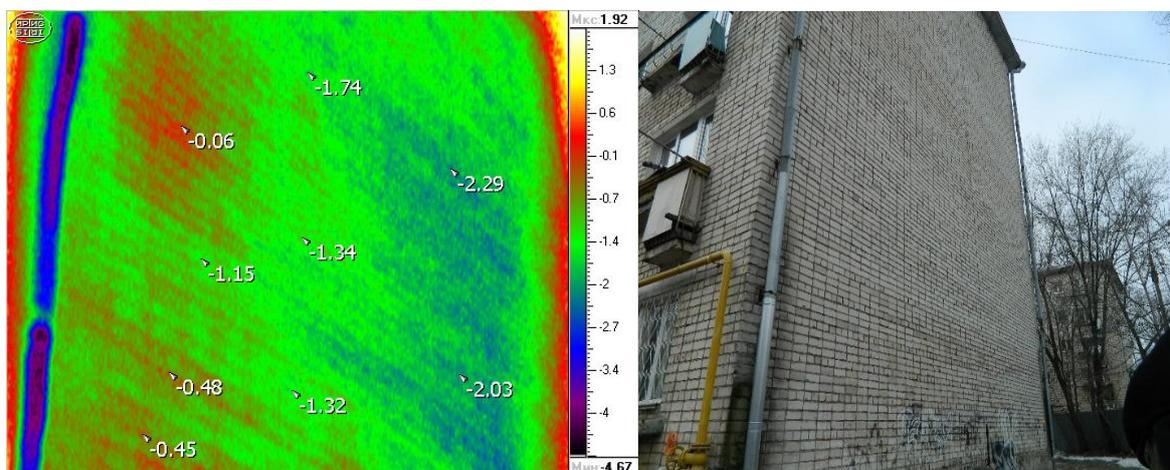


Рисунок 2.3 – термограмма и фотография с торца кирпичного многоквартирного дома

Разгерметизация стыков, в частности межпанельных швов, может произойти по следующим причинам:

а) несоблюдение необходимых технологических норм при выполнении строительно-монтажных работ;

б) в результате смещение стеновых панелей относительно друг друга. Данный смещение может являться следствием неравномерной осадки несущих конструкций здания;

в) возникновение деформаций стеновых панелей из-за температурных колебаний;

г) влияние на герметизированные стыки метеорологических факторов, таких как снег и дождь.

В 14,1% объектов – утечки тепла через перекрытия пола и потолка.

На рисунке 2.4 показана фотография торца панельного жилого дома и термограмма, сделанная при помощи прибора «ИРТИС 2000 В1».

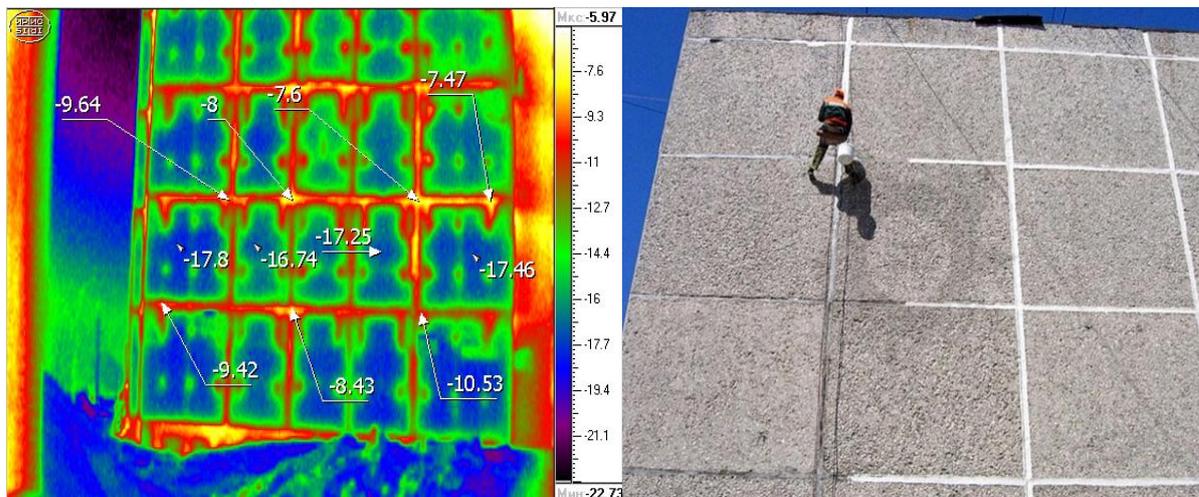


Рисунок 2.4 – термограмма и фотография с торца панельного многоквартирного дома

До 15 % тепла в жилом доме теряется через неплотности окон и балконных дверей.

На рисунке 2.5 показана термограмма места сопряжения оконного профиля рамы с оконной створкой.

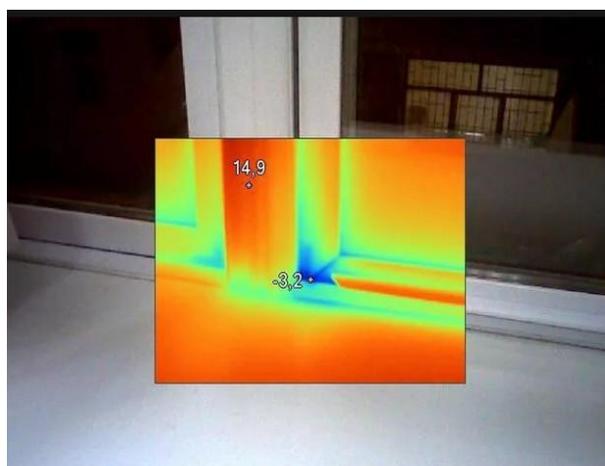


Рисунок 2.5 – Термограмма оконного блока ПВХ

Для исключения теплопотерь ограждающих конструкций квартиры, собственникам жилья рекомендуется своевременно заменять стандартные оконные блоки на пластиковые, или деревянные с тройным стеклопакетом.

Как правило, термическими аномалиями отличаются и наружные стены с окнами, под которыми находятся радиаторы отопления в виду их близости к стене. Теплообмен в виде излучения от радиатора и наружной стене и конвекция, а также возможный застой тепла под подоконником и из-за занавесок в сочетании с недостаточным коэффициентом теплоизоляции наружной стены приводят к существенным повышениям температуры, а, следовательно, и к высоким теплотерям в этой зоне (рисунок 2.6).

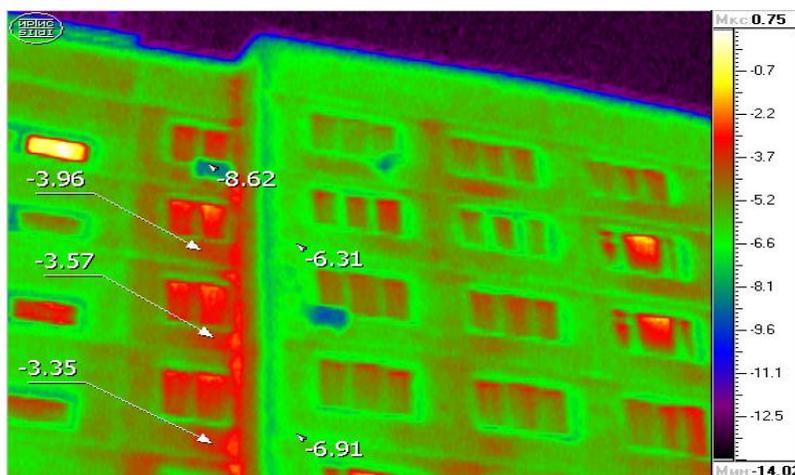


Рисунок 2.6 – Теплотерии через стеновые панели в местах с близким расположением приборов отопления к стене

Варианты утепления:

Собственнику жилья рекомендуется наклеивать материал «Пенотерм» на стену за прибором отопления. Лучистая энергия, отражаясь от утеплителя, выделяется внутри квартиры, что способствует повышению температуры в помещении.

Большую часть теплотерей ограждающих конструкций составляют потери, которые вызваны неправильной эксплуатацией объектов (квартир) собственниками жилья.

1) Нарушение воздухообмена квартиры при закрытии вытяжной вентиляции, что приводит к появлению плесени.

2) Навешивание ковров, картин на торцевых стенах, приводящее к промерзанию стеновых панелей.

3) Установка пластиковых окон без функции микропроветривания, что способствует застою воздуха и увеличению влажности в квартире.

4) Установка мебели вблизи торцевых стен, что приводит к промерзанию нижнего горизонтального шва и самой панели.

5) Эксплуатация оконных блоков, утративших герметические свойства, в связи с превышением времени их использования.

6) Наличие большого количества цветов в квартире, приводящее к повышению влажности и как следствие увеличению теплопотерь ограждающих конструкций.

7) Сушка белья в квартире, способствует повышению влажности и выпадению росы на стенах квартиры.

8) Приборы отопления, установленные собственником жилья, без учёта соответствия их проекту, что приводит к изменению микроклимата в квартире (понижение температуры).

Решение: инженерам, мастерам ЖЭУ, старшим по домам, доводить до собственников жилья правила и нормы эксплуатации жилищного фонда.

Рекомендации собственникам жилья:

Согласно «Правил и норм технической эксплуатации жилищного фонда»:

п. 3.1.2 Помещения необходимо содержать в чистоте при температуре, влажности воздуха и кратности воздухообмена в соответствии с установленными требованиями.

п. 3.1.3 Устранение конденсата на трубах водопровода и канализации в санитарных узлах и кухнях следует достигать частым проветриванием помещения при полностью открытых вентиляционных отверстиях.

п. 3.1.4 Для обеспечения нормального температурно-влажностного режима наружных стен не рекомендуется устанавливать к ним громоздкую мебель, особенно в наружных углах; вешать на наружные стены ковры и картины

а) При установке пластиковых окон в зимнее время устраивать в квартире сквозное проветривание 3 раза в день по 5 минут для лучшего воздухообмена.

б) При замене приборов отопления, согласовывать данное решение с управляющей компанией.

2.3 Анализ износа здания и изменения эксплуатационных свойств ограждений

Со временем стены многоквартирных жилых домов в результате эксплуатации претерпевают изменения в худшую сторону (накапливают усталость, происходит старение). Внутренняя среда гражданских зданий формируется с помощью инженерного оборудования и ограждающих конструкций.

Для оценки физического износа ограждающих конструкций были обследованы 16 домов с кирпичными стенами и 20 панельных многоквартирных домов. Средний срок эксплуатации панельных домов составляет 32 года, и кирпичных – 34. В таблице 2.3 показаны основные признаки износа стен МКД в зависимости от их износа.

Таблица 2.3 - Наблюдаемые дефекты, представленные по признакам физического износа

Износ, %	Признаки физического износа стен	
	В кирпичных домах	В панельных домах
от 0 до 10	Появляются трещины шириной до 1 мм	Повреждения отдельных элементов фасада до 5%, местами незначительные выбоины
от 11-20	Появляются трещины шириной до 2 мм (вглубь до 1/3 стены), отслоение местами штукатурного слоя, местами выветривание швов	Небольшие повреждения облицовки стен (общая площадь мест до 10%), трещины на панелях, следы протекания влаги внутрь здания

	на глубину до 1см (площадь составляет до 10%)	
от 21 до 30	Происходит выпадение отдельных кирпичей, выветривание швов на глубину до 2 см (площадь составляет до 30%), образование трещин в перемычках шириной более 2 мм, повышение влажности ограждений	Значительное отслоение облицовочного слоя панелей (общая площадь повреждений до 20%)
от 31 до 40	Происходит общее ослабление кирпичных стен, выпадают отдельные кирпичи, швы выветриваются на глубину до 4см (площадь составляет до 50%), местами высолы на стенах	Разрушение раствора межпанельных стыков, промерзание ограждающих конструкций в 5% помещений
от 41 до 50	Под оконными проемами образуются сквозные трещины, отдельными местами видны повреждения кирпичной кладки, в пределах помещения происходит выпучивание стен (в пределах более 1/200 высоты помещения)	Нарушение отделки внутри помещения, следы протечек воды внутрь помещения (10% от общего объема), высолы, повреждение наружного слоя панелей до 30%

По результатам проведенных комиссионных обследований наружных ограждающих конструкций с применением дорогостоящих приборов были выявлены дефектные места ограждений с износом от 0 до 45%. Проанализировав полученные данные был определен средний износ ограждающих конструкций на обследуемых объектов – 29%. На характеристики ограждающих конструкций МКД, в частности на прочность, оказывают влияние такие факторы, как: содержание в окружающей среде кислот и щелочей, воздействие солнечной радиацией при длительном воздействии на материал стен. Результаты исследования показывают, что в настоящее время на конструкции жилых домов значительное влияние оказывает агрессивное воздействие окружающей среды. Об этом свидетельствует большое количество образовавшихся на многоквартирных домах трещин, высолов, появление грибковых образований на внутренних поверхностях ограждающих конструкций,

местные разрушения кирпичных карнизов, отслоение защитного слоя бетона на балконных плитах, повреждения штукатурного слоя цоколя.

В период подготовки данной работы (2016-2018гг) были проведены комиссионные обследования (совместно с отделом инженерного контроля УК) и в дальнейшем проведен анализ полученных данных по техническому состоянию объектов (панельных и кирпичных МКД в количестве 36 шт.). Обследование выполнялось по методике, описанной в строительных нормах, в результате которой был определен на каждом жилом доме физический и моральный износ конструкций здания, а также проведены замеры параметров микроклимата в жилых помещениях.

На рисунке 2.7 изображена диаграмма технического состояния стен жилых домов города Тольятти (процент износа от общего объема обследованных МКД).

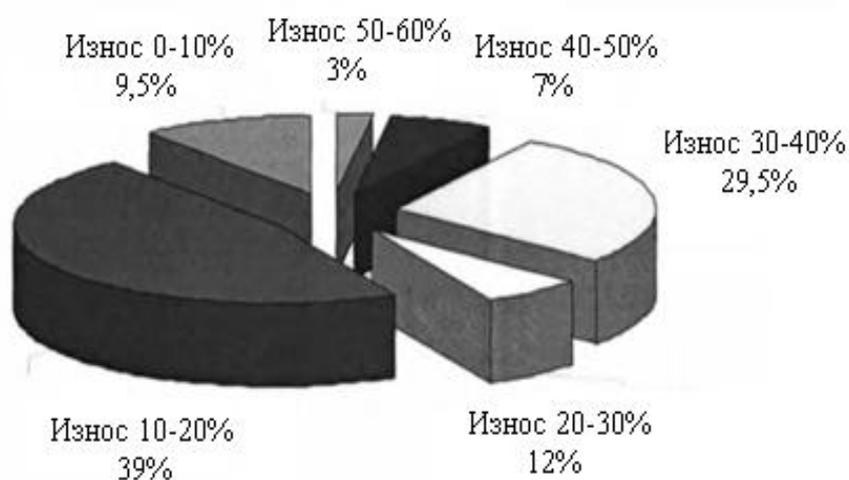


Рисунок 2.7 – Диаграмма технического состояния стен обследуемых жилых домов с указанием процента износа от общего количества обследованных МКД

Из диаграммы следует, что количество объектов, физический износ которых составляет менее 20% (хорошее состояние), составляет 48,5%; в

удовлетворительном состоянии с износом 21-40% - 41,5% от общего числа; в плохом состоянии с износом 40-60% - примерно 10%.

По результатам комиссионных обследований было выявлено, что эксплуатационные характеристики наружных ограждений здания ухудшаются из-за увеличения со временем эксплуатационного износа таких элементов, как монтажные межпанельные швы, оконные конструкции, появлением трещин и щелей в ограждениях.

Для анализа раскрытия трещин на наружных ограждающих конструкциях были проведены наблюдения за гражданскими зданиями в количестве 36 шт. со значением доверительной вероятности $P=0,95$, точностью равной 5%, значением достоверности $t = 1,96$ и коэффициентом вариации показателя плотности трещин принимаем $V = 10 \%$

Так как общее количество зданий сравнительно небольшое будем рассчитывать выборку по формуле: $n = 1,96^2 \cdot 10^2 \cdot 36 / (1,96^2 \cdot 10^2 + 36 \cdot 5^2) = 10,8$ шт.

Далее выполняем корректировку объема выбора: $n^* = 36 \cdot 10,8 / (36 - 1 + 10,8) = 9$ домов.

В таблице 2.4 представлены данные, полученные в ходе обследований жилых домов на предмет наличия в ограждающих конструкциях трещин и щелей, выявления нарушений герметизации межпанельных швов и стыков.

Таблица 2.4 – Выявленные дефекты (щели и трещины) в разных сериях жилых домов в городе Тольятти

	Серия дома (к)-кирпичный, (п)-панельный		
	121Т (п)	1-447	Всего
Обследовано МКД	20	16	36
Выявлено наличие трещин в квартирах	58	25	83

По полученным данным проведен анализ на основании которого было определено, что в холодный период года через подоконные стыки (до 35% щелей) происходит инфильтрация воздуха в помещение. Также в крупнопанельных домах серии 121Г были выявлены нарушения герметизации межпанельных швов в количестве 25% от суммарного количества трещин; в кирпичных и панельных зданиях случае износа ограждающих конструкций 25% имеют соответственно значения 40 и 55%

В кирпичных зданиях выявлены расслоения и растрескивание кладки под окнами, а также многочисленные трещины по всему зданию в целом.

В панельных жилых домах в основном происходит нарушение герметичного слоя между панельных стыков.

На образование трещин в ограждающих конструкциях и на нарушение герметизации стыков элементов конструкции влияют: проседание фундамента в начале эксплуатации, разрушение в результате выветривания защитного слоя ограждения и температурные деформации здания. Выполненные исследования показали, что иногда на верхних этажах жилого крупнопанельного дома происходит выгибание ограждений в сторону нагревания поверхностей стеновых панелей при температурных деформациях. В холодный период в среднем за один год может происходить деформация стыка размером около 2 мм, размером 1 мм – 10 раз и размером 0,5мм – 150 раз в год.

В результате выветривания стеновых панелей определена зависимость распределения неисправностей от их ориентации по сторонам.

На основании вышеизложенного был проведен сравнительный анализ вероятности появлений признаков износа стен зданий, расположенных в городе Тольятти. В результате были получены следующие данные: на северном и западном фасаде неисправности зафиксированы в 18% случаев, а на южном и восточном фасадах – 54% (рисунок 2.8).

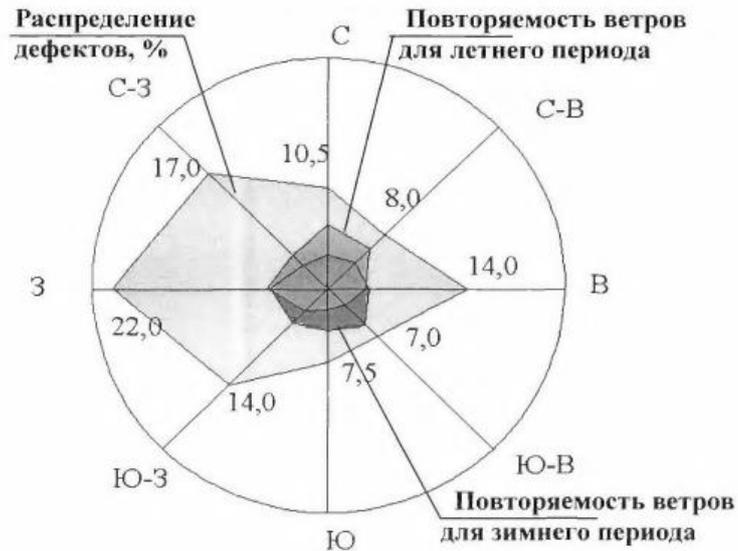


Рисунок 2.8 - Распределение дефектов ограждений дома серии 1-147С от ориентации стен по сторонам света

Из рисунка 2.9 видно, что на сторонах фасада здания, где преобладает влияние ветров, стены больше накапливают влагу в результате чего уменьшается прочность ограждений здания. Дополнительно можно сделать вывод о понижении температуры внутренних поверхностей и смещении температурного поля к ним при небольшом северном или северо-западном направлении ветра. В связи с вышеизложенным следует, что при комплексном изучении влияния износа наружных ограждений на внутреннюю среду в жилых помещениях необходимо брать во внимание направление ветра.

Появление на фасаде жилого дома трещин и щелей приводит к усиленной инфильтрации внутрь помещения наружного воздуха, повышенному уровню шума, к уменьшению значений температуры на внутренних поверхностях стен здания, к увлажнению всей конструкции от осадков.

На основе архивных данных проведенных обследований на жилом фонде города Тольятти было выявлено, что через 10 лет после выполненного капитального ремонта жилого дома: в 25% от общего числа

квартир выявлены нарушения стыков стеновых панелей из-за повышенной инфильтрации ограждающих конструкций; в 40% жилых помещений выявлены протечки через кровельное покрытие.

Большая часть нарушения эксплуатационных показателей связаны с поступлением в жилые помещения влаги через кровлю.

Для получения исходной информации по надежности кровельного материала (рулонного), был выполнен сбор данных о состоянии кровли за последние 12 лет (обследовано 36 дома г. Тольятти общей площадью 71817 м²). Для обработки полученных данных о состоянии кровельного покрытия многоквартирных домов воспользуемся следующими определениями.

Статистическая вероятность безотказной работы вычисляется по формуле:

$$P(\tau) = \frac{N_0 - n(\tau)}{N_0}, \quad (2.6)$$

где N_0 - число элементов, подвергавшихся испытанию на отказ;

$n(\tau)$ – число отказавших элементов за определенное время.

Статистическую вероятность отказа определим по формуле

$$Q \tau = 1 - P(\tau), \quad (2.7)$$

В данном примере функция распределения отказов рассчитывается по формуле

$$F(\tau) = \frac{1}{N_0} \cdot \sum_{k=2}^i n_p, \quad (2.8)$$

где n_p число отказов за k -й интервал времени.

Частота отказов $a(\tau)$ указывает на плотность их распределения и определяется по формуле:

$$a(\tau) = \frac{\Delta n(\tau)}{N_0 \Delta \tau}, \quad (2.9)$$

где $\Delta n(\tau)$ число отказов за время $\Delta \tau$.

В большинстве обследованных жилых домов как кирпичных, так и панельных, были выявлены многочисленные повреждения кровельного

покрытия (местами до 40м²), нарушения примыкания балконных козырьков.

По полученным данным была составлена таблица 2.5 с количественной характеристикой надежности рулонного материала кровли.

Таблица 2.5 - Расчетные значения вероятности безотказной работы $P(\tau)$, интенсивности отказов $\lambda(\tau)$ и частоты отказов $\alpha(\tau)$ плоской кровли обследуемых домов

Номер года исследования	Интервал H_i	Число отказов n	Вероятность безотказной работы $P(\tau)$	Вероятность отказа $Q(\tau)$	Частота отказов $\alpha(\tau) \cdot 10^{-4}$	Интенсивность отказов $\lambda(\tau) \cdot 10^{-4}$
1	0-365	187	0,97	0,06	1,6	1,7
2	365-730	785	0,7	0,29	6,6	9,4
3	730-1095	320	0,61	0,39	2,6	4,2
4	1095-1460	112	0,57	0,43	0,9	1,6
5	1460-1825	248	0,49	0,51	2,1	4,2
6	1825-2190	99	0,46	0,54	0,8	1,7
7	2190-2555	184	0,41	0,59	1,5	3,6
8	2555-2920	250	0,33	0,67	2,1	6,3
9	2920-3285	370	0,21	0,79	3,1	1,5
10	3285-3650	69	0,2	0,8	0,6	3
11	3650-4015	280	0,11	0,89	2,3	2,1
12	4015-4380	344	0	1,0	2,9	-

На основании полученных данных была построена график изменения во времени суммарных отказов (рисунок 2.9), а также построена диаграмма безотказной работы рулонной кровли (рисунок 2.10)

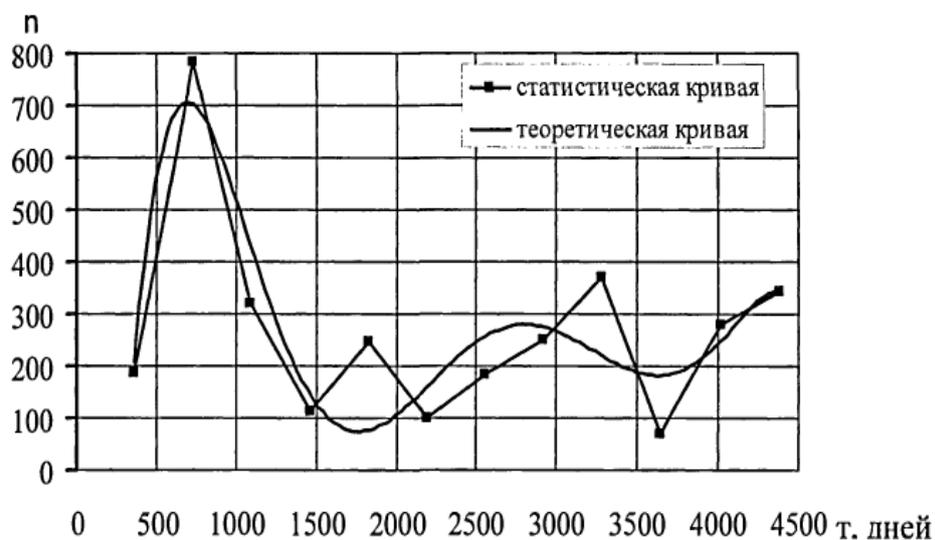


Рисунок 2.9 – График изменения суммарных отказов плоской кровли (рулонной) с течением времени

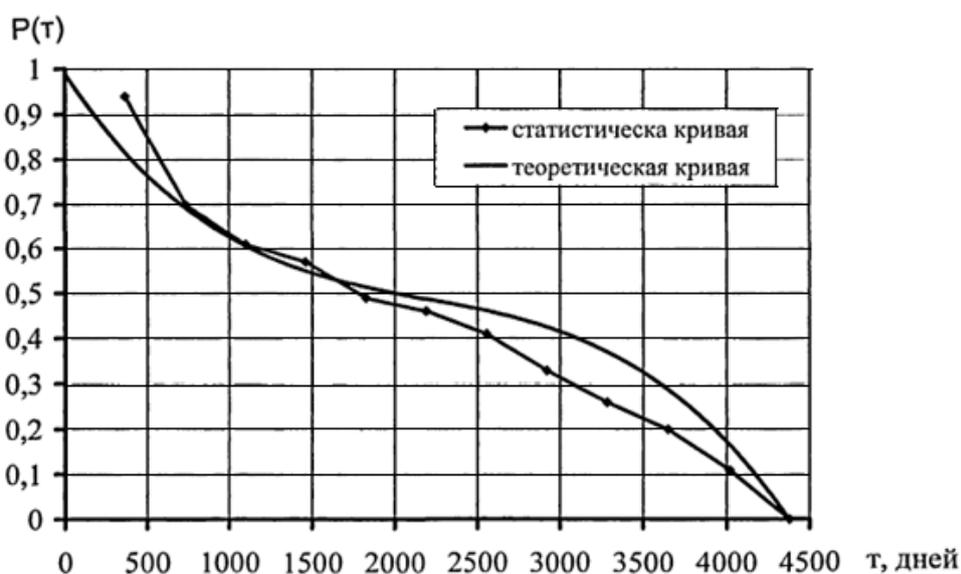


Рисунок 2.10 – Диаграмма безотказной работы плоской кровли (рулонной)

После четырех лет со дня запуска жилого дома в эксплуатацию рулонная кровля уже нуждается в текущем ремонте (повреждено около 60% покрытия).

Первые обращения жителей жилого дома по вопросу протечек кровельного материала поступают в зависимости от конструктивных

особенностей кровель (по проекту), условий эксплуатации здания и общего количества выступающих элементов конструкции.

Повреждения рулонной кровли бывают следующих видов: образование вздутых мест площадью до 4м², частичный износ гидроизоляционного материала, дефекты внутренних водостоков, малые уклоны и дефекты примыкания к различным элементам.

Распределение протеканий на верхних этажах зависит от физического износа кровельного материала.

По полученным данным распределения протекания кровельного материала по высоте девятиэтажных крупнопанельных жилых домов серии 1-164А и кирпичных домов серии 1-447С в городе Тольятти была сформирована таблица 2.6.

Таблица 2.6 - Количество протечек наружных стен в зависимости от этажности здания

Этаж	Процент протекания кирпичных стен от общего количества, %	Процент протекания крупнопанельных стен от общего количества, %
1	7	8
2	9	9
3	9	11
4	6	5
5	7	6
6	9	9
7	11	13
8	17	16
9	25	23

Проанализировав протекания через наружные стены, было выявлено что в крупнопанельных жилых домах (серии 121Т) дефектные места сосредоточены у верхних этажей здания и с торцевой части здания, в кирпичные жилые дома (серии 1-447С) большее количество жалоб от собственников поступает от трех верхних этажей. На верхних этажах протечки происходят в связи с нарушением кровельного покрытия и температурными деформациями стеновых панелей. Износом мест сопряжения балконных плит и карнизов с наружными ограждениями, а

также нарушения гидроизоляции фундамента приводят к появлению следов протечек на первом этаже.

Повышенная влажность стен способствует повышению относительной влажности воздуха внутри квартир. Относительная влажность воздуха также увеличивается при отсутствии проветривания помещений (воздухообмена нет) и по причине износа наружных ограждений. Дополнительное сопротивление движению воздуха создает засорённость вентиляционных каналов (со временем там появляется пыль, паутина и др.) в результате чего снижается эффективность системы вентиляции в квартирах.

В результате износ ограждающих конструкций происходит снижение температуры внутреннего воздуха в помещениях, где проживают люди, что тоже влияет на снижение воздухообмена в данных помещениях в связи с уменьшением температурного напора.

Следовательно, на состояние микроклимата жилых помещений также оказывает плохой воздухообмен в них, образовавшийся в результате застоя воздуха и накопления вредных веществ (таких как пыль, радон и др.) в помещении.

Натурные обследования многоквартирных домов выполнялись в жилых помещениях здания, оборудованных разнообразными приборами панельно-лучистого отопления или конвекторами на основе чего была выполнена оценка соответствия характеристик воздушной среды в данных помещениях.

По данным натурных исследований была составлена таблица 2.7, в которой определена оценка параметров микроклимата помещений в крупнопанельных домах серии 1-464А и кирпичных домах серии 1-447С с износом наружных ограждений от 10 до 50%.

Таблица 2.7 - Оценка параметров внутренней среды помещений в обследованных зданиях

Обследования на предмет нарушения	Январь-февраль 2017г.
-----------------------------------	-----------------------

качества микроклимата	Количество помещений с дефектами, шт.	Процент от общего числа помещений, %
Температура в жилых помещениях в холодный период года ниже нормируемой	58	80
Температура полов ниже нормируемой	3	11
Повышенная влажность воздуха	46	40
Повышенное движение воздуха внутри помещения	4	80
Недостаточный воздухообмен на кухнях	54	85
Недостаточный воздухообмен на в санузлах	51	52

Из таблицы 2.7 следует, что в большинстве случаев отклонение от основных параметров микроклимата нормативных показателей, а именно: температуры, влажности, воздухообмена в помещении, происходит в холодный период года. В результате износа (старения) ограждающих конструкций и элементов (вентканалы) здания зафиксировано превышение допустимых значения параметров микроклимата в 75% обследованных помещений.

На основании полученных результатов в ходе выполненных обследований требуется добавить в номенклатуру предельных состояний случай с нарушением комфортности проживания людей в помещениях. Для детального изучения влияния износа ограждающих конструкций МКД на изменение параметров микроклимата в помещении ниже приведены результаты исследования внутренней среды обследуемых жилых домов.

2.4 Влияние старения ограждающих конструкций на влажность воздуха в помещении

В жилых помещениях при долгом сроке эксплуатации велика вероятность повышения относительной влажности воздуха. На высоких этажах повышается относительная влажность воздуха, что приводит к отсутствию притока в помещение свежего воздуха или неправильной

работы системы вентиляции в квартире, протечек наружных ограждений, кровли, в подвальные помещения, а на нижних этажах из-за износа инженерного оборудования.

Для определения зависимости относительной влажности внутреннего воздуха от фактического количества протечек через наружные ограждения или кровлю, износа ограждающих конструкций, были выполнены обследования в переходный период года (проветривания помещений не выполнялись) совместно со специалистами отдела инженерного контроля зданий серии 1-447С (кирпичные).

При проведении замеров записывалась площадь протекания (таблица 2.4) через поверхность, в результате чего были определены износы стен зданий, которые равняются 15, 30, 40%. Полученные данные по увеличению относительной влажности внутреннего воздуха в квартире с износом ограждающих конструкций 40% и наличием протечек от высоты этажа жилого дома представлены на схемах 2.11, 2.12, 2.13.

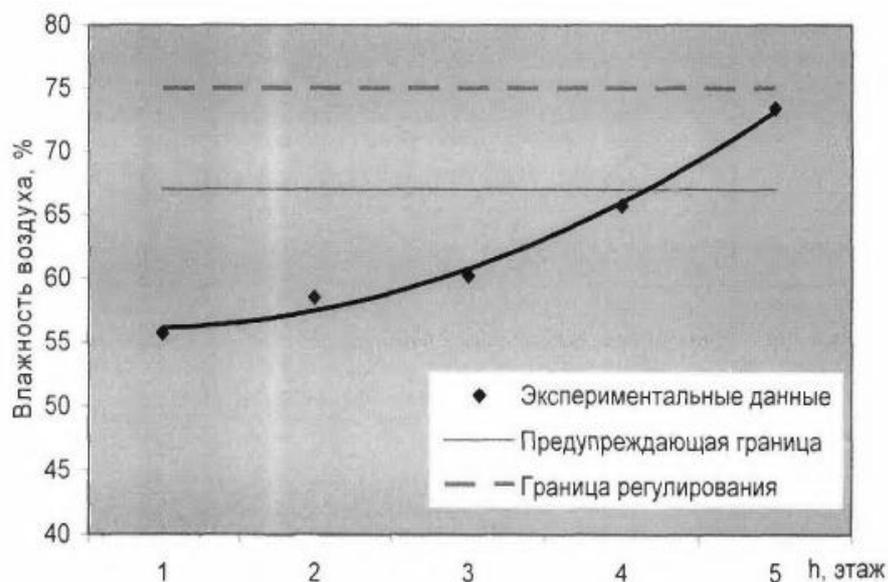


Рисунок 2.11 - Увеличение влажности внутреннего воздуха в зависимости от высоты многоквартирного дома с износом ограждающих конструкций 40 % и наличием протечек

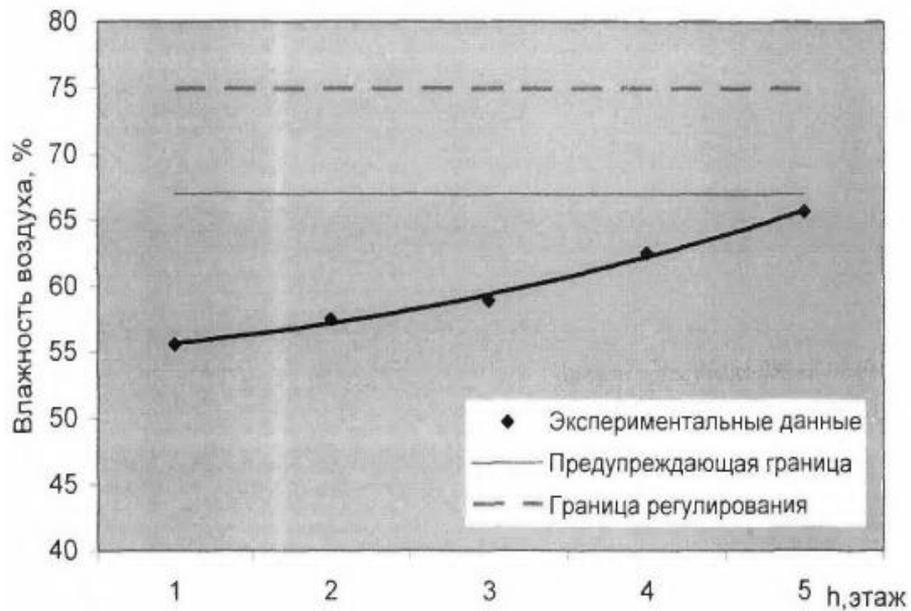


Рисунок 2.12 - Увеличение влажности внутреннего воздуха в зависимости от высоты многоквартирного дома с износом ограждающих конструкций 30 % и наличием протечек

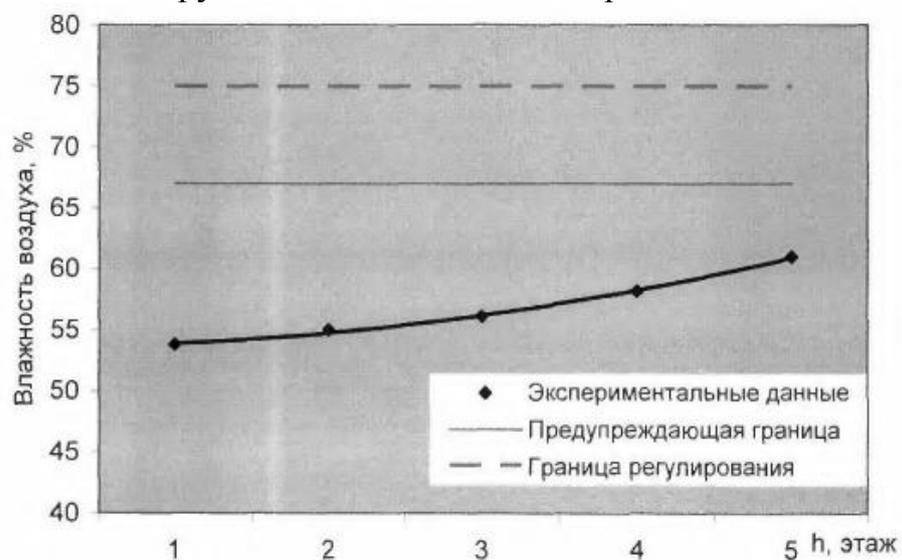


Рисунок 2.13 - Увеличение влажности внутреннего воздуха в зависимости от высоты многоквартирного дома с износом ограждающих конструкций 15 % и наличием протечек

Из рисунков 2.10 и 2.11 можно сделать вывод, что на последних этажах жилого дома относительная влажность выходит за допустимые значения на 15% и на 7% от оптимальных показателей

Относительная влажность воздуха внутри помещений по рисунку 2.12 не превышает определенные допустимые значения. Выполнив обработку данных полученных в результате исследований и существующей литературы были получены зависимости (2.10, 2.11, 2.12), по которым можно определить относительную влажность в квартирах пятиэтажных зданий по высоте помещения при физическом износе стен 40, 30, 15%

$$\varphi = 0,8571 \cdot h^2 - 0,3629 \cdot h + 53,58, \quad (2.10)$$

$$\varphi = 0,3429 \cdot h^2 + 0,4629 \cdot h + 54,88, \quad (2.11)$$

$$\varphi = 0,3714 \cdot h^2 - 0,5686 \cdot h + 54,54, \quad (2.12)$$

где h - этаж здания.

Полученные данные занесены в таблицу 2.8.

Таблица 2.8 – Данные обследования по изменению влажности воздуха внутри помещений по высоте жилого дома в зависимости от его износа

Износ, %	Тип зависимости	Достоверность аппроксимации, R^2	Форма связи
40	$\varphi=0,857h^2-0,3629h+53,58$	0,979	Полиномиальная
30	$\varphi=0,3429h^2+0,4629h+54,58$	0,98	
15	$\varphi=0,3714h^2-0,5686h+54,54$	0,97	

Данные таблицы 2.8 можно применять для расчета изменения относительной влажности воздуха внутри помещения от числа зафиксированных протечек по высоте многоквартирного дома.

Увеличение относительной влажности в квартирах находится в допустимых пределах в случае протеканий через кровлю и микротрещины в ограждениях здания на площадях до 10%.

Графическая зависимость изменения влажности воздуха в помещениях многоквартирных домов (рисунок 2.13) была построена на основе формул 2.10, 2.11 и 2.12 для ограждающих конструкций с протечками составляющими 15-40%

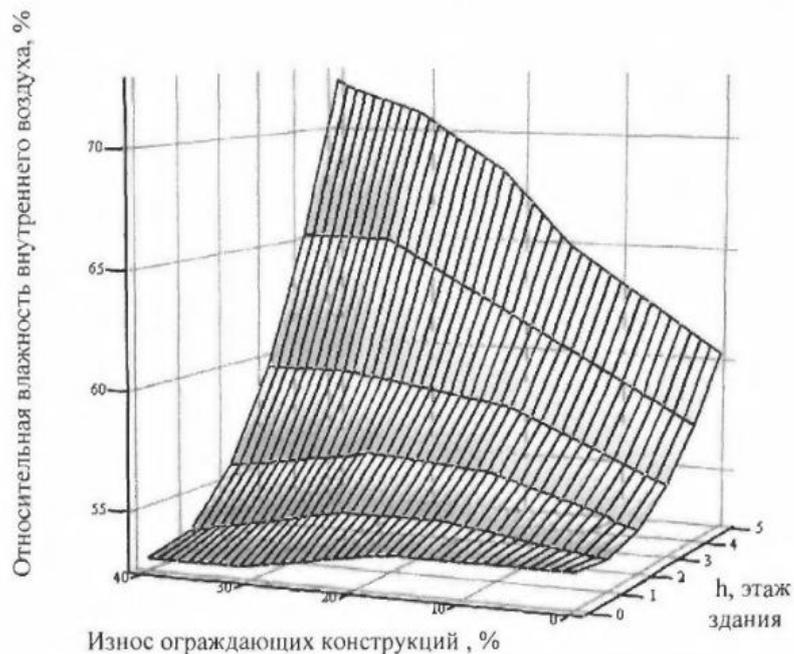


Рисунок 2.13 - Изменение влажности внутреннего воздуха в зависимости от износа ограждающих конструкций здания

Построенный график зависимости (рисунок 2.13) выполнен для пятиэтажных зданий старой постройки. В результате проведенного анализа было выявлено, что при повреждениях конструкции в диапазоне 15-20% проникновение влаги в квартиры не существенное, в связи с чем относительная влажность внутреннего воздуха практически не изменяется. При более высоком износе стен здания равном 30% на последних этажах значительно возрастает влажность воздуха, а на первом и втором соответствует нормативным значениям. В случаях с износом ограждений около 40% протечки происходят по всему жилому дому и влажность в жилых помещениях на любых этажах не соответствует имеющимся нормам.

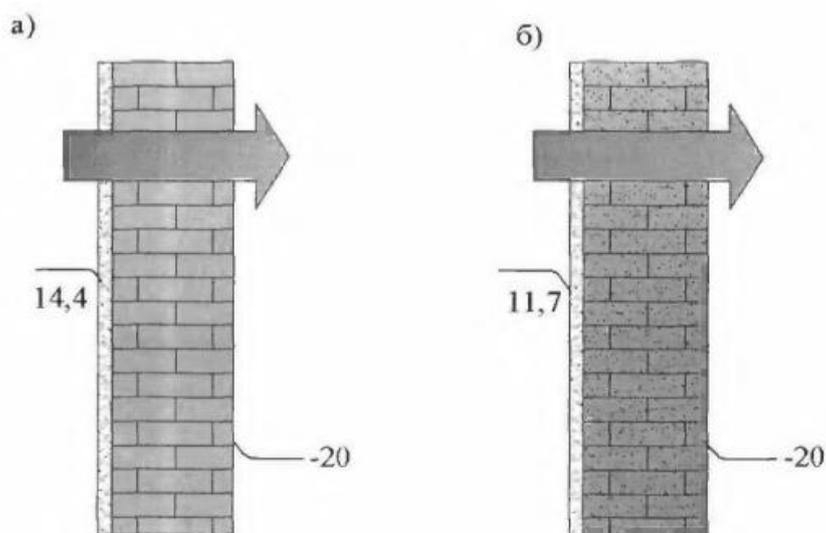
2.5 Изменение температуры внутреннего воздуха и внутренних поверхностей в результате износа здания

При воздействии физического износа на ограждающие конструкции возникают на них трещины и щели, которые влияют на температуру внутренних поверхностей стен, понижая ей до уровня ниже допустимого.

Теплоизоляционные качества ограждающих конструкций зависят от следующих параметров: физического износа, характеристик строительных материалов, воздухопроницаемости и влажности стен в целом.

Температурный перепад между внутренними поверхностями стен и температурой внутреннего воздуха в помещении может возрасти до 30% в случае проникания влаги в материал через неплотное прилегание стыков элементов конструкции.

Для определения влияния повреждений наружных ограждающих конструкций МКД на температуру внутри помещений во время комиссионных обследований выполнялись необходимые замеры пятиэтажных многоквартирных домов (серии 1-447С) с имеющимся износом, составляющим около 15 и 35%. В результате сравнения температуры внутренних поверхностей из кирпича с физическим износом, который возникает в результате нарушения герметизации швов и промерзания ограждающих конструкций, были получены следующие результаты, рисунок 2.14.



а) при износе ограждения - 15 %; б) при износе ограждения – 35%

Рисунок 2.14 - Результаты влияния износа на температуру поверхности ограждения (внутреннюю)

Из рисунка 2.14 видно, что если температура воздуха снаружи здания в холодный период года равняется $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$, то на внутренних поверхностях ограждений здания температура составила $14,4^{\circ}\text{C}$ при износе стен 15%, и $11,7^{\circ}\text{C}$ при износе стен 35%. В результате проникновения влаги в жилое помещение через появившиеся микротрещины в ограждениях температура внутренней поверхности стены падает на 30%

Комиссионные обследования жилых помещения города Тольятти на предмет выявления наличия потерь тепла через ограждающие конструкции, а также для проведения замеров параметров климата внутри помещений, выполнялись в квартирах, оборудованных различными отопительными приборами (радиаторами и конвекторами).

Температура внутреннего воздуха фиксировалась в журнале и выполнялась по вышеизложенной методике на типовых и первом этажах в зимний период года при температуре воздуха вне помещения в диапазоне $10-15^{\circ}\text{C}$. Далее проводился сравнительный анализ полученных данных с нормативными показателями, согласно которым в обслуживаемой зоне помещения значение перепада температуры воздуха внутри помещения при выполнении замеров в различных точках не должно превышать для оптимальных условий более $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ и для допустимых - $3\text{ }^{\circ}\text{C}$.

На основании полученных данных выполнены схемы распределения температуры воздуха (рисунках 2.15 и 2.16) в зависимости от постепенной утраты технических качеств ограждений.

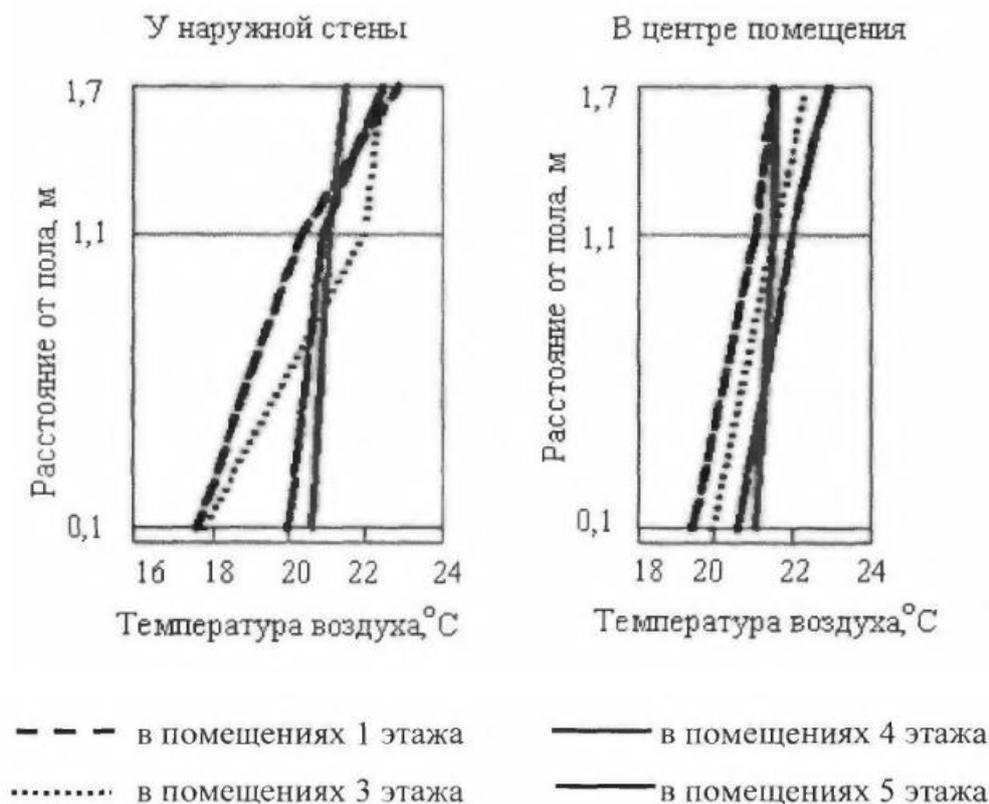


Рисунок 2.15 - Распределение температуры воздуха по высоте помещения при потере технических качеств ограждений на 15 %

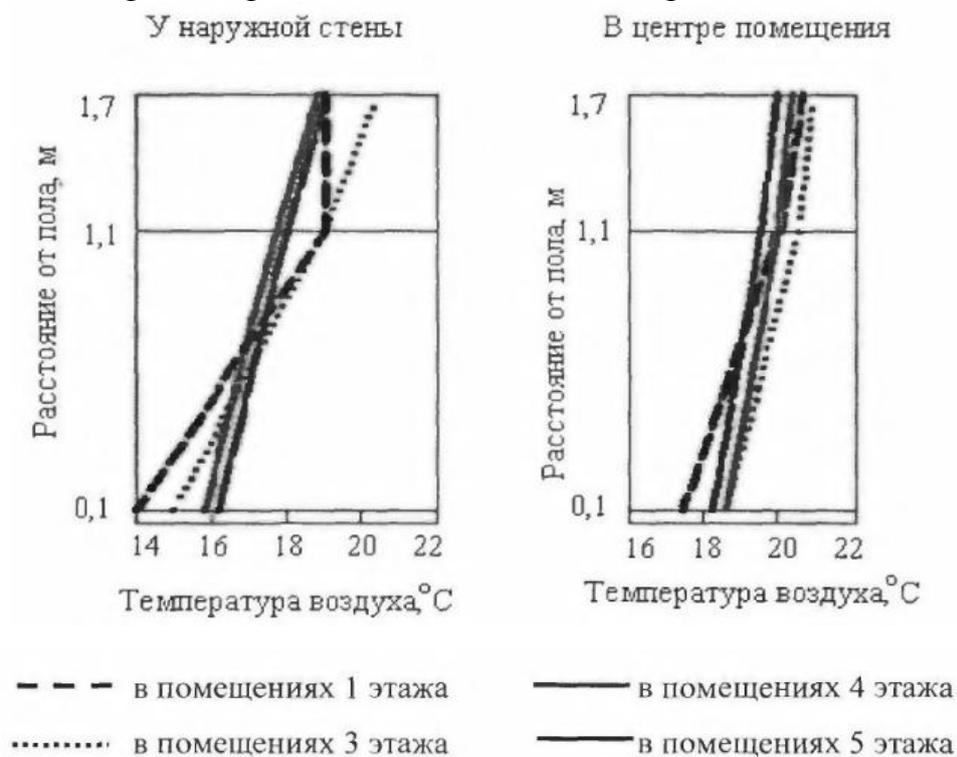


Рисунок 2.16 - Распределение температуры воздуха по высоте помещения при потере технических качеств ограждений на 35 %

По данным схемам (рисунки 2.14 и 2.16) можно увидеть происходящие изменения температуры воздуха по расстоянию от пола до потолка в обследуемом помещении в центральной части помещения и в районе оконных конструкций. Выявлено, что при износе конструкции равном 35% и присутствии в ней микротрещин и щелей температура воздуха внутри помещения у пола не соответствует допустимым предельным показателям, данный факт объясняется снижением температуры ограждающих конструкций из-за наличия повреждений (трещин).

Сравнивая температуру на высоте 0,1м, 1,1м и 1,7м от пола в помещениях на первом и третьем этаже жилого дома при износе стен 35% не трудно заметить, что при высоте 0,1м температура ниже допустимых значений, а при высоте 1,1м и 1,7м температура соответствует норме. При выполнении замеров температуры воздуха на четвертых и пятых этажах отклонений от допустимых значений выявлено не было. Неравномерность значений поэтажной температуры объясняется повышенной инфильтрацией наружного воздуха сквозь ограждающие конструкции, имеющие повреждения, и работой отопительных приборов.

Для поддержания хорошего здоровья жителей в многоквартирных домах необходимо создать условия комфортного микроклимата в помещениях, на который оказывает существенное значения температура технического подполья (подвал).

На тепловой режим жилых помещений, расположенных на первом этаже МКД, оказывает влияние температура внутреннего воздуха в подвальном помещении. В холодное время года температура в подвальных помещениях существенно понижается и происходит изменение влажности воздуха за счет неплотно закрытых дверей, больших незакрытых продухов и трещин на стенах в цокольной части дома. Из-за разности температур

между температурой поверхности пола первого этажа и температурой внутреннего воздуха в техподполье в квартирах на первом этаже нарушается внутренний микроклимат помещений.

Для определения изменения температуры в подвальных помещениях в результате износа ограждающих конструкций здания были проведены обследования подвальных помещений на некоторых жилых домах города Тольятти, с температурой в подвальных помещениях от 5 до 15°C (износ от 35 до 10%) и наличием продухов с сечением $S > 1 / 400 S_{\text{пола}}$.

Таблица 2.9 - Результаты выполненных замеров

Материал полов	Температура при физическом износе равном		
	30%	20%	10%
Линолеум на теплоизолирующей подоснове	13,6°C	15,3°C	15,9°C
Линолеум по жесткой ДВП	13,8°C	15,4°C	16°C
Паркет по жесткой ДВП	14,2°C	15,7°C	16,3°C

По данным исследования (таблица 2.19) можно сделать вывод: что при износе стен равном 20% и снижении температуры воздуха в подвальном помещении до 10°C температурная разница между температурой воздуха внутри помещения и температурой пола первого этажа не соответствует нормативным данным (больше 2°C).

Мною была проведена работа по изучению технического состояний 36 домов в городе Тольятти в период с 2016-2018гг. для расчета влияния износа здания на комфортность проживания. Была использована специальная методика, взятая в государственных строительных нормах. С помощью вычислений определились физический и моральный износ каждого дома, и состояние внутренней среды помещений.

В работе найдены причины и показана зависимость изменения внутренней среды помещений из-за изменения технических параметров ограждающих конструкций в жилых домах:

а) износ инженерного оборудования, в частности приборов отопления, и наружных ограждений здания влечет за собой изменения воздуха в жилых комнатах;

б) вычислена зависимость изменения объема радона от высоты здания. Построена экспоненциальная зависимость увеличения количества многоквартирных домов с превышенным уровнем радона в процессе эксплуатации помещений с достоверностью $R^2=0,0007$, при помощи которой можно выполнить расчеты на предмет выявления соотношения увеличения количества квартир с ЭРОА радона в старых домах к квартирам с таким же показателем ЭРОА радона в новых.

в) вычислена зависимость по изменению влажности воздуха от пределов нормы в пятиэтажном доме с увеличением числа протечек и развитием износа ограждений;

г) скорость движения воздуха в жилых домах меняется с износом ограждающих конструкций, особенно в холодный период года, зависит от износа помещения, направления и силы ветра;

д) вычислены особенности изменения температуры внутри помещения в результате образования микротрещин и щелей в наружных стеновых конструкциях и выявлены причины разницы температур внутри здания и температур внутренней поверхности пола на первом этаже в некоторых квартирах.

Данные исследования показывают, что изменение внутренней среды помещений напрямую зависит от износа ограждающих конструкций. Результаты исследований могут быть использованы специалистами по гигиене, архитекторами и другими строителями в качестве научно обоснованной стратегии развития микроклимата жилых зданий, которая

повысит срок эксплуатации помещений, поможет спрогнозировать изменения технических характеристик конструкций и микроклимата в результате старения ограждающих конструкций. Результаты подкреплены применением научной литературой на основе экспериментов, математической статистикой и применением дорогостоящего оборудования при выполнении энергоаудита здания.

Глава 3 Создание оптимального баланса между энергосбережением и комфортным микроклиматом в многоквартирных домах

3.1 Основные способы энергосбережения в домах с учетом повышения микроклимата в жилых помещениях

Требования к повышению энергетической эффективности многоквартирных домов в большинстве мировых стран с каждым годом становятся все более жесткими, в том числе и в России. В связи с этим актуальными задачами для современного общества являются: совершенствование энергосберегающих мероприятий при проектировании и эксплуатации многоквартирных домов, повышение качества теплоснабжения и систем отопления посредством их регулировки, увеличение тепловой эффективности наружных ограждений (стен и оконных конструкций).

В жилищно-коммунальной сфере можно выделить три направления по энергосбережению жилых многоквартирных домов, а именно:

1) Улучшение коммунальной инфраструктуры, установленного оборудования как у поставщиков (энергетические установки), так и у потребителей, при помощи внедрения высококачественных и современных энергосберегающих технологий.

2) Разработка в многоквартирных домах энергосберегающих мероприятий, так как наибольшим потенциалом в части тепловой энергии является существующая система теплоснабжения. В частности, к системе теплоснабжения предъявляются требования по поддержанию комфортных для человека микроклиматических условий в жилых помещениях, а также по увеличению тепловой эффективности инженерных систем.

Также стоит отметить, что при проектировании энергосберегающих систем для жилого дома необходимо учитывать влияние инсоляции на

микроклиматические условия в помещениях (за один отопительный сезон эффект от инсоляции может достигать 30%).

3) Подбор технико-экономически обоснованного варианта теплоизоляции жилого дома, для которого характерно повышение теплового комфорта в жилых помещениях и снижение затрат на отопление здания.

При сравнении вариантов вначале определяются возможные конструктивные решения по утеплению наружных ограждений здания, а затем выполняется оценка по технико-экономическим показателям, так как экономическая целесообразность в большинстве случаев является при выборе определяющим фактором.

Также следует принимать во внимание, что подбор энергоэффективных мероприятий весьма трудоемкий процесс. Так как при принятии решения многоквартирный дом и окружающая его среда должны быть рассмотрены в качестве единой энергетической системы.

Энергоэффективности жилого дома находится по затратам энергии, потребляемой зданием, и за один отопительный период в годовом цикле эксплуатации равняется сумме удельных затрат тепла и электроэнергии (кВтч/(м²Т) на м² отапливаемой площади здания, за вычетом поступлений тепла от электробытовых приборов, солнечной радиации (световые проемы) и людей.

Тепловой баланс любого отапливаемого помещения и жилого дома в целом можно записать в виде формулы:

$$Q_{\text{тр}} + Q_{\text{в}} + Q_{\text{с.о}} + Q_{\text{инс}} + Q_{\text{быт}} = 0, \quad (3.1)$$

где $Q_{\text{тр}}$ - трансмиссионные потери тепла через наружные ограждения МКД;

$Q_{\text{в}}$ – количество затрачиваемого теплоты на нагрев проникающего в помещение воздуха;

$Q_{\text{с.о}}$ - тепловая мощность системы отопления;

$Q_{\text{инс}}$ - теплопоступления за счет солнечной радиации;

$Q_{\text{быт}}$ - суммарные теплопоступления за счет всех внутренних источников теплоты, за исключением системы отопления.

Чтобы повысить энергетическую эффективность жилого дома необходимо выполнить следующие мероприятия:

- на стадии проектирования заложить материалы с большей тепловой эффективностью для наружных ограждений, а также оконных конструкций;

- усовершенствовать системы отопления и теплоснабжения (повысить регулируемость);

- увеличить эффективность систем теплоснабжения (применение альтернативных вариантов);

- внедрение вентиляционных систем с использованием рекуператора для сохранения части тепла.

3.2 Влияние теплозащитных параметров ограждений на теплопотребление жилого дома

Первоочередной задачей на сегодняшний день является снижение потребления энергии на отопление зданий. Был принят Федеральный закон от 23.11.2009г. №261-ФЗ «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности. Были применены конструкции, которые значительно снижают потери тепла зданий, значит и расход энергии снижается.

В области энергосбережения данным законом были выдвинуты следующие требования:

- а) по учету применяемых энергетических ресурсов

- б) к обороту отдельных товаров, связанных с энергетическими ресурсами;

- в) энергетической эффективности различных строений и зданий;

г) по проведению энергетического обследования.

По сравнению с европейскими странами в России показатель удельного потребления энергоресурсов на 1м² отапливаемой площади помещения в 2,5 раза выше из-за не рационального использования энергетических ресурсов. Поэтому в нашей стране остро стоит вопрос по уменьшению расхода тепловой энергии на отопление многоквартирных жилых домов.

Через различные элементы конструкций гражданских зданий происходят потери тепла, которые составляют: около 40% сквозь оконные конструкции; стеновые панели 25%; покрытие (кровлю) 20%; подвальное перекрытие 10%. Наибольшее теплопередача происходит сквозь оконные конструкции посредством теплопроводности, теплового излучения и конвективного теплообмена.

Наиболее важной технической характеристикой наружных ограждений здания является сопротивление теплопередаче.

Для увеличения теплозащитных характеристик светопрозрачных ограждающих конструкций (оконных блоков) необходимо:

- 1) увеличить расстояние (пространство) между стеклами оконных конструкций;
- 2) заполнить пространство между стеклами газом (инертным);
- 3) наклеить теплоотражающие пленки на стекло.

Совместное применение теплоотражающих пленок в стеклопакете со специальными газовыми заполнениями – один из наиболее эффективных способов увеличения сопротивления теплопередаче, в результате которого также происходит улучшение конвективной и лучистой составляющей теплообмена в пространстве между стеклами.

Таблица 3.1 - Факторы, влияющие на повышение сопротивления теплопередаче

Факторы, повышающие сопротивления теплопередаче	Увеличение сопротивления, %
Увеличение расстояния (пространства) между стеклами оконных конструкций	~ 12%
Заполнение пространства между стеклами газом (инертным)	~ 15%
Наклеивание на стекло теплоотражающей пленки	~ 60%
Заполнение пространства между стеклами газом (инертным) и наклеивание теплоотражающей пленки	~ 85%

Приведенное сопротивление теплопередачи оконного блока (энергоэффективного) составляет $1,45 \text{ м}^2 \text{ С/Вт}$.

Анализ зависимости теплотребления гражданского здания от изменения толщины утеплителя в ограждающих конструкциях здания был проведен в работе. По результатам расчетов были сделаны выводы, что, если создать единую непрерывную тепловую оболочку (контур) можно уменьшить потери тепла в многоквартирных жилых домах.

Проведен расчет потребления пятиэтажного жилого дома, расположенного в условиях резкого континентального климата, с применением программы «Multi Comfort Designer». Схема здания была выбрана каркасная, в которой в колонны были встроены стеновые панели, с системой вентилируемого фасада. Приведенное сопротивление оконных блоков данного многоквартирного дома составляет $1,40 \text{ м}^2 \text{ С/Вт}$, в перекрытии первого этажа $6,23 \text{ м}^2 \text{ С/Вт}$ и в покрытии кровли $9,05 \text{ м}^2 \text{ С/Вт}$. Также обследуемое здание обогревается при помощи дополнительных источников тепла, таких как грунтовый теплообменник общей длиной 80 метров и системой вентиляции с рекуператором (эффективность альтернативных источников 32%).

Рассчитанное годовое потребление пятиэтажного многоквартирного дома составило 30,49кВтч/м²год. Из этого следует, что на теплотребление здания сильное влияние оказывают теплозащитные свойства наружных ограждающих конструкций, которые были подобраны на стадии проектирования с учетом рентабельности принятых мероприятий.

3.3 Определение температуры начала отопительного периода для поддержания комфортного микроклимата в жилых домах

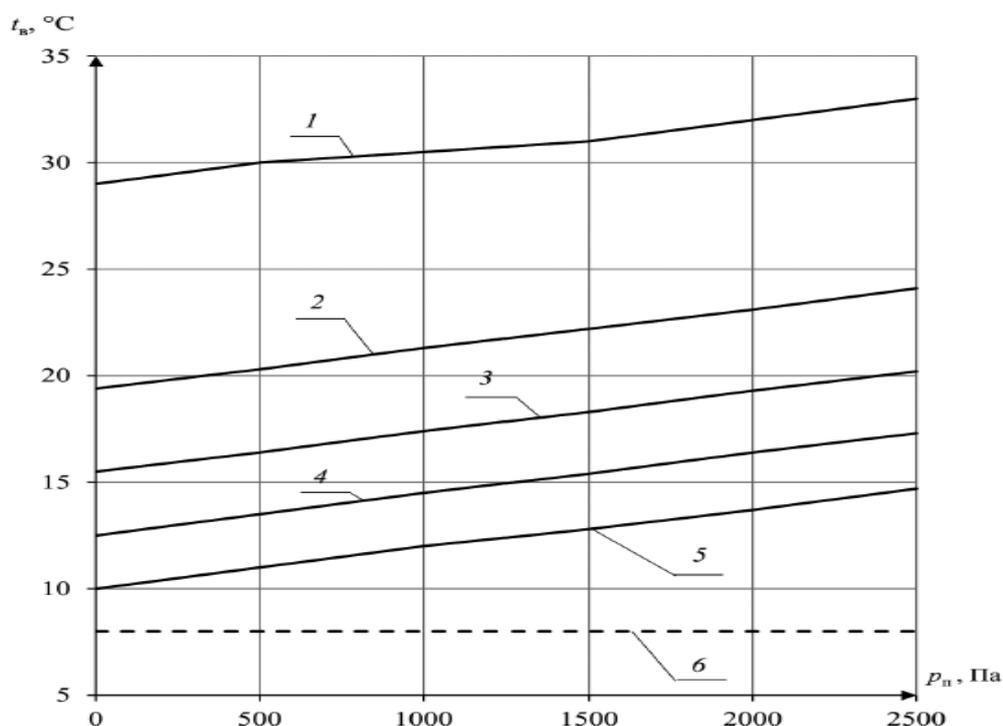
В нашей стране для зданий многоквартирных жилых домов (МКД) правительством законодательно установлен и обязателен к исполнению срок отопительного периода, который должен начинаться или заканчиваться после истечения пятидневных периодов, в течении которых среднесуточная температура наружного воздуха t_n^{cp} , °С, соответственно, ниже или выше значения +8 °С. В статье дается оценка влияния температуры начала отопительного периода на поддержание оптимальных и допустимых параметров микроклимата жилых помещений МКД в переходный период года.

Метод исследования и результаты. При создании систем обеспечения параметров микроклимата (СОМ) МКД в соответствии с требованиями СП, нормирование осуществляется по требованиям ГОСТ 30494-2011, определяющим оптимальные параметры микроклимата как параметры микроклимата, которые при длительном и систематическом воздействии на человека обеспечивают нормальное тепловое состояние организма при минимальном напряжении механизмов терморегуляции и ощущение комфорта не менее чем у 80 % людей, находящихся в помещении. Основным документом, регламентирующим прогнозирование чувствительности к температуре и степени дискомфорта людей, является ГОСТ Р ИСО 7730-2009, устанавливающий два основных показателя

теплового комфорта: PMV – прогнозируемая средняя оценка качества воздуха, ед.; PPD – прогнозируемый процент недовольных температурной средой, %.

Методика определения PMV и PPD подробно изложена в и учитывает все основные процессы, влияющие на тепловой комфорт человека: потери теплоты через кожу, за счет комфортного потения, из-за сухого дыхания, конвекции с поверхности человека, из-за излучения, а также скрытую потерю тепла из-за дыхания. Данная методика включает в себя анализ факторов выделения теплоты и влаги человеком, что в условиях повышенных требований к энергосбережению бытовой техники и приборов позволяет объективно оценить тепловой комфорт с учетом тепло- и влаговыделений в жилых помещениях МКД.

Были получены показатели PMV и PPD для осредненного жилого помещения МКД высотой $h = 3$ м, глубиной $l = 4,7$ м и шириной $b = 3$ м, с окном площадью $f_{ок} = 2$ м² и осредненным отопительным прибором с площадью наружной поверхности $f_{пр} = 1$ м². В качестве типичного сочетания одежды находящегося в помещении человека были приняты: нижняя одежда, рубашка, брюки, носки, обувь, а скорость обмена веществ составляла $M = 70$ Вт/м². Полученные зависимости PPD от температуры внутреннего воздуха t_v , °С и парциальных давлений водяных паров p_n , Па, приведены на рисунке 3.1.



1 – PPD = 5 %; 2 – PPD = 10 %; 3 – PPD = 15 %; 4 – PPD = 20 %;
 5 – PPD = 25 %, PMV < -1 %; 6 – нормативное значение температуры
 начала отопительного периода, +8 °С

Рисунок 3.1 - PPD в помещении МКД в зависимости от парциальных давлений водяных паров и температуры внутреннего воздуха

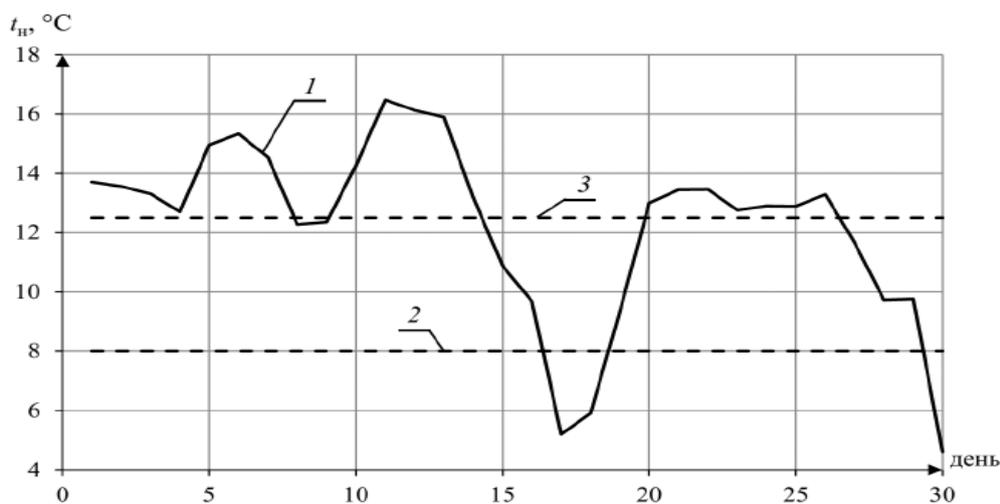
Анализ полученных данных (рисунок 3.1) показывает, что температура внутреннего воздуха $t_{в}$ из условия поддержания теплового комфорта, является оптимальной уже выше значения +12,5 °С. В то же время, этот же ГОСТ устанавливает иные, более строгие границы оптимальной температуры внутреннего воздуха: $t_{в} = 20\text{--}22$ °С (при допустимых параметрах температуры внутреннего воздуха $t_{в} = 18\text{--}24$ °С).

Согласно нормативному расчету по методике ГОСТ Р ИСО 7730-2009, оптимальные параметры микроклимата соответствуют значениям PPD $\approx 8\text{--}10$ %, а допустимые параметры – PPD $\approx 6\text{--}16$ %. В тоже время, выполнение требований установления срока начала отопительного периода при $t_{н}^{оп} = +8$ °С означает подачу приточного вентиляционного воздуха в переходный период года без предварительного нагрева в помещения МКД в объемах, установленных до момента включения систем отопления, что

по результатам расчетов согласно ГОСТ ГОСТ Р ИСО 7730-2009 не допустимо, так как это приведет к падению температуры внутреннего воздуха t_v до температуры наружного воздуха t_n .

Как видно из рис. 1, минимальная температура внутреннего воздуха, которая обеспечивает поддержание температурного комфорта на близком к нейтральному уровню, составляет $t_{v,комф} \approx t_n^{cp} = +12,5 \text{ }^\circ\text{C}$. С учетом полученной минимальной комфортной температуры внутреннего воздуха $t_{v,комф}$, рассмотрим на примере г. Тольятти график фактического колебания температуры наружного воздуха, который до наступления начала отопительного периода при соблюдении расчетного воздухообмена, является одновременно и температурой внутреннего воздуха t_v помещений МКД (рис. 2).

Датой официального начала отопительного периода в Тольятти в 2014 г. Считается 30.09.2014. Однако, еще в период с 14.09.2014 г. по 20.09.2014 г., температура внутреннего воздуха t_v при соблюдении расчетного воздухообмена должна была опуститься значительно ниже минимально комфортных значений $t_{v,комф} = +12,5 \text{ }^\circ\text{C}$.



1 — температура наружного воздуха; 2 — температура начала отопительного периода при $+8 \text{ }^\circ\text{C}$; 3 — минимальная комфортная температура в помещении $t_{v,комф} = +12,5 \text{ }^\circ\text{C}$

Рисунок 3.2 - Колебания средней за сутки температуры наружного воздуха сентябрь 2014 в городе Тольятти

Следовательно, с учетом необходимого времени пуско-наладочных работ по приему теплоты абонентами МКД, в течении 3-х недель жильцы МКД в г. Тольятти находились в условиях постоянно-некомфортной температуры внутреннего воздуха, поддерживая комфортную обстановку путем снижения фактического воздухообмена в жилых помещениях путем герметизации приточных оконных и стеновых клапанов и снижением времени проветривания через форточки и фрамуги оконных заполнений.

Таким образом, задача поддержания минимально-комфортного температурного режима помещений МКД повсеместно достигается несоблюдением требований к расчетному воздухообмену. В то же время, если обратиться к европейскому опыту проектирования и эксплуатации жилого фонда, существуют решения автоматического включения систем отопления (например, во Франции при $t_n = +15,5$ °С), что соответствует при относительной влажности внутреннего воздуха $\phi_v = 50-60$ % значениям PPD ≈ 20 % (рис. 1).

Полученные данные свидетельствуют о том, что существующие нормативные документы, методики проектирования и эксплуатации СОМ МКД предполагают изначальную невозможность соблюдения четких и жестких требований к тепловому комфорту в жилых помещениях МКД в переходный период года. Одним из предлагаемых выходов из сложившейся ситуации является выделение периода со средней температурой наружного воздуха t_n от $+15,5$ до $+8$ °С в особый период года, при котором требуется пересмотреть требования к минимальному воздухообмену, тепловому комфорту, существующим схемам тепло- и воздухообмена в помещениях МКД и границам их эксплуатации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам проведенных натурных обследования жилых многоквартирных домов в городе Тольятти были сделаны выводы, что: техническое состояние наружных ограждающих конструкций здания оказывает значительное влияние на изменение микроклимата внутри жилых помещений.

Разработаны предложения для создания баланса между энергосбережением и комфортным микроклиматом в жилых домах, а именно:

1. Повышение тепловой эффективности ограждающей оболочки здания (при проектировании необходимо использовать энергоэффективные конструкции с высокими показателями приведенного сопротивления теплопередаче);

2. Повышением регулируемости систем отопления (выделить период со средней температурой наружного воздуха от +15,5 до +8С в особый период года);

3. Повышением эффективности эксплуатируемых систем теплоснабжения (путем перехода к применению альтернативных систем децентрализованного теплоснабжения);

4. Внедрением систем принудительной вентиляции с применением систем рекуперации тепла вытяжного воздуха.

5. Собственникам квартир необходимо содержать помещения согласно «Правилам и нормам технической эксплуатации жилищного фонда»

Для повышения эффективности эксплуатации многоквартирных домов необходимо постоянное проведение замеров внутренней среды помещения, на основе которых можно спрогнозировать состояние микроклимата в жилых домах старой постройки.

Проведен расчет потребления пятиэтажного жилого дома, расположенного в условиях резкого континентального климата, с применением программы «Multi Comfort Designer». Схема здания была выбрана каркасная, в которой в колонны были встроены стеновые панели, с системой вентилируемого фасадом. Приведенное сопротивление оконных блоков данного многоквартирного дома составляет $1,40\text{ м}^2\text{ С/Вт}$, в перекрытии первого этажа $6,23\text{ м}^2\text{ С/Вт}$ и в покрытии кровли $9,05\text{ м}^2\text{ С/Вт}$. Также обследуемое здание обогревается при помощи дополнительных источников тепла, таких как грунтовый теплообменник общей длиной 80 метров и системой вентиляции с рекуператором (эффективность альтернативных источников 32%).

Определив годовое потребление пятиэтажного многоквартирного дома можно ($30,49\text{ кВтч/м}^2\text{ год}$) сделан вывод, что на теплосодержание здания сильное влияние оказывают теплозащитные свойства наружных ограждающих конструкций, которые были подобраны на стадии проектирования с учетом рентабельности принятых мероприятий.

Для создания баланса между энергосбережением и комфортным микроклиматом в жилых помещениях необходимо выделить период в году, в котором средняя температура наружного воздуха была t_n от $+15,5$ до $+8$ °С, и пересмотреть требования к минимальному воздухообмену, тепловому комфорту в вышеуказанный период, а также собственникам помещений соблюдать требования по эксплуатации жилых помещений.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Лицкевич, В.К. Жилище и климат [Текст] / В.К. Лицкевич. - М.: Стройиздат, 1984. – 288 с.
- 2 Губернский, Ю.Д. Гигиенические основы кондиционирования микроклимата жилых и общественных зданий [Текст] / Ю.Д. Губернский, Е.И. Кореневская. - М. : Медицина, 1978. – 192 с.
- 3 Порецкий, В.В. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха: справ. пособие. [Текст] / В.В. Порецкий. - М. : Патери, 2003. – 308 с.
- 4 Математическое моделирование микроклимата зданий [Текст] / Под ред. Н.Н. Метлина. - М. : Изд-во ЦНТИ, 1970. – 104 с.
- 5 ГОСТ 30494-96. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещении [Текст]. - М. : Изд-во ГУП ЦПП, 1996. – 12 с.
- 6 Ильинский, В.М. ВЖЛ Строительная теплофизика [Текст] / В.М. Ильинский. – М. : Высшая школа, 1974. - 320 с.
- 7 Fanger, P.O. Thermal Comfort [Text]/ P.O. Fanger/ McGrow Hill 1970.-170 p.
- 8 Grandjean, E. Raumklimatische Untersuchungen in Btiros wahrend der warmen Jahreszeit [Text] / E.Grandjean/ Heiz Luft. Haustechn. -1968. -№4. - Т.19.
- 9 Богословский, В.Н. Тепловой режим здания [Текст] / В.Н. Богословский. -М. : Стройиздат, 1979. - 248 с.
- 10 Еремкин, А.И. Тепловой режим зданий: учеб. пособие [Текст] / А.И. Еремкин. - М. : Изд-во АСВ, 2002. - 368 с.
- 11 Богословский, В.Н. Строительная теплофизика: учеб. для вузов [Текст] / В.Н. Богословский. - М. : Высш. школа, 1982. – 415 с.
- 12 Бодров, В.И. Микроклимат зданий и сооружений [Текст] / В.И. Бодров, - Н. Новгород: Арабеск, 2001. – 395 с.

- 13 Лицкевич, В.К. Жилище для человека [Текст] / В.К. Лицкевич, Ю.Д. Губернский. - М. : Стройиздат, 1991. – 227 с.
- 14 Fanger, P. O. Качество внутреннего воздуха в XXI веке: влияние на комфорт, производительность и здоровье людей [Текст] / P. Ole Fanger // АВОК. - 2003. -№4. - С. 12-22.
- 15 Банхиди, Л. Тепловой микроклимат помещений [Текст] / Л. Банхиди. - М. : Стройиздат, 1981. - 248 с.
- 16 Шукуров, И.С. Тепло-ветровой режим жилой застройки [Текст] / И.С.Шукуров // Жилищное строительство. - 2004. -№ 1. -С. 20-21.
- 17 Eversman, W. J. Sound [Text] / W. Eversman, R.J. Astley // Vib. - 1981. - v.74. - p. 89-101.
- 18 Сазонов, Э.В. Очистка газовых и пылевых выбросов [Текст] / Э.В. Сазонов. - Воронеж: ВГАСУ, 2001. -221с.
- 19 Сазонов, Э.В. Организация и расчет воздухообмена помещения: монография. - Воронеж. : ВВАИ, 2000. – 109 с.
- 20 Фокин, К.Ф. Строительная теплотехника ограждающих частей зданий [Текст] / К.Ф. Фокин. - М. : Стройиздат, 1973. – 287 с.
- 21 Валов, В.М. Температурно - влажностный режим ограждающих конструкций зданий при фильтрации воздуха: учеб. пособие [Текст] / В.М. Валов, Г.А. Пахотин. - Омск. 1982. – 95 с.
- 22 Ушков, Ф.В. Теплопередача ограждающих конструкций при фильтрации воздуха [Текст] / Ф.В. Ушков. - М. : Стройиздат, 1968. - 144 с.
- 23 Шерман, М. Качество воздуха в жилых зданиях [Текст] / М. Шерман // АВОК. - 1999. -№5. -С. 14-28.
- 24 Маслов, В.М. Градостроительная экология [Текст] / В.М. Маслов. - М. : Высшая школа, 2003. – 283 с.
- 25 Лыков, А.В. Теория тепло- и массопереноса [Текст] / А.В. Лыков. - М-Л. : Госэнергоиздат, 1963. - 535 с.

26 Логанина, В.И. О причинах разрушения защитно-декоративных покрытий фасадов [Текст] / В.И. Логанина // Жилищное Строительство. - 1999. - №8. - С. 11.

27 Straube, J. Г. Влага в зданиях [Текст] / J. F. Straubs / АВОК, - 2002, - №6. - С. 30-40.

28 Ройтман, А.Г. Капитальный ремонт, модернизация и реконструкция жилых зданий [Текст] / А.Г. Ройтман, В.В Мешечек. - М. : Стройиздат, 1987. - 240с.

29 Шпайдель, К. Диффузия и конденсация водяного пара в ограждающих конструкциях [Текст] / К. Шпайдель; перевод с нем. В.Г. Бердичевского; под. ред. Е.Н. Мазалова. - М. : Стройиздат, 1985. - 47 с.

30 Корниенко, С.В. Потенциал влажности [Текст] / С.В. Корниенко // Жилищное строительство. - 2005. - №7. - С. 16-18.

31 Ушков, Ф.В. Теплотехнические свойства крупнопанельных зданий и расчет стыков [Текст] / Ф.В. Ушков.- М.: Стройиздат, 1967. – 237 с.

32 Эккерт, Э.Р. Теория тепло- и массообмена [Текст] / Э.Р. Эккерт, Р.М. Дрейк. – М. : Стройиздат, 1961. - 224 с.

33 Майнер, З. Теплозащита жилых зданий [Текст] / З. Майнер. - М. : Стройиздат, 1985. – 208 с.

34 Стражников, А.М. Мониторинг качества жилого фонда [Текст] / А.М.Стражников. - М: АСВ, 2002. – 388 с.

35 ВСН 53-86(р). Правила оценки физического износа жилых зданий [Текст]. -М. : Гражданстрой, 1990. - 32 с.

36 Ройтман, А.Г. Ремонт и реконструкция жилых и общественных зданий [Текст] /А.Г. Ройтман, Н.Г. Смоленская. -М. : Стройиздат, 1978. - 210с.

37 Вольфсон, В.А. Реконструкция и капитальный ремонт жилых и общественных зданий [Текст] / В.А. Вольфсон. - М. : Стройиздат, 2001. - 252с.

38 Блех, Е.М. Экономические проблемы морального износа и модернизации жилых зданий [Текст] / Е.М. Блех. – М. : Стройиздат, 1985. - 108 с.

39 Попов, Г.Т. Техническая экспертиза жилых зданий старой застройки [Текст] / Г.Т. Попов. - Л. : Стройиздат, 1986. – 240 с.

40 Травин, В.И. Капитальный ремонт и реконструкция жилых и общественных зданий [Текст] / Травин В.И. - Рост-на-дону: 2002. – 256 с.

41 Постановление правительства РФ «О предоставлении коммунальных услуг собственникам и пользователям помещений в многоквартирных домах и жилых домов» от 06.05.2011 г. № 354 // Российская газета. – 2011. – № 116. с изм. и доп. в ред. от 17.12.2014 г.

42 ГОСТ 30494-2011 Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях [Текст]. - М. : Стандартинформ, 2013. - С. 15

43 СП 54.13330.2011. Здания жилые многоквартирные. Актуализированная редакция СНиП 31-0-2003 [Текст]. - М. : Минрегион России, 2011. - С. 40

44 Постановление администрации города Нижнего Новгорода «О начале отопительного периода 2014-2015гг.» от 29.09.2014 №3881 // Российская газета [Текст]. - 2014. - 30 сент.

45 Bedford, D. Environmental warmth and human comfort [Text] / D. Bedford // Briti Arp Phus. - 1990. - s. 33-38.

46 Griffiths, I. D. Subjective response to overhead thermal radiation [Text] / I. D. Griffiths, D. A. McIntyre // Human Factor. – 1974. – P. 415–422.