

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
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)

Техническая эксплуатация и реконструкция зданий и сооружений

(направленность (профиль))

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

на тему Обеспечение эксплуатационных показателей панельных зданий при
ремонте межпанельных швов

Студент

А.И. Ищенко

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Научный

Д.С. Тошин

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

руководитель

Руководитель программы

д.т.н., доцент В.А. Ерышев

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

(личная подпись)

« ____ » _____ 2019 г.

Допустить к защите

Заведующий кафедрой к.т.н., доцент Д.С. Тошин

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

(личная подпись)

« ____ » _____ 2019 г.

Тольятти 2019

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1 Анализ технологических решений межпанельных швов панельных зданий в городе Тольятти.....	8
1.1 Обзор строительства панельных домов в Автозаводском районе г. Тольятти	8
1.2 Методики решений герметизации межпанельных швов	20
1.3 Применяемая технология в г. Тольятти.....	22
2 Конструктивные решения и компьютерное моделирование межпанельного шва	23
2.1 Конструктивные решения	23
2.2 Организация и технология выполнения работ	25
2.3 Контроль качества.....	26
2.4 Компьютерное моделирование межпанельного шва	27
3 Экспериментальное исследование монтажной пены на растяжение и сжатие. Разработка рекомендаций.	34
3.1 Испытание монтажной пены.....	34
3.2 Визуальное обследование	42
3.3 Инструментальное обследование	47
3.4 Рекомендации по обеспечению эксплуатационных показателей при ремонте межпанельных швов	59
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	70
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ	72
ПРИЛОЖЕНИЕ А	76

ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день в Российской Федерации значимую часть построенных жилых объектов составляют панельные дома. Панельное домостроение является наиболее быстровозводимым за счет механизированного процесса. Стоимость возведения панельного дома на 25-35% дешевле нежели кирпичное и на 50-60% дешевле монолитно-каркасного домостроение, что делает жилье более доступным.

История массового строительства панельных домов начинается с 1955 года с вводом постановления «Об устранении излишеств в проектировании и строительстве» под руководством Н. Хрущева. Первые выпускаемые серии, такие как ОД и 355, имели недостатки в виде продуваемости квартир с недостаточными теплоизоляционными характеристиками и носили название «хрущевки».

В середине 70-х годов на смену пятиэтажному панельному домостроению приходят дома с этажностью в 9 и 16 этажей с бытовым названием «брежневки».

С развитием технологий и материалов при возведении домов вопрос об их теплоизоляционных характеристиках и продуваемости в межпанельных швах остается открытым. Следовательно, вопрос об обеспечении эффективности их при эксплуатации не должен стоять на месте.

Согласно СП 54.13330.2016 «Здания жилые многоквартирные», возведенное здание должно обеспечивать эффективное и экономичное расходование энергетических ресурсов и поддерживать требуемые параметры микроклимата помещений, данному требованию необходимо уделить особое внимание так как участилась проблема с промерзанием наружных ограждающих конструкций панельных зданий.

Уязвимым местом при потере тепла из жилых помещений в зданиях панельного типа являются межпанельные стыки, которые согласно ТР 196-08

п.3.5 должны обеспечивать –сопротивление теплопередаче не ниже значения сопротивления теплопередачи для наружных ограждающих конструкций.

Таким образом необходимо разработать мероприятия по обеспечению эксплуатационных показателей панельных зданий при ремонте межпанельных швов, которые будут отвечать действующим нормативным документам в области энергоэффективности зданий и сооружений и обеспечат долговечность конструкций и нормализацию микроклимата внутри помещения.

Актуальность работы. В Автозаводском районе г.о. Тольятти в период с 1969 по 2002 гг., 84% построенных домов составляет панельное домостроение. Столь высокому проценту строительства способствовал технологический процесс панельного домостроения, который являлся самым быстрым методом строительства, за счет изготовления всех несущих и ограждающих конструкций механизированным способом на территории завода, что позволило в кратчайшие сроки возвести не только отдельно стоящие здания, но и целые кварталы.

Ответственным элементом при строительстве и эксплуатации являются межпанельные швы. Основными критериям предъявляемыми к конструкции шва, являются целостность, работоспособность герметизации и низкая теплопроводность. При нарушении технологии герметизации швов, могут возникнуть области замокания, трещины и отслоения по конструкции панели. Следствием образовавшихся дефектов является промерзание, возникновение конденсата на внутренней поверхности ограждающих конструкций и появление грибковых образований, что приводит к несоответствию данного жилья санитарно-гигиеническим требованиям.

Вследствие чего возникает вопрос о свойствах, работоспособности и сохранению целостности межпанельных швов с разработкой рекомендаций по обеспечению эксплуатационных показателей при ремонте межпанельных швов.

Объектом исследования являются межпанельные швы зданий серии 121Т.

Предметом исследования являются работоспособность межпанельных швов с сохранением целостности в период эксплуатации.

Цель исследования. Моделирование работоспособности межпанельного шва под температурными воздействиями и разработка рекомендаций по обеспечению эксплуатационных показателей по сохранению ее целостности.

Задачи исследования. Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие основные задачи:

- Компьютерное моделирование по определению максимальных и минимальных деформаций межпанельного шва;
- Экспериментальное исследование заполнителя устья шва (пенополиуретан) на растяжение и сжатие;
- Инструментальное (тепловизионное) обследование объектов исследования (дома серии 121Т, 2000-х годов постройки);
- Разработка рекомендаций по обеспечению эксплуатационных показателей при ремонте межпанельных швов.

Методы исследования:

- Теоретическое исследование, основанное на компьютерном моделировании стеновой панели по определению линейных деформаций наружного слоя трехслойной ограждающей конструкции под температурными воздействиями;
- Экспериментальное исследование монтажной пены на сжимающие и растягивающие усилия;
- Инструментальное (тепловизионное) исследование межпанельных швов на объектах исследования (дома серии 121Т).

Научная новизна. Научная новизна заключается в получении экспериментальных данных путем проведения испытаний монтажной пены (пенополиуретан) на растяжение и сжатие, моделирующее период эксплуатации. Оценка работоспособности заполнения устья межпанельного шва базируется на теоретических данных компьютерного моделирования с сопоставлением полученных данных в ходе визуального и инструментального обследования.

Практическая значимость работы. Полученные результаты, отраженные в магистерской диссертации, предназначены для использования/ознакомления эксплуатирующими организациями жилых зданий при осуществлении работ по ремонту герметизации межпанельных швов для уменьшения теплопотерь ограждающих конструкций и обеспечению эксплуатационных показателей панельных зданий.

Личный вклад автора.

Компьютерное моделирование в ПК ЛИРА САПР наружного слоя трехслойной ограждающей конструкции для определения линейных деформаций под температурными воздействиями.

Разработка модели образца с изготовлением их в натуре по типу заполнения межпанельного шва.

Проведение испытаний образцов на растяжение и сжатие.

Инструментальное обследование межпанельных швов панельных зданий по серии 121Т 2000-х годов постройки.

Степень достоверности и апробация результатов:

Участие в XXIV Международная научно-практическая конференция на тему: «Фундаментальные и прикладные научные исследования»

Участие в научно-практической конференции «Студенческие Дни науки в ТГУ» с призовым 2-м местом.

По теме диссертации опубликованы две научные работы:

1. Ищенко А.И., Новиков С.Н. Влияние температурного воздействия на деформации стеновых панелей и межпанельных швов в домах серии 121Т /

«Студенческие дни науки в ТГУ»,: науч – практич. Конфер. (Тольятти 2018 года, электронный сб. студ. Работ, - Тольятти: Изд-во ТГУ, 2018.

2. XXIV Международная научно-практическая конференция «Фундаментальные и прикладные научные исследования. Актуальные вопросы, достижения и инновации». Ищенко А.И., Новиков С.Н. «Исследование работоспособности межпанельного шва панельного здания серии 121Т в период эксплуатации» - В сборнике: Фундаментальные и прикладные научные исследования. Актуальные вопросы, достижения и инновации. – Пенза, МЦНС. 2019.

Структура и объем диссертации.

Объем диссертации составляет 81 лист и состоит из трех глав. Первая глава включает в себя обзор технологических решений межпанельных швов и выявление массовой серии строительства в г. Тольятти. Вторая глава включает в себя изучение конструктивных решений межпанельных швов с изучением и моделированием их работоспособности под температурными воздействиями. Третья глава включает в себя разработку образцов, подготовку и проведения испытаний на растяжение и сжатие в специализированной лаборатории.

1 Анализ технологических решений межпанельных швов панельных зданий в городе Тольятти

1.1 Обзор строительства панельных домов в Автозаводском районе г. Тольятти

Тольятти до 1964 года носил название Ставрополь – город областного значения, расположенный в Самарской области на берегу реки Волги с проходящей через Комсомольский район самой длинной по протяженности федеральной трассой М5 «Урал». Город Тольятти делится на три района: Комсомольский, Центральный, Автозаводский.

История Автозаводского района начинается совместно с началом строительства АВТОВАЗа на основании подписанного постановления от 20.07.1966 года. Строительство нового района с нуля позволяло учесть особенности местности, создавая при возведении кварталов продуваемость ветрами с реки Волги улучшая экологическую составляющую города, увеличение ширины автодорог обеспечивающие высокую пропускную способность на автодорогах при увеличении населения, а также работы по высадке пород деревьев, очищающих воздух [2].

Под управлением «Жилстроя» 31 октября 1967 года был заложен фундамент первого дома в Автозаводском районе.

Карта автозаводского района представлена на рисунке 1.



■ жилые здания; ■ нежилые здания; ■ гаражи или частные дома; ■ технические сооружения; ■ медицинские учреждения; ■ кирпичные жилые здания; ■ строящиеся здания; ■ детсады и школы.

Рисунок 1 - Карта Автозаводского района г. Тольятти

Для получения наглядной информации и сравнения в процентном соотношении строительства панельных и кирпичных зданий, построим диаграмму, приведенную на рисунке 2.



Рисунок 2– Диаграмма процентного соотношения строительства панельных и кирпичных домов в период строительства с 1969 по 2002 гг. в Автозаводском районе

В период с 1967 по 2002 год возведение панельных домов не стояло на месте, разрабатывались и использовались всё новые и разнообразные серии.

Самый первый дом был построен в 1969 году по улице Дзержинского 63, девятиэтажный жилой дом по серии П-57. Данная серия имела множество модификаций П-57: П-57-05 и П-57/17 которые различаются количеством этажей. Этажность серии домов: П-57 — 12 этажей, П-57-05 — 9, П-57/17 -17. Здания имеют характерные балконы, выступающие за контур наружных стен, с сопряжение балконных ограждений под тупым углом. Достоинствами серии П-57 являются отдельные санузлы и техподполье для размещения инженерных коммуникаций. Еще одной особенностью можно назвать большое количество вариантов перепланировки. Недостатком являются небольшие кухни, а также присутствие только пассажирских лифтов в девятиэтажной версии дома. Наружные стены – изготовлены из трехслойных керамзитобетонных панелей толщиной 320 мм [3].

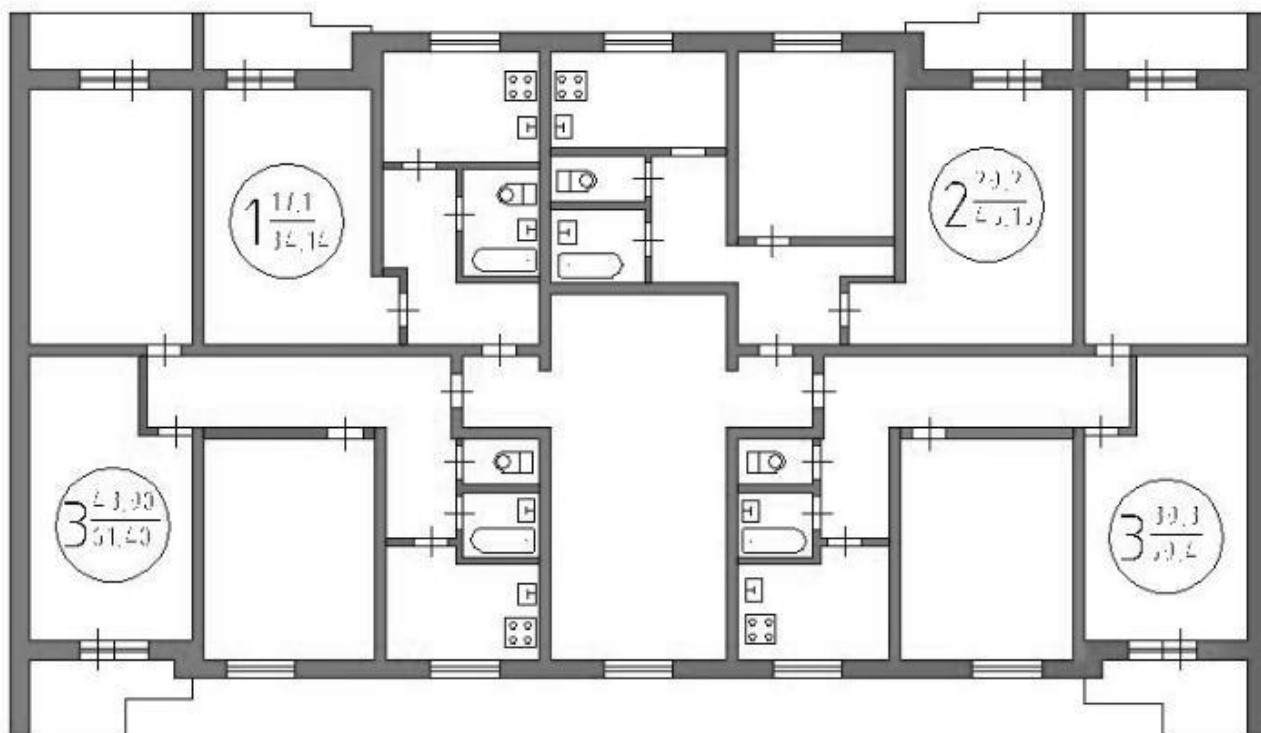


Рисунок 3 – Планировка дома серии П-57

В последующем применялись такие серии как:

Серия П-49

Дома типовой серии П-49, спроектированные в семидесятые годы, были призваны заменить пятиэтажные дома серии К-7. В основе изготовления новых домов применены новые технологические решения, касающиеся облицовки наружных стен и стыков между панелями. В заводских условиях на панели стали наносить гранулированную плитку. Что касается стыков, то впервые применены открытые стыки наружных стен, с применением водобойной ленты. Годы строительства: 1965-1985, Наружные стены – изготовлены из трехслойных керамзитобетонных панелей марки М75 с утеплителем из пенопласта или фибролита. Толщина 300 мм., высота потолков 2.64м [3].

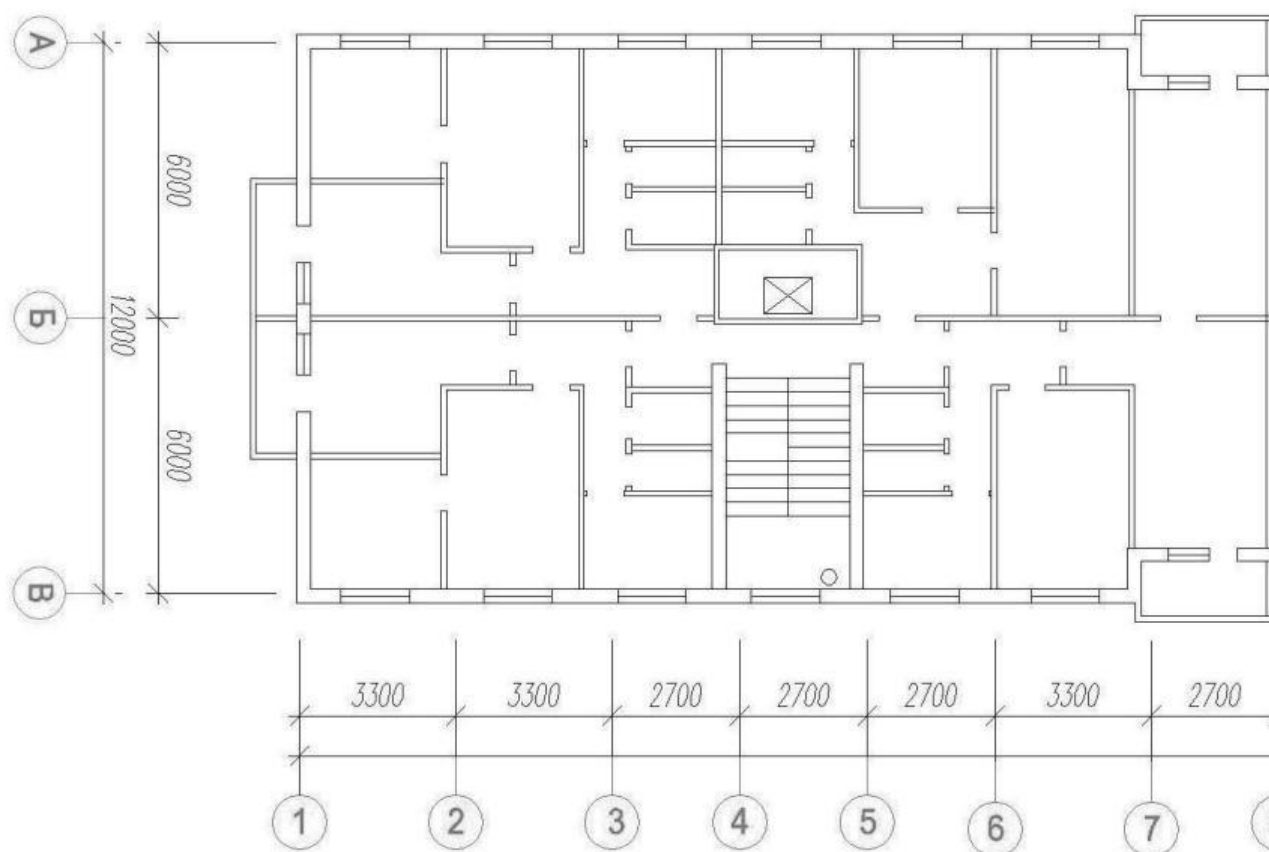


Рисунок 4 – Планировка дома серии П-49

Серия 1-464

Этажность данной серии дома варьировалась с 4-х до 5-и. Высота жилых помещений — 2,50 м. Квартиры — 1,2,3 комнатные. Наружные стены представляют собой одно- и трехслойные железобетонные панели толщиной от 21 до 35 см. Толщина зависит от климатического района строительства. Утеплитель - полужесткие минераловатные плиты на фенольной связке. Внешне узнаваемы по окнам на межэтажной площадке в подъездах, идентичным 2-створчатым окнам в квартирах. К недостаткам данной серии можно отнести достаточно высокую теплопроводность внешних стен, совмещенные санузлы даже в 3-комнатных квартирах и невозможность капитальной перепланировки [3].

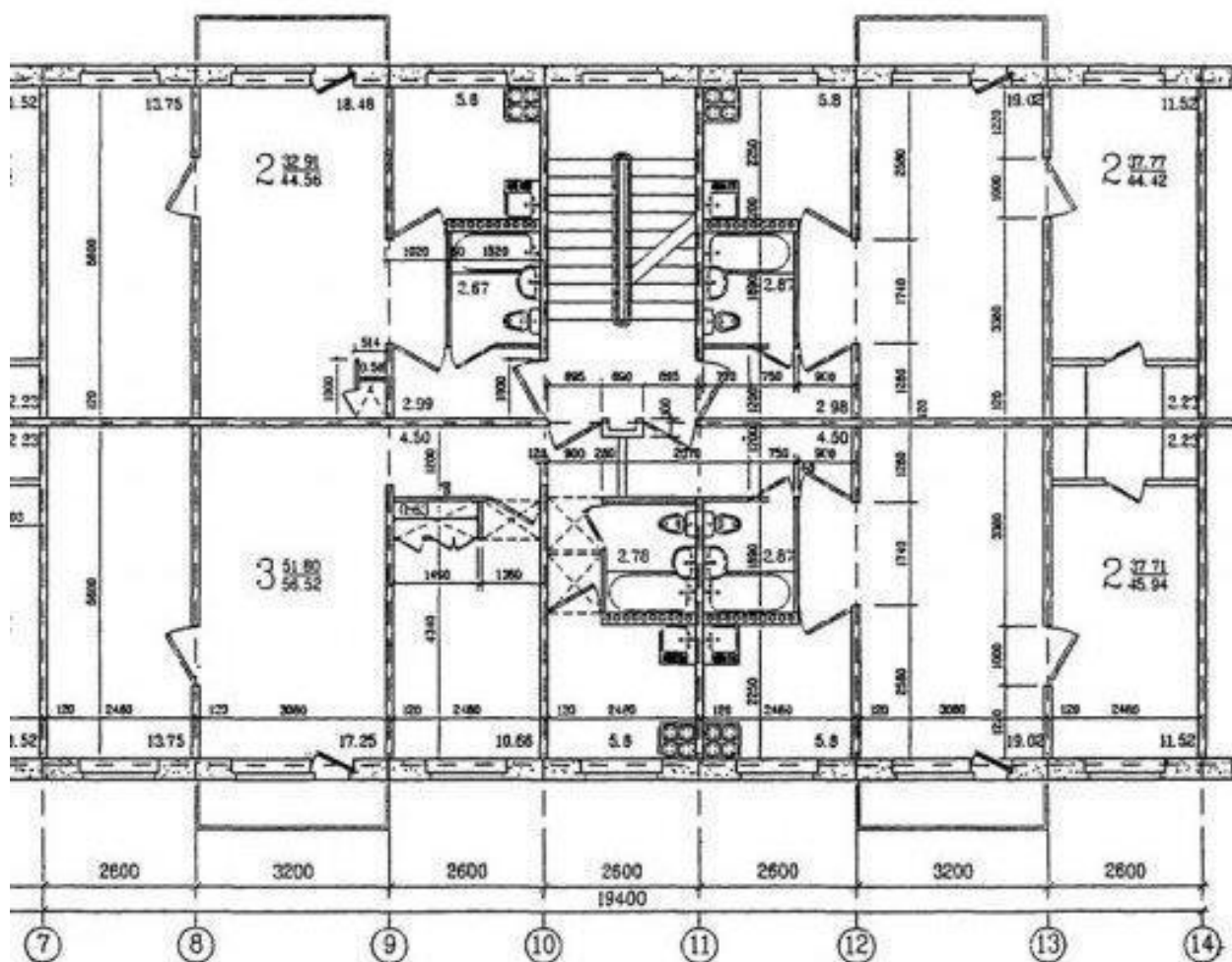


Рисунок 5 – Планировка дома серии 1-464

Серия II-60

Здания данной серии возводились 16-ти этажными. Квартиры — 1,2,3 комнатные. Годы строительства — 1970е-1980е гг [3].

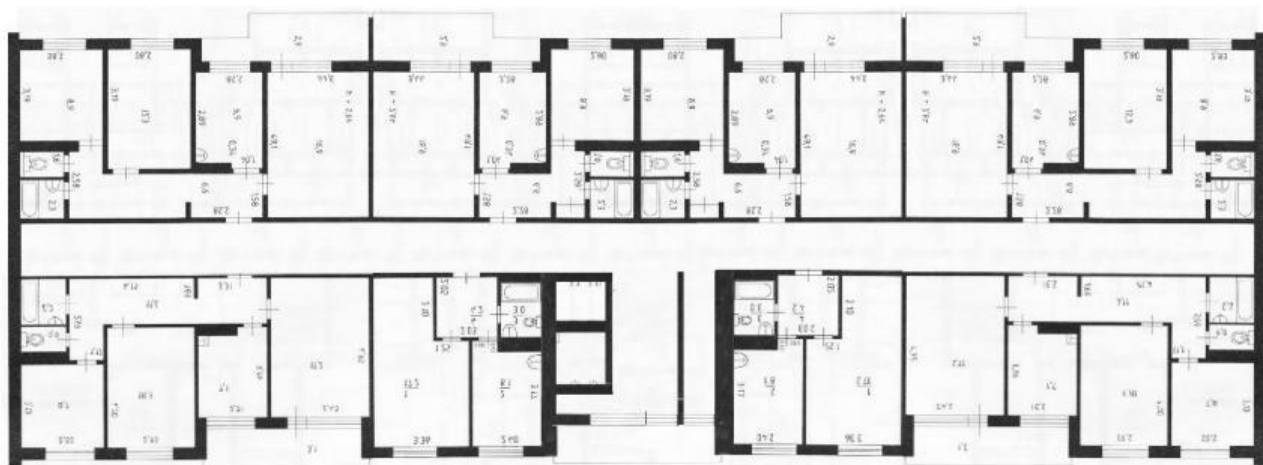


Рисунок 6 – Планировка дома серии II-60

Серия II-68

Годы строительства 1970-е-1990-е. Все комнаты в квартирах изолированные. 16-этажные дома-башни узнаваемы по большим лоджиям. Годы строительства 1969-1999. Высота потолков 2.5м., Кол-во квартир на этаже 4-6. Наружные стены – трехслойные бетонные панели толщиной 30 см. Утеплитель - опилки. Облицовка наружных стен выполнена с использованием каменной крошкой некоторых стен в некоторых ранних корпусах, облицовка плиткой поздних корпусов, в настоящее время окрашивается в произвольные цвета [3].



Рисунок 7 – Планировка дома серии II-68

Серия 121Т

По площадям квартиры в домах серии 121Т порой даже превосходят квартиры с индивидуальной планировкой (121-7Т). Различные планировочные решения более комфортны и удобны, на лестничной площадке имеется помещение, площадью около 10,5 квадратов, с лоджией. Дома серии 9-ти и 10-ти этажные, постройки 2000- х гг., санузел – отдельный, кухня 9 – 16 м²., комнаты – отдельные, этажность - 5,9,10, высота жилых помещений - 251 см. Наружные стены представляют собой трехслойные панели толщиной 400 мм., утеплитель минеральная вата/пенополистирол, а также практически все стены в квартирах – несущие [3].



Рисунок 8 – Планировка дома серии 121Т

Серия П-31

Дома серии П-31 являются модификацией серии П-30. Основное отличие в том, что в домах серии П-31 отсутствуют встроенно-пристроенные помещения под магазины, и имеются некоторые отличия в торцевых секциях. Во всём остальном, это полный аналог серии П-30. Годы строительства — 1971-2005 г., квартиры: 1-4-комнатные, этажность: 5-10, 12-14, высота потолков: 2.64м. Достоинства серии заключаются в больших кухнях и современной планировкой. В ваннах присутствует место для стиральной машины. Недостаток домов данной серии в том, что возможны трудности с перепланировкой в связи с тем, что почти все стены в квартире несущие [3].

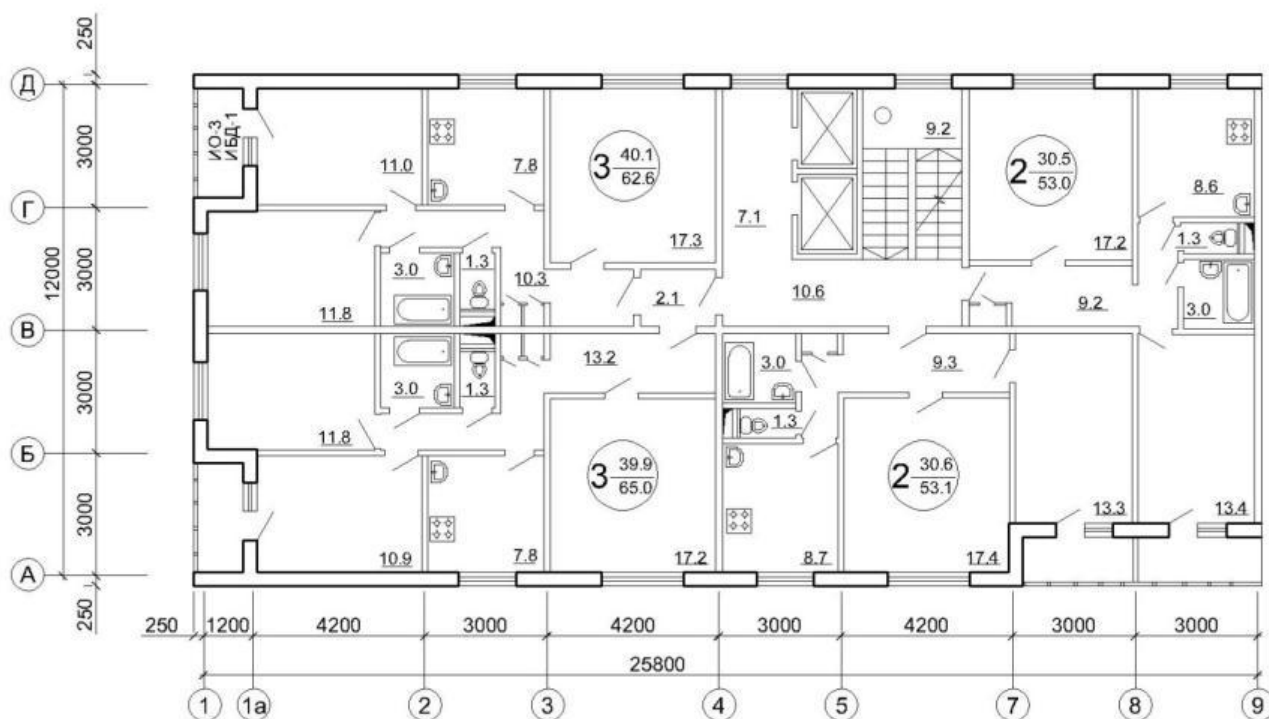


Рисунок 9 – Планировка дома серии П-31

Серия 90

Первые дома 111-90 стали строить в 1971 году. При строительстве были использованы различные варианты отделки фасадов наружных панелей. Данная серия отличалась тем, что балконы и лоджии были расположены под небольшим углом относительно плоскости фасада и отдельный санузел. Годы строительства 1971-2000е гг. Квартиры 1,2,3,4 комнатные, Высота помещений 2,64м. Наружные стены из железобетонных панелей имеют толщину от 300 до 400 мм [3].

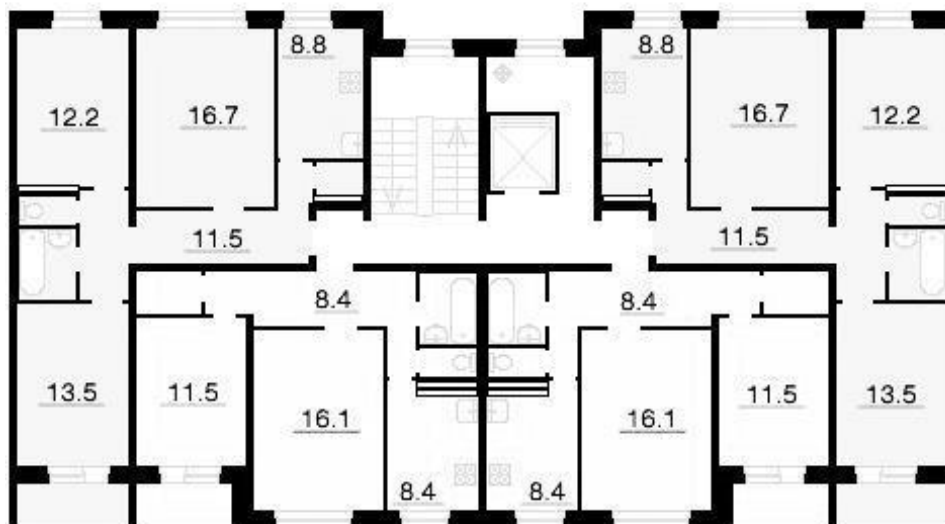


Рисунок 10 – Планировка дома серии 90

Серия 75

Годы строительства- с 1971г. по настоящее время. Этажность данной серии варьируется 5,9,10. Квартиры 1,2,3 комнатные. Наружные стены из железобетонных панелей имеют толщину 300, 350, 400 мм., утеплитель- пенополистирол. В данной серии увеличены площади кухонь и прихожих. На вторичном рынке жилья, такие дома пользуются большим спросом. Дома адаптированы к нуждам маломобильных категорий граждан, оборудованы пандусами. Достоинством данной серии является наличие лоджий, выступающих в основном в качестве дополнительной комнаты [3].

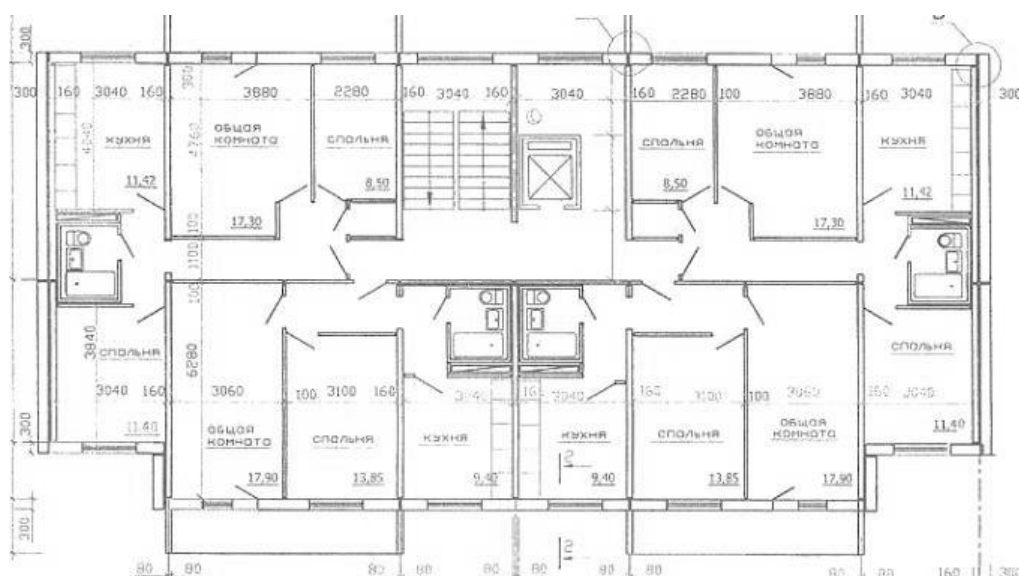


Рисунок 11 – Планировка дома серии 75

Проанализировав данные строительства панельных зданий в Автозаводском районе города Тольятти с 1969 по 2002г., установлено, что самой массовой серией домов является 121Т (см. рис. 12).

С 2000 г. при строительстве домов по серии 121Т применяются наружные трехслойные керамзитобетонные панели толщиной 400мм с дискретными связями разработанные КБ им. А.А. Якушева (г. Москва).

Их отличием от однослойной стеновой панели является:

- количество слоев;
- работа конструкции под температурным воздействием.

Под действием температурных воздействие сплошная однослойная панель сжимается и растягивается по всей своей площади на всю толщину панели нежели трехслойная, где температурным воздействиям подвергается только наружный несущий слой, а два других слоя (утеплитель и внутренний слой) остаются в неподвижном состоянии.

Нагреваемый/охлаждаемый объем наружного несущего слоя трехслойной панели меньше объема сплошной панели, таким образом наружные несущий слой трехслойной панели будет подвержен большим деформациям чем сплошная однослойная панель.

Данная серия домов будет рассматриваться в настоящей ВКР для исследования межпанельных швов.

Года строительства панельных домов

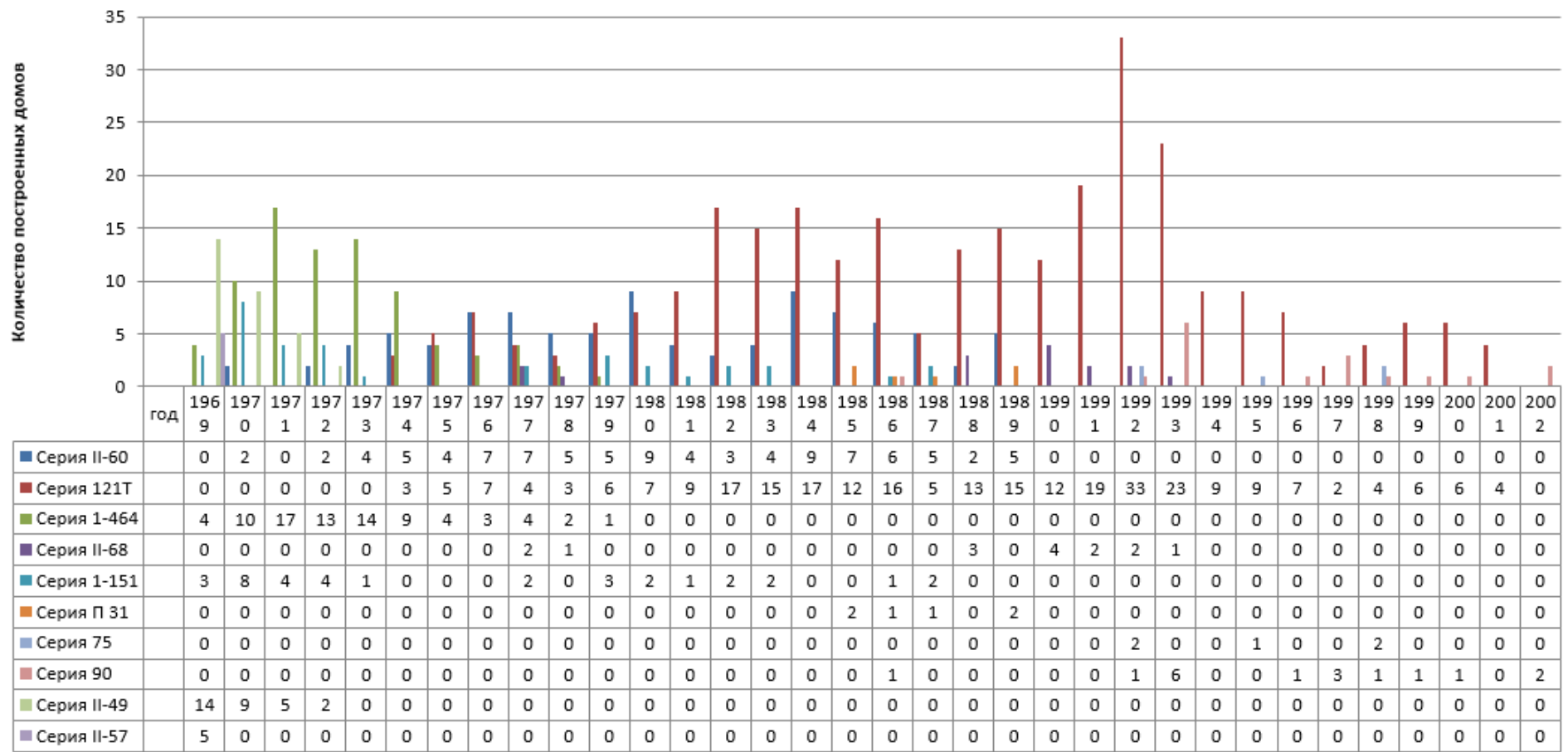


Рисунок 12 – Диаграмма строительства панельных домов в Автозаводском районе

1.2 Методики решений герметизации межпанельных швов

Герметизация межпанельных швов одна из значимых составляющих при строительстве и ремонте панельных зданий. От качества герметизации устья шва зависит его теплопроводность и как следствие защита от промерзания, возникновения конденсата на внутренней поверхности несущих ограждающих конструкций и появление грибковых образований, что впоследствии приводит к несоответствию данного жилья санитарно-гигиеническим требованиям.

С течением времени совершенствовалась не только технология серий панельных домов, но и заделка стыков между ними. Существует четыре основные методики по герметизации стыков стеновых панелей:

- поверхностная замазки стыка
- заделка стыка раствором (гидроизоляция стыка)
- заделка монтажной пеной - технология «Макрафлекс»
- технология «Теплый шов»

Поверхностная замазка стыка

Поверхностный метод замазки стыка плит – поверхностная (неглубокая) герметизация межпанельных швов. Данный способ ремонта швов не предполагает вскрытие и удаление старого герметика. Гидроизоляционная мастика наносится прямо на него сверху. Этот способ ремонта применим в том случае, если прежний слой мастики поврежден несильно, а теплоизоляционный материал сберег свои свойства полностью. Используется обычно для придания видимости произведенной работы [4].

Заделка стыка раствором (гидроизоляция стыка)

Гидроизоляция стыка плит – герметизация межпанельных швов с предварительным удалением старой герметизирующей мастики. Осуществляется полная зачистка стыка плит от прежнего герметика. На чистый межпанельный стык наносится свежий слой раствора. При этой

технологии отсутствует утепление шва, а это не гарантирует устранение протечек и теплопотери стен [4].

Заделка монтажной пеной - технология «Макрафлекс»

Герметизация межпанельных швов с предварительным удалением старой герметизирующей мастики. Осуществляется полная зачистка стыка плит от прежнего герметика, далее осуществляются работы по ремонту повреждений панели с последующей грунтовкой основания, заполнением устья свежим слоем монтажной пены «Макрафлекс» и нанесением свежего слоя мастики. При данной технологии утепление шва отсутствует, что не гарантирует устранение протечек и теплопотери стен [6].

Технология «Теплый шов»

Процесс герметизации и теплоизоляции швов и стыков осуществляется в несколько этапов:

- подготовка стыков и швов, которые предстоит утеплять;
- возобновление целостности деталей стыков и фасадов;
- устройство изоляции стыков;
- выполнение ремонтно-восстановительной герметизации, а также теплоизоляции панельных стыков.

Подготовка стыков и швов включает в себя работы по их очистке от каски и загрязнений, расшивку трещин, избавляются от теплопроводных включений, старого герметика и остатков потрескавшегося раствора.

Очистка стыков осуществляется вручную, используя скрепель и молоток, в редких случаях – механизированным способом. Необходимо, чтобы к моменту герметизации поверхность кромок стыков была абсолютно сухой.

Для того чтобы осуществить наружную ремонтно-восстановительную герметизацию, а также выполнить теплоизоляцию стыков панелей, применяя технологию «теплый шов», используются уплотняющие шнуры Вилатерм.

Трехкомпонентная герметизация швов производится в несколько этапов:

1) Устье шва заполняют полиуретановой теплозащитной пеной. Впоследствии пена затвердевает, расширяется и постепенно заполняет пустоты, которые существуют внутри шва.

2) Не дожидаясь, пока пена застынет, на нее укладывают утеплитель Вилатерм (Изонел). Этот утеплитель представляет собой вспененный материал круглого сечения, он имеет плотную структуру, очень эластичен и удобен в работе [4].

3) Поверх утеплителя Вилатерм (Изонел) производят работы по обмазке поверхности шва не затвердевающей мастикой.

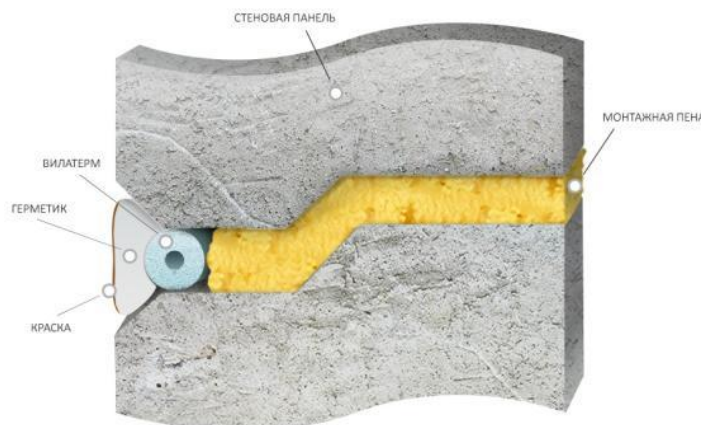


Рисунок 13 – Устройство межпанельного шва в разрезе по технологии «Теплый шов»

1.3 Применяемая технология в г. Тольятти

На данном этапе строительства и ремонта межпанельных швов, две технологии по заделке межпанельных швов:

- 1) Заделка монтажной пеной «Макрофлекс»
- 2) Утепление Вилатермом «Теплый шов»

Произведя визуальный осмотр части панельных зданий в Автозаводском районе города Тольятти, можно сделать вывод что более 80% домов подвергаются или были подвержены ремонтным работам по первой технологии, а именно заделка швов при помощи монтажной пены «Макрофлекс».

2 Конструктивные решения и компьютерное моделирование межпанельного шва

2.1 Конструктивные решения

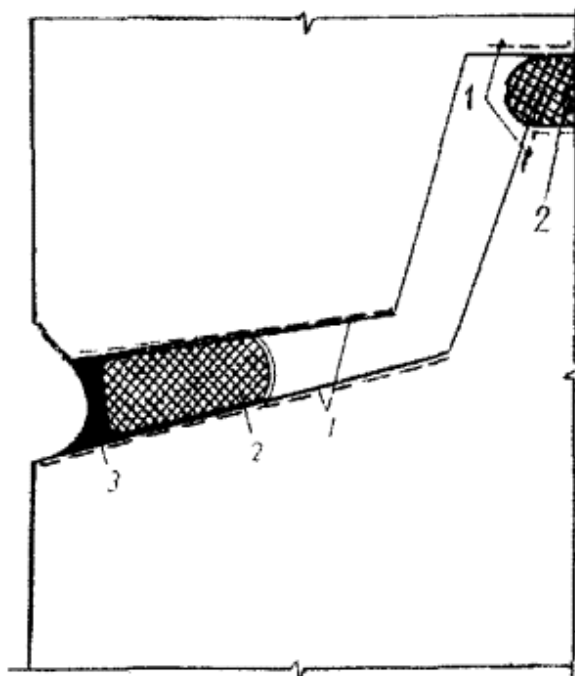
По способу герметизации стыки делятся на:

- закрытый
- дренированы
- открытый

Не допускается совмещать разность способов заделки конструкции горизонтальных и вертикальных стыков в пределах строительства одного здания.

Закрытый стык.

Закрытый стык представляет собой закрытое устье шва, заполненное уплотняющими материалами с защитным слоем из мастики (герметик) которая в свою очередь компенсируют температурные деформации без раскрытия стыков.



1 - поверхность панелей покрытые грунтовочными составами; 2 – прокладка «Вилатерм»/монтажная пена; 3 – герметик вулканизирующийся.

Рисунок 14 – Схема заделки горизонтального закрытого стыка

Дренированный стык.

Дренированный стык отличается от закрытого тем, что в нем имеется дополнительное конструктивное устройство, позволяющее поэтажно отводить воду наружу.

В дренированных стыках герметизация выполняется по типу закрытого за исключением устройства дополнительного декомпрессионного канала предназначенного для выравнивания давления воздуха на поверхности стены и внутри стыка.

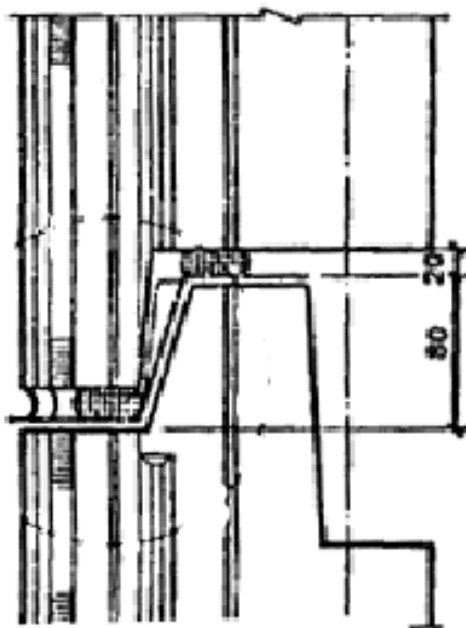
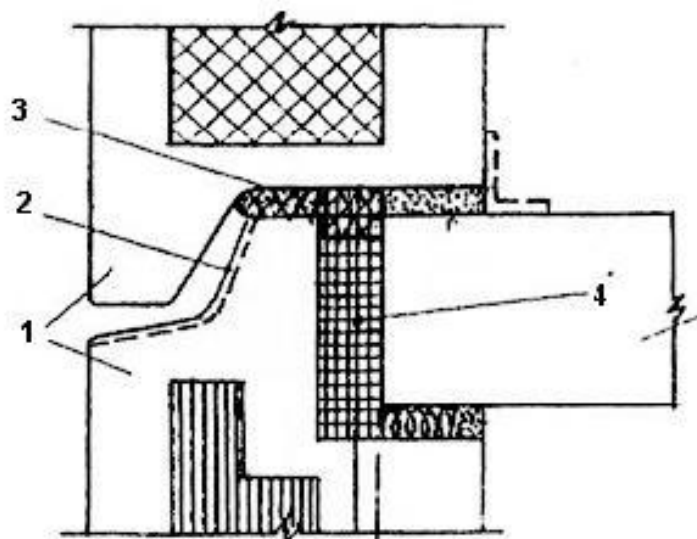


Рисунок 15 – Схема заделки горизонтального дренированного стыка

Открытый стык.

Открытый стык представляет собой открытое устье шва, в которое возможно попадание воды, но ее проникновение в глубину устья исключено за счет конструктивных устройств (устройство противодождевых гребней)



1 - панели наружных стен; 2 - покрытие грунтовочным составом; 3- герметизирующий и утепляющий вкладыш; 4 - утепляющий вкладыш
Рисунок 16 –Схема заделки горизонтального открытого стыка

2.2 Организация и технология выполнения работ

Организация и технология выполнения работ по устройству межпанельных стыков основана на ТР 95.07-99 [7].

Подготовительные работы.

Перед проведением ремонтных работ герметизации межпанельного стыка необходимо произвести подготовку поверхности включающая в себя:

- расшивку шва с излечением старого материала;
- зачистку граней панелей с восстановлением целостности поверхности;
- грунтовку поверхности панелей в устье шва.

Грунтовочные составы наносятся при температуре наружного воздуха не ниже $+15^{\circ}\text{C}$, подготовка поверхности необходимо осуществлять при отсутствии атмосферных осадков при температуре не ниже -20°C .

Вспомогательные работы.

За проведенными подготовительными работами следуют работы вспомогательного назначения для осуществления мероприятий направленных на приготовление герметика и изготовление вкладышей герметизирующих-уплотняющих. При приготовлении герметизирующих

составов необходимо соблюдать требования температурного режима колеблющегося в границах $(20\pm 5)^\circ\text{C}$.

Основные работы.

Заполнение устья межпанельного стыка мастикой производят при помощи пневматического или ручного шприца, либо шпателем. При большом раскрытии стыка мастику следует наносить в несколько приемов. После укладки слоя мастики его следует разровнять с помощью деревянной расшивки, смоченной в воде.

Работы производятся при отсутствии атмосферных осадков и температуре не ниже -20°C ., температура самого герметика не ниже $+15^\circ\text{C}$. Толщина нанесения не менее 3-х мм.

Сдаточно-приемочные работы.

Сдаточно-приемочные работы осуществляются визуально и при помощи инструментов таких как: - штангенциркуль; - линейка.

Все вышеперечисленные работы необходимо сопровождать контролем технического персонала и лаборатории.

При герметизации закрытого стыка при проверке большое внимание уделяется толщине и непрерывности нанесенного слоя герметика, а также величину адгезии герметика к фаскам панелей.

2.3 Контроль качества

Контроль качества необходимо осуществлять работникам технического персонала или строительной лаборатории на протяжении всего периода выполнения работ по герметизации межпанельных стыков.

Работы по герметизации должны сопровождаться выполненными актами на скрытые работы

Контроль качества включает в себя проверку:

- качества подготовки поверхности (восстановлению целостности) стыка, его обеспыливание и грунтовку;

- качество монтажной пены;

- качество заполнения устья шва;
- толщину нетвердеющей мастики, выполняющего роль защитного слоя.

Согласно п 4.8 ТР 116-01 [8] Технические рекомендации по технологии применения комплексной системы материалов, обеспечивающих качественное уплотнение и герметизацию стыков наружных стеновых панелей, герметики наносятся толщиной слоя не менее 3 мм без разрывов и наплывов, так же не допустимы деформации более 25% (п.2.5), как правило толщина защитного слоя нетвердеющей мастики меньше установленного. При недостаточной толщине слоя мастики под воздействием солнечных лучей и солнечной радиации происходит преждевременное старение и разрушение материала.

2.4 Компьютерное моделирование межпанельного шва

Деформации швов в виде растрескивания, разрывов и выпадения материалов является следствием ежегодных температурных воздействий на ограждающие конструкции здания.

Перед проведением испытаний образцов необходимо предварительно понять работу стеновой панели под действием температурных воздействий

Температурные воздействия можно разделить на категории:

1. Климатические;
2. Технологические;
3. Аварийные (пожары).

Необходимость расчетов на температурные воздействия описывается в следующих документах:

- Пособие по проектированию жилых зданий. Выпуск 3. Конструкции жилых зданий (к СНиП 2.08.01-85 Жилые здания) в котором говорится о необходимости расчета на температурные воздействия при наличии: (1- протяженного в плане здания, 2- здание состоящие из объемов разной высоты, 3-сооружения, подвергающиеся солнечной радиации;

- Пособие по проектированию бетонных и железобетонных конструкций из тяжелых и легких бетонов без предварительного напряжения арматуры (к СНиП 2.03.01-84) (Разделы 1-3);

- СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*.

Произведем компьютерное моделирование для определения линейных деформаций наружного слоя трехслойной стеновой панели с помощью ПК ЛИРА САПР 2017 [9].

В программном комплексе выполнена модель стеновой панели в объемных конечных элементах и плоскостных четырехугольных конечных элементах. Размеры панели и физико-механические характеристики приведены в таблице 1. Характеристики керамзитобетона марки М200 приняты по ВСН 28-65 [10].

В задаче приняты только температурные загрузения: нагрев от 0°C до +50°C и охлаждение от 0°C до -30°C.

Таблица 1 - Характеристики расчета

Длина L, мм	Ширина b, мм	Высота h, мм	Модуль упругости, E, МПа	Коэффициент Пуассона, ν	T1, °C	T2, °C
6000	400	2700	17500	0.2	50	-30

В таблице 1:

T1- Пиковая температура наружного слоя наружной ограждающей стеновой панели в летний период;

T2- Пиковая температура наружного слоя наружной ограждающей стеновой панели в холодный период.

Схема поперечного сечения панели приведена на рисунке №17

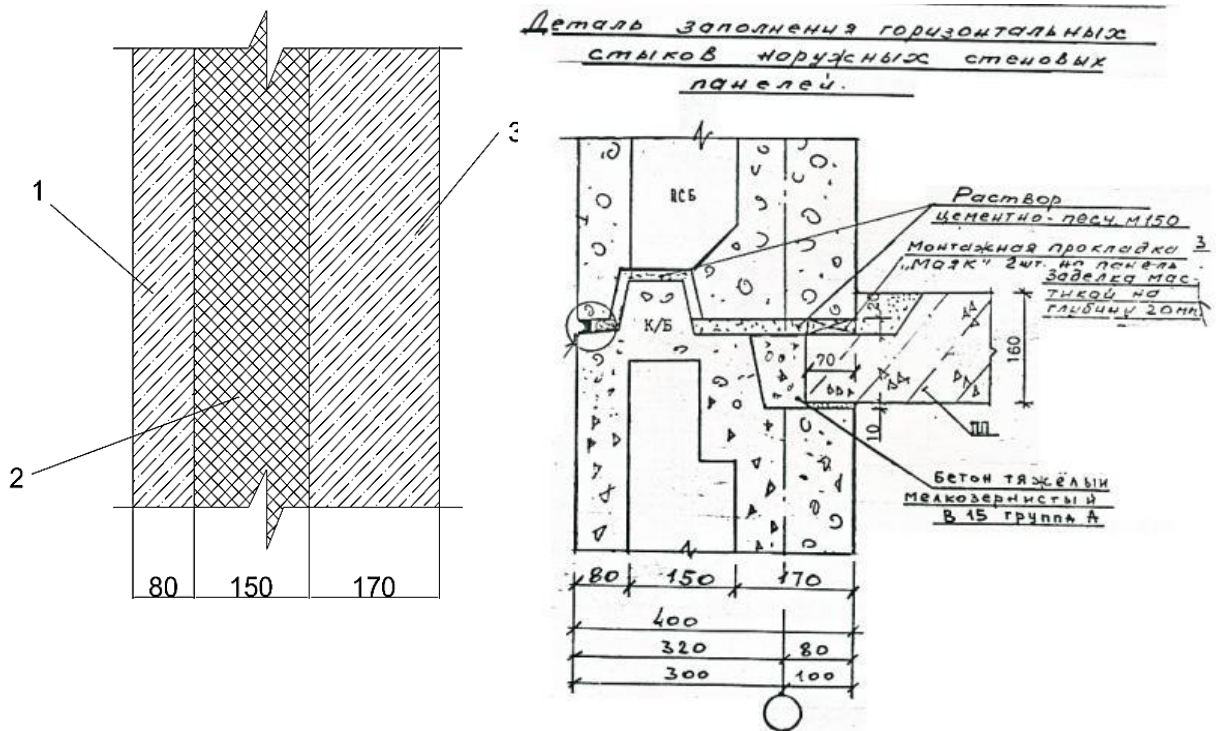


Рисунок 17 – Схема поперечного сечения панели.

Графические результаты моделирования методом объемных конечных элементов стеновой панели без оконных проемов

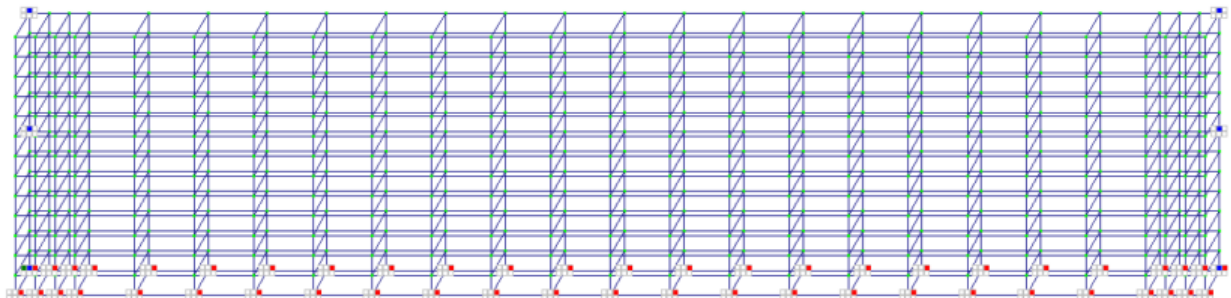


Рисунок 18 – Связи, закрепление узлов

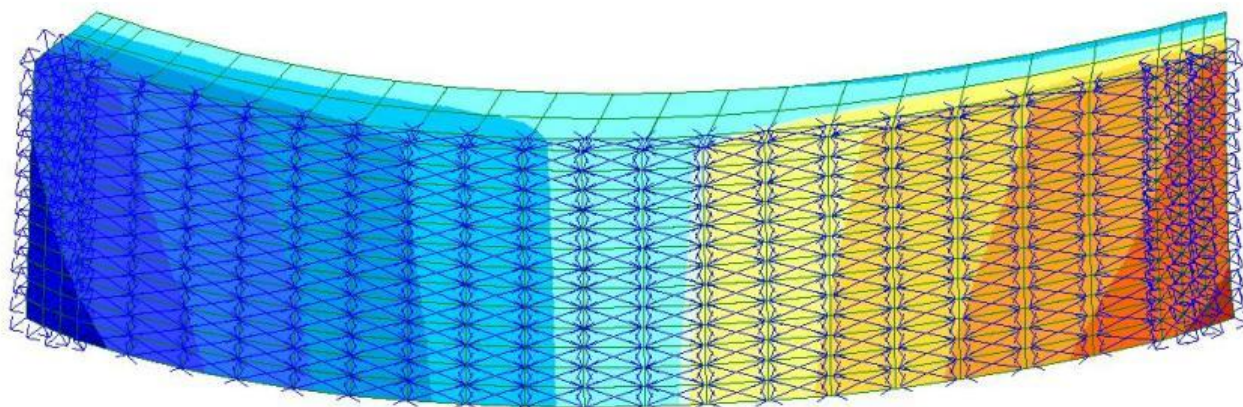
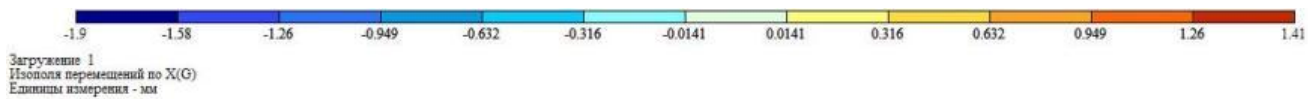


Рисунок 19 – Перемещения по оси X при температурном воздействии – нагрев 50°C

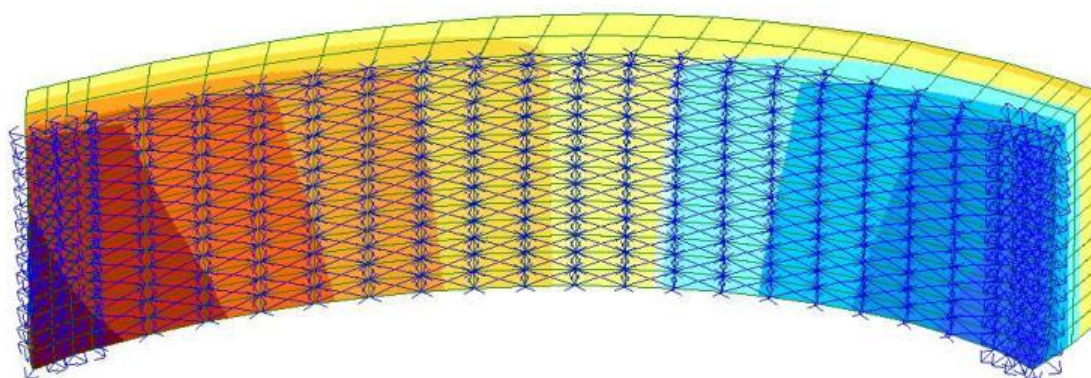
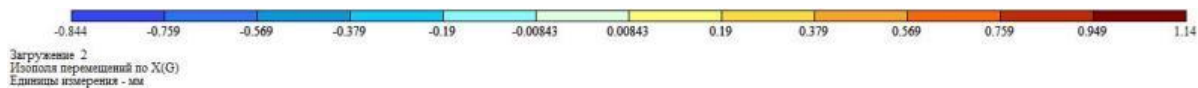


Рисунок 20 – Перемещение по оси X при температурном воздействии – охлаждение -30°C

Стеновая панель с оконными проемами

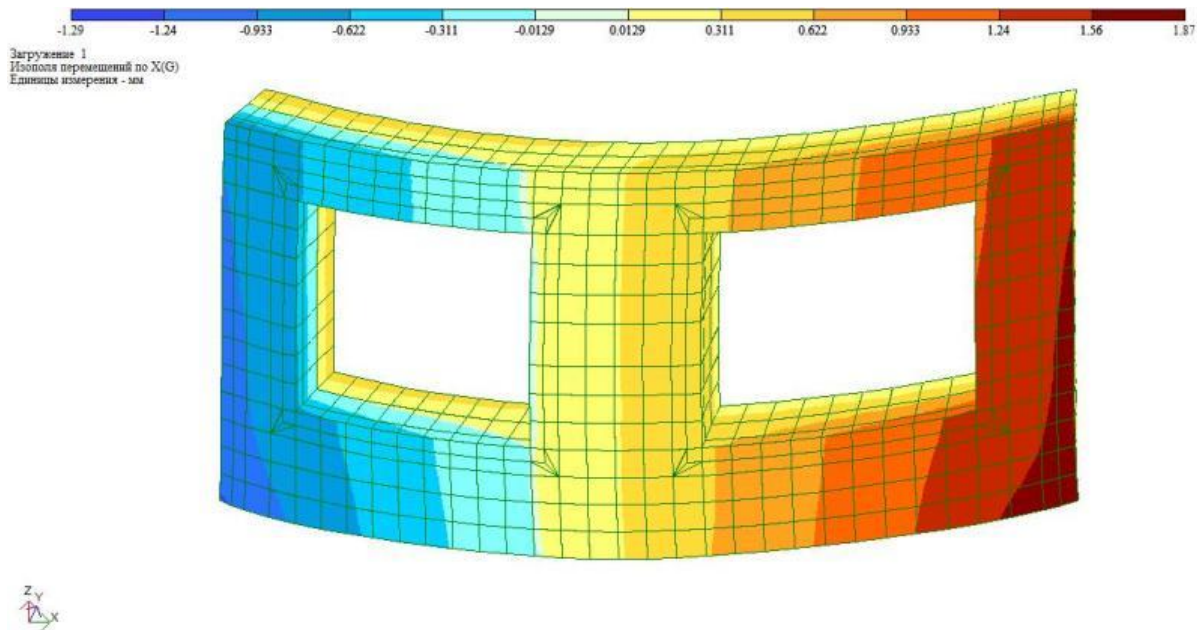


Рисунок 21 – Перемещения по оси X при температурном воздействии – нагрев 50°C

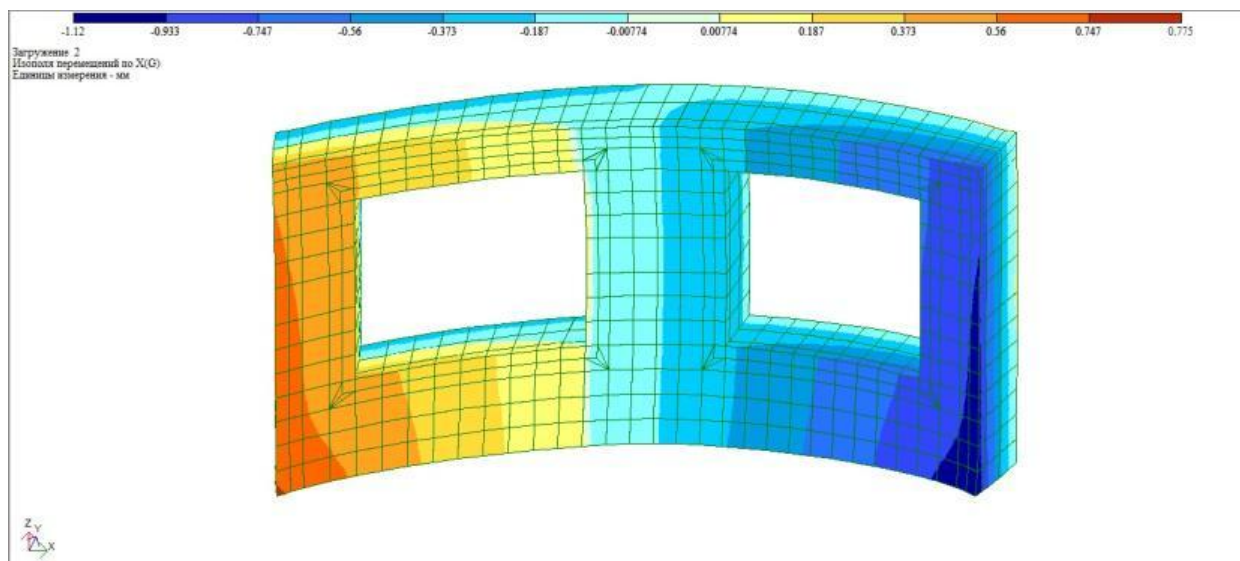


Рисунок 22 – Перемещение по оси X при температурном воздействии – охлаждение -30°C

Графические результаты моделирования методом плоских конечных элементов стеновой панели с оконными проемами

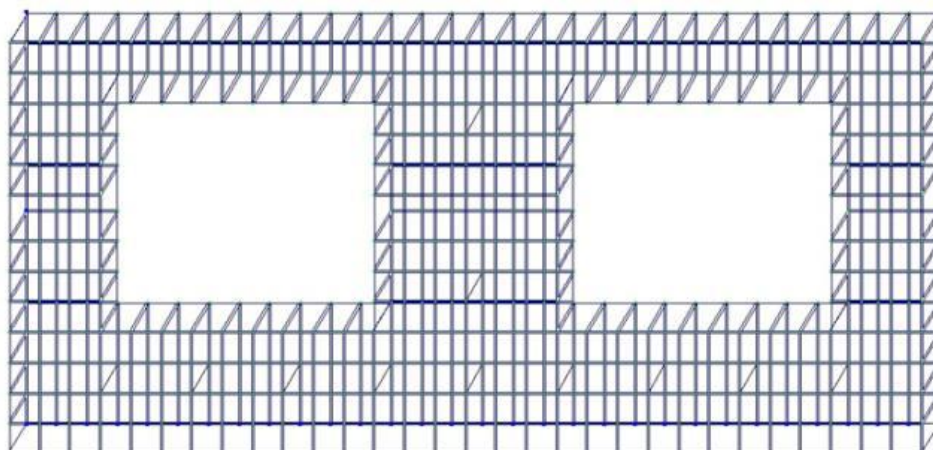


Рисунок 23– Исходная расчетная схема

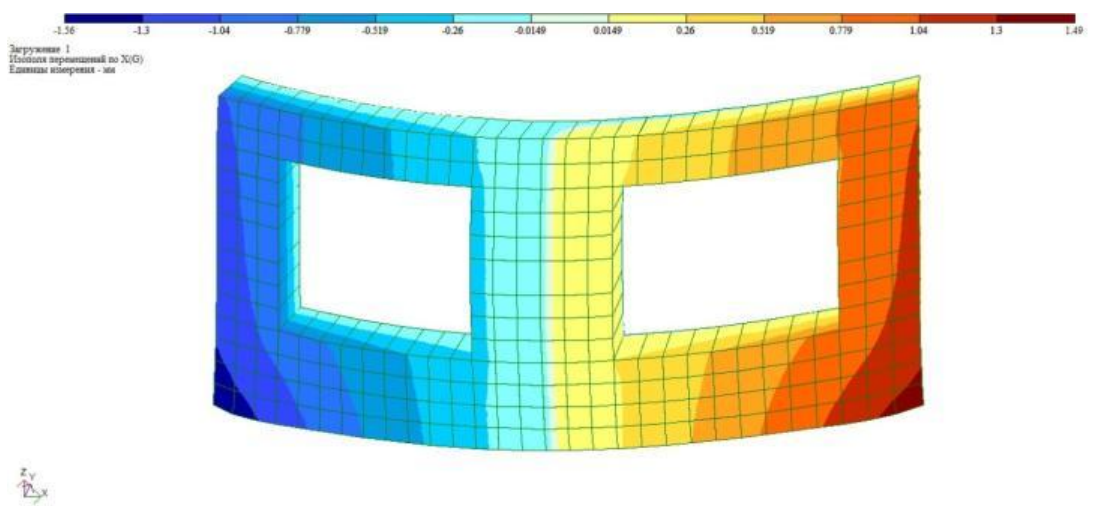


Рисунок 24 – Перемещения по оси X при температурном воздействии – нагрев 50°C

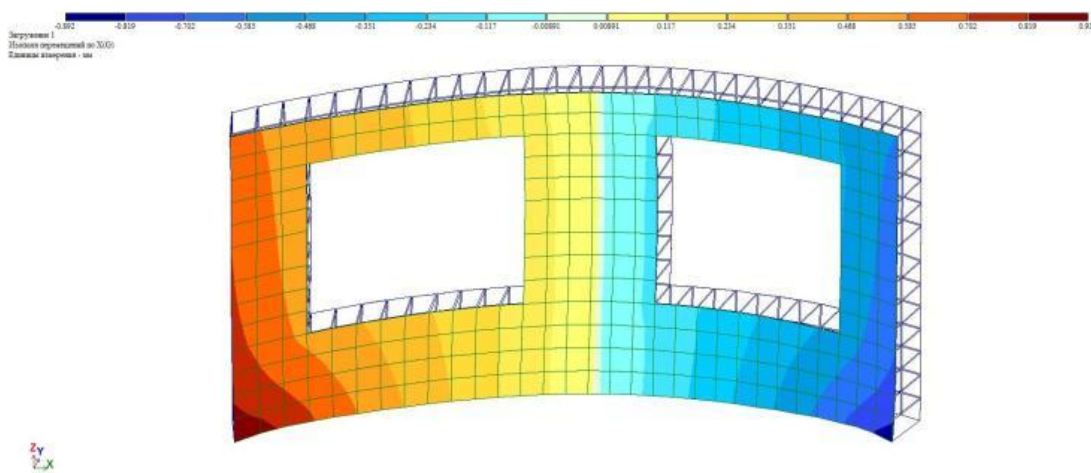


Рисунок 25 – Перемещения по оси X при температурном воздействии – охлаждение -30°C

Полученные результаты в ходе компьютерного моделирования сведены в таблицу 2.

Таблица 2 – Результаты расчета

Расчетная схема	Деформации				Общая деформация, мм	Деформация от проектного значения в %
	Нагреве до 50°С		Охлаждение до -30°С			
	мм	%	мм	%		
Объемный КЭ без окон	3,31	16,6	1,98	9,9	5,29	26,5
Объемный КЭ с окнами	3,16	15,8	1,89	9,4	5,05	25,2
Пластина с окнами	3,05	15,25	1,8	9	4,85	24,2

По технической документации номинальная ширина межпанельного шва составляет 20 мм. Суммарные расчетные деформации шва превышают 25% от проектного размера, что являются значительными. Чему свидетельствуют данные ТР 116-01 о недопустимости деформации мастики более 25% (п.2.5) [8].

Расчет показал, что наиболее подвержены температурному воздействию панели сплошного сечения, устанавливаемые в торцах зданиях. Соответственно и большие деформации накладываются на шов и сам наружный слой.

Деформации монтажной пены в шве могут проходить по трем схемам:

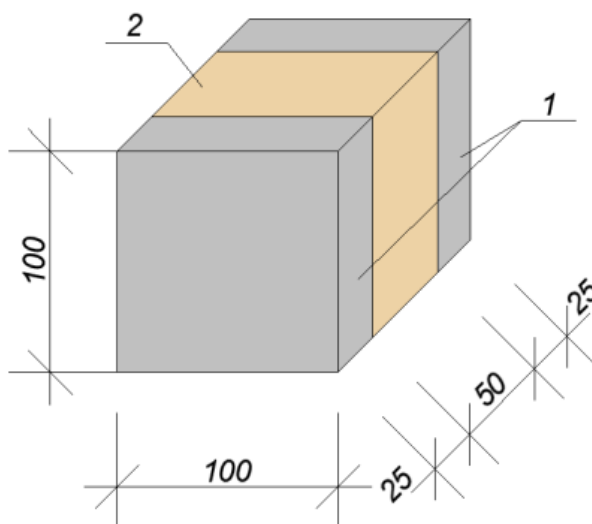
- разрыв по пене;
- разрыв на границе пены и стеновой панели;
- накопление пластических деформаций в заполнении шва.

Для полного и развернутого ответа на вопрос о климатическом воздействии требуется провести дополнительные исследования физико-механических свойств монтажной пены с проведением испытаний на образцах и сопоставлением полученных результатов с визуальным и инструментальным обследованием.

3 Экспериментальное исследование монтажной пены на растяжение и сжатие. Разработка рекомендаций.

3.1 Испытание монтажной пены

Предварительно вычертим схему опытного образца, представленную на рисунке 26.



1. бетонные шляпки, символизирующие торец стеновой панели;
 - 2- пенополиуретан (монтажная пена)
- Рисунок 26 - Схема опытного образца

Изготовление образца

По схеме опытного образца изготовлена опалубка для последующего изготовления бетонных шляпок с закладными деталями (крюки-захваты) для крепления в разрывную машину.

Опалубка представляет собой вспомогательную конструкцию из шлифованной доски толщиной 25 мм, с вырезанными в ней отверстиями габаритами 100x100мм (см. рис.27)



Рисунок 27 – Опалубка с изготовленными бетонными шляпками

Следующим этапом изготовления образца служит скрепление двух бетонных шляпок посредством пенополиуретана (монтажной пеной) (см.рис.28).



Рисунок 28 –Соединение двух бетонных шляпок посредством пенополиуретана

После схватывания образца излишки пены подрезаются острым ножом для придания образцу требуемых геометрических характеристик.



Рисунок 29 – Готовый образец габаритами 100x100x100

Проведение испытаний

На испытания предоставлены девять опытных образцов для проведения испытаний на разрыв и шесть образцов для испытания на сжатие, предварительно пронумерованных и снятыми с них геометрическими характеристиками.

В каждой группе имеется по три образца с монтажной пеной разного производителя.

1-я группа

Пена монтажная Tytan Professional 65 UNI с характеристиками:

- плотность: 25 кг/м³
- температура применения: +5°C до +35°C
- страна производитель: Польша
- сезонность: лето

2-я группа

Пена монтажная Makroflex WhiteTeq с характеристиками:

- плотность: 25 - 27 кг/м³
- температура применения: 0°C до +35°C
- страна производитель: Эстония
- сезонность: лето

3-я группа Makroflex Pro

Пена монтажная Makroflex Pro с характеристиками:

- плотность: 18 кг/м³
- температура применения: +5°C до +35°C
- страна производитель: Эстония
- сезонность: лето



До начала испытания образцы сутки выдерживались в камере нормальных условий с постоянной температурой воздуха (20±2) °С и влажностью (95±5)%.

Испытания образцов производилось на основании методик: ГОСТ 32603-2012 [13] - и ГОСТ 17177-94 [14].

Приборы и инструменты, используемые при проведении инструментальных замеров и фотофиксации:

- цифровой фотоаппарат Nikon D90 с.н. 6918542;
- линейка измерительная металлическая «Калиброн» по ГОСТ427-75;
- разрывная машина МР-0,5-1.
- пресс для испытания образцов на сжатие

Перед проведением испытаний необходимо убедиться в исправности прибора, не допускается загрязнение рабочей поверхности.

После проведения испытаний приборы/инструменты необходимо обесточить и очистить от загрязнений.

Испытание образцов на растяжение.

Испытания на растяжение проводятся для определения предела прочности материала.

Метод определения предела прочности при растяжении заключается в измерении значений растягивающих усилий, которые в последствии вызывают разрушение образца материала.

Используемая при испытании разрывная машина МР-0,5-1 на основании требований п. В.3.2.4 ГОСТ 32603-2012 [13] обеспечивает растяжение образца со скоростью 20 ± 1 мм/мин.

При испытании на растяжение образцы помещают в прибор и с обеих сторон закрепляют в зажимы.

Убедившись в надежности закрепления на образец подают растягивающие усилия до разрушения образца.

Предел прочности при растяжении $R_{\text{раст}}$ вычисляют по формуле:

$$R_{\text{раст}} = \frac{P}{bh}, \quad (1)$$

где P - разрушающая нагрузка, b - ширина образца, h - толщина образца.

Испытания образцов на сжатие было распределено на 2 группы. Первые две из которых являлись предварительными, для общего понимания работы материала и получения предельных деформаций.

Испытания образцов первой группы производилось с фиксацией предельной выдерживаемой образцом нагрузки

Испытания второй группы образцов производились с фиксацией предельной выдерживаемой образцом нагрузки и значением деформаций.

Образцы третьей группы нагружались ступенями до 140 кг.

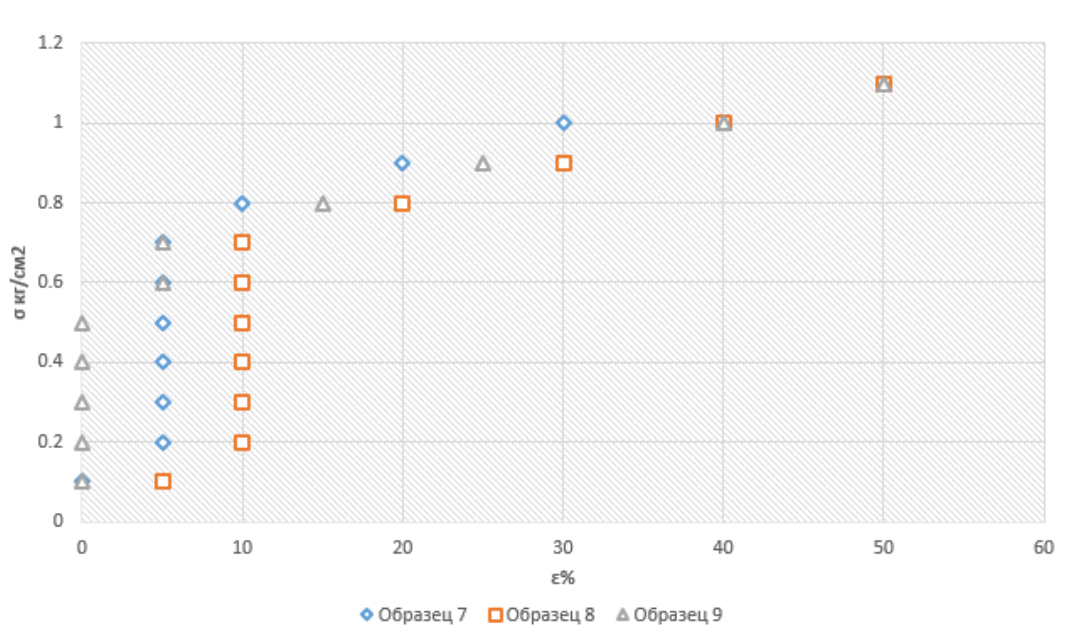


Рисунок 30 – Результаты экспериментальных испытаний образцов пены на растяжение

Испытание образцов на сжатие.

Метод определения прочности на сжатие при 10% линейной деформации заключается в измерении значения сжимающих усилий, вызывающих деформацию образца по толщине на 10 % при соответствующих условиях испытания [14].

При испытании на сжатие образец помещают под пресс, который обеспечивает скорость нагружения образца 5-10мм/мин, таким образом, чтобы нагрузка передавалась по вертикальной оси, как только образец достиг уплотнения (деформации) в 10% от первоначальных геометрических характеристик измеряют нагрузку.

Прочность образца на сжатие определяется при 10% линейной деформации и вычисляют по формуле:

$$\sigma_{10} = \frac{P}{lb}, \quad (2)$$

где P- нагрузка при 10%-ной линейной деформации, b- ширина образца, h- толщина образца.

Испытания образцов на сжатие было распределено на 2 группы. Первые две из которых являлись предварительными, для общего понимания работы материала и получения предельных деформаций.

Испытания первой группы образцов производились с фиксацией предельной выдерживаемой образцом нагрузки и значением деформаций.

Образцы второй группы нагружались ступенями до 140 кг.

Одна ступень составляла 20кг, продолжительность нагружения в каждой ступени составляло 1 мину, по истечению времени снимались показания деформаций и производилось последующее нагружение. После приложения к образцу нагрузки равной 140 кг, произведена последовательная разгрузка ступенями с фиксацией деформаций в обратной последовательности.

Снятие отсчетов деформаций производилось с двух, установленных по разные грани образца, линеек. Полученные значения идентичны, таким образом можно утверждать, что испытания образца проводились с центрально приложенной нагрузкой.

Данный метод дал возможность получить наглядную картину характера разрушения образцов, отображенную на рисунке 30 и 31.

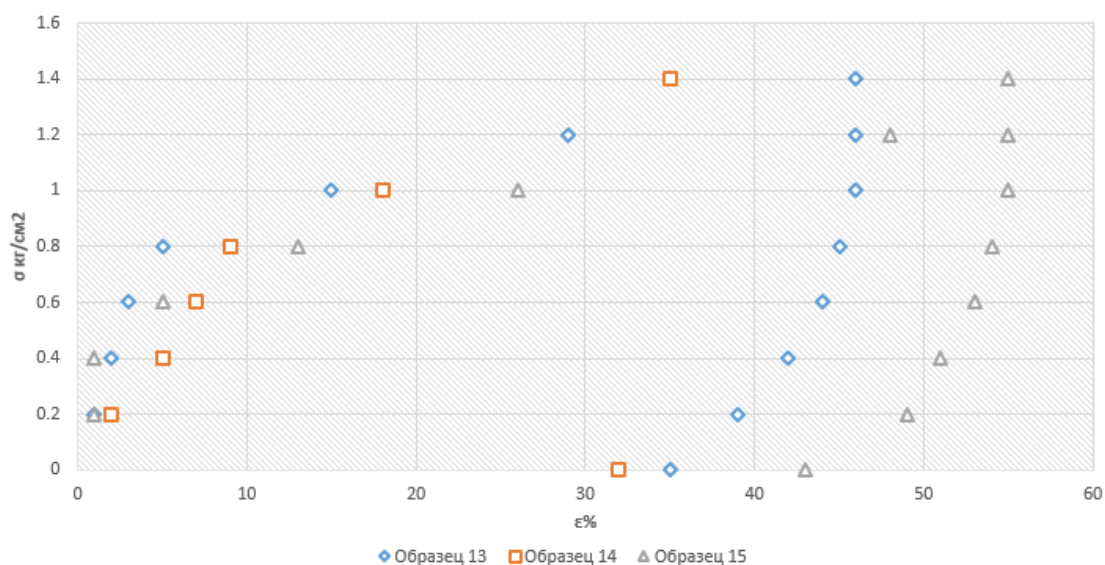


Рисунок 31 – График обработки результатов испытаний образца на сжатие

Выше представленные графики обработки результатов испытаний (см. рис.30 и рис.31) показывают зависимость работы монтажной пены при ступенчатом нагружении и ступенчатом разгрузении моделирующие период эксплуатации.

Нагрузка и разгрузка образца моделируют фактические условия в период эксплуатации конструкции шва в летнее и зимнее время.

В летний период под температурными воздействиями происходит увеличение объема наружного несущего слоя панели, создавая сжатие образца.

В зимней период происходит уменьшение объема наружного несущего слоя панели, создавая растяжение образца.

Из результатов испытаний (см.рис.31) видно накопление образцом пластических деформаций. Следовательно, монтажная пена в последующем не может заполнить освободившейся объем при сжатии панели без разрушения структуры-разрыва.

Полученные результаты в ходе испытаний на растяжения и сжатие по двум - трем группам отражены в таблице 3.

Таблица 3 - Результаты испытаний

Наименование образца	b, см	h, см	P, кгс	Расчетное сопротивление, R _{раст.} (кгс/см ²)	Начальные деформации*, см	Деформации от проектного значения, %
Растяжение						
1 группа	1	10	10	76	0,76	
	2	10	10	42	0,42	
	3	10	10	98	0,98	
2 группа	4	10	10	92	0,92	1,1
	5	10	10	90	0,9	0,8
	6	10	10	100	1	0,65
3 группа	7	10	10	110	1,1	0,5
	8	10	10	110	1,1	0,5
	9	10	10	110	1,1	0,5
Сжатие						
2 группа	10 (4)	10,5	10,5	40	0,36	2,5
	11 (5)	10,5	10,5	40	0,36	1,0
	12 (6)	10,5	10,5	40	0,36	2,0
3 группа	13	10	10	140	1,4	3,5
	14	10	10	80	0,8	3,2
	15	10	10	140	1,4	4,3
*Деформации в момент растрескивания/разрыва образца						

Испытания образцов на разрыв показали, что разрыв образцов происходит частично по пене 60% и частично на границе пены и стеновой

панели 40%. Характеристика разрыва свидетельствует о неоднородности материала.

3.2 Визуальное обследование

Целью визуального обследования является оценка качества выполненных работ по ремонту межпанельных швов и выявлению образовавшихся дефектов в пост ремонтный период.

В Автозаводском районе построено 268 домов с панелями серии 121Т, из них 4 построено после 2000 года.

Определив количество объектов исследования их место расположения, составлен маршрутный лист для рационально-последовательного осмотра.

При визуальном обследовании в соответствии с [15], [16], рассмотрено общее внешнее состояние дома, его расположение относительно сторон света, зафиксировано внешнее состояние стеновых панелей и межпанельных швов.

Текущее состояние межпанельных швов в домах серии 121Т:

- бульвар Татищева 14. 10-ти этажный жилой дом имеет сложную форму в плане с техническим подпольем и тех этажом. Зафиксировано наличие проведения фрагментарных ремонтных работ, сделанных в разный временной промежуток, этому свидетельствует разнотонность покрытия и разные заполнители швов в виде цементно-песчаного раствора и монтажной пены, так же зафиксировано растрескивание защитного слоя.



Рисунок 32 – Юго-западный торец жилого дома (бульвар Татищева 14)

- бульвар Татищева 20. Разно уровневый жилой дом с 10ти и 8ми этажными блоками имеет сложную форму в плане с техническим подпольем и тех этажом. Произведены ремонтные работы по утеплению юго-западного торца здания, на северо-восточном торце зафиксированы фрагментарные деформации в виде разрывов защитного слоя, его отсутствие, а также не равномерное заполнение устья шва в зонах отсутствия защитного слоя

По данным полученным от УК «Жилстройэксплуатация» ремонт межпанельных швов торцов здания производился в 2014 году с применением монтажной пены

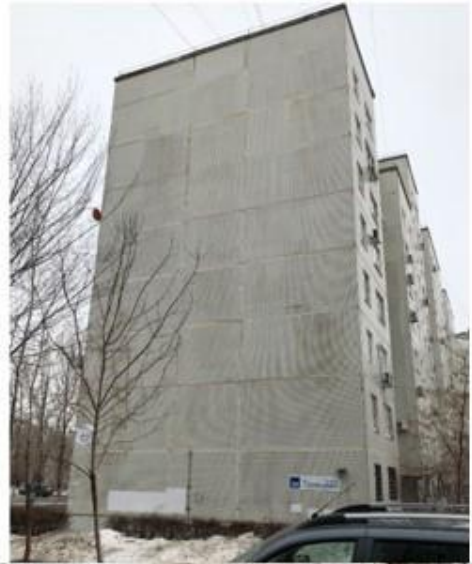
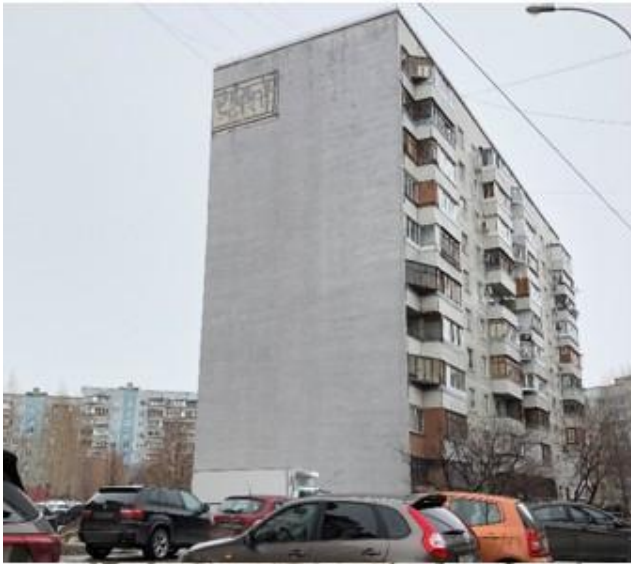


Рисунок 33 – Северо-восточный торец жилого дома (бульвар Татищева 20)

- Южное шоссе 43. 10-ти этажный жилой дом имеет сложную форму в плане с техническим подпольем и тех этажом. К нижней части торца здания доступ отсутствует в виду возведенных пристроев.

Фрагментарно произведенных ремонтных областей не зафиксировано. На фасадной части зафиксировано частичное оголения устья шва

По данным полученным от УК «Жилстройэксплуатация» ремонт межпанельных швов торцов здания производился в 2013 году с применением монтажной пены



Рисунок 34 – Восточный торец жилого дома (Южное шоссе 43)

- ул. 40 Лет Победы 6. Разно уровневый с 10-ти и 6-и этажными блоками этажный жилой дом имеет сложную форму в плане с техническим подпольем и тех этажом. На обоих торцах здания фрагментарных ремонтов не обнаружено поверхность и цвет однородны, таким образом, ремонтные работы по ремонту межпанельного шва производились в один период времени. Зафиксировано наличие растрескивания защитного слоя)

По данным полученным от УК «Жилстройэксплуатация» ремонт межпанельных швов торцов здания производился в 2017 году с применением монтажной пены



Рисунок 35 – Юго-западный торец жилого дома (бульвар Татищева 14)

По данным из таблицы 5 можно сделать вывод о том, что состояние межпанельных швов в домах серии 121Т удовлетворительное. Вероятность проведения контроля качества данных швов близка к 0.

У 2-х из четырех домов зафиксировано наличие существенных деформаций в виде нарушение дискретных связей в панелях, о чем

свидетельствует стягивание слоев болтами. Два дома составляют 50% от аналогично построенных.

3.3 Инструментальное обследование

Инструментальное обследование швов панельного здания включает в себя тепловизионный контроль при помощи прибора (тепловизор¹) для определения области теплопотерь и дефектов теплоизоляции.

Тепловизионный контроль представляет собой неразрушающий метод контроля, основанный на бесконтактном-дистанционном измерении теплового излучения и фиксации температуры на поверхности конструкций. В режиме реального времени выдает распределение по наружным ограждающим конструкциям тепловых полей.

Тепловизионный контроль осуществляется согласно методике действующего нормативного документа ГОСТ Р 54852-2011 «Здания и сооружения. Метод тепловизионного контроля качества теплоизоляции ограждающих конструкций» [17].

Приборы и инструменты, используемые при проведении инструментальных замеров и фотофиксации:

- тепловизор Fluke Ti32
- термоанемометр
- цифровой фотоаппарат Nikon D90 с.н. 6918542

Инфракрасная камера - тепловизор «Fluke 32 Ti» разработан в соответствии с требованиями Системы управления качеством, аттестованной в соответствии с требованиями стандарта ISO 9001. Имеет соответствующий сертификат калибровки и свидетельство о поверке.

Тепловизор позволяет проводить съемку при температуре воздуха от – 10 до +50°С и относительной влажности до 95 %.

¹ Тепловизор - Прибор или совокупность приборов, предназначенных для преобразования теплового изображения объекта в видимое. [1]

Таблица 4 – Технические характеристики Fluke Ti32

Диапазон измеряемых температур (не калибруется ниже -10 °С)	от -20 X до +600 X
Погрешность измерения температуры	± 2 X или 2 % (при температуре 25 X, выбирается большее значение)
Коррекция коэффициента излучения	Да
Компенсация отраженной температуры фона на дисплее	Да
Коэффициента пропускания на дисплее	До
Тип приемника излучения	320 X 240, матрица в фокальной плоскости, не охлаждаемый микроболометр
Инфракрасный спектральный диапазон	7,5 мкм ... 14 мкм (длинноволновый)
Температурная чувствительность (NETD)	с 0.045 X при температуре объекта 30 X (<45 мК)
Форматы файлов (на тепловизоре)	Не радиометрические (.bmp) или (.jpeg) или полностью радиометрический (.is2)
Просмотр памяти	Просмотр и выбор в виде пиктограмм
Стандартные палитры	8
Палитры повышенной контрастности Ultra Contrast™	8
Быстрое переключение между ручным и автоматическим режимами	Да
Быстрая автоматическая регулировка шкалы в ручном режиме	Да
Минимальная ширина диапазона (в ручном режим &	2.5 X
Минимальная ширина диапазона (в автоматическом режиме)	5 X
Цветовая сигнализация (сигнализация по температуре)	Сигнализация высокой температуры(задается пользователем)
Батареи	Два блока литий-ионных интеллектуальных аккумуляторных батарей
Время работы батарей	Более четырех часов непрерывной работы на один блок батарей (при 50 % яркости ЖК дисплея)
Испытание на падение	С высоты 2 метра со стандартным объективом
Размеры (В x Ш x Д)	27,7 см x 12,2 см x 17,0 см (10.9 дюймов x 4,8 дюйма x 6,7 дюймов)
Вес (включая батарею)	1,05 кг
Количество поддерживаемых языков	16

Тепловизионному обследованию подвергаются наружные поверхности ограждающих конструкций жилых домов по адресу:

- бульвар Татищева 14, введен в эксплуатацию в 2000 году;
- бульвар Татищева 20, введен в эксплуатацию в 2001 году;

- ул. 40 Лет Победы 6, введен в эксплуатацию в 2001 году;
- Южное шоссе 43, введен в эксплуатацию в 2000 году.

Тепловизионное обследование осуществляется с 7:00 до 7:40 по местному времени для выполнения требования ГОСТ Р 54852-2011 п.6.4 «Обследуемые поверхности не должны находиться в зоне прямого и отраженного солнечного облучения в течение 12 ч до проведения измерений.» [17] при отсутствии атмосферных осадков.

Проведение измерений

1) На выбранном месте, в удаленной точке от здания для полного или частичного захвата поверхности контракции, включается, настраивается тепловизор и производится съемка

2) Измеряем температуру наружного воздуха при помощи термоанемометра

3) Измеряем скорость ветра вблизи поверхности конструкции в связи с проведением наружного обследования

4) Производится обработка результатов

Обработка результатов

Полученные в результате обследования термограммы² обрабатывают для получения записанного в цифровом виде теплового распределения температур на поверхности ограждающих конструкций.

1) Обработка термограмм осуществляет переход от радиационных температур, регистрируемых тепловизором, к истинным температурам поверхности.

2) Анализ термограмм представляет собой процедуру, направленную на выявление причин возникновения температурных аномалий с целью выявления нарушения теплоизоляции ограждающих конструкций или снижения ее качества.

² **термограмма:** Тепловое изображение, записанное в аналоговом или цифровом виде в память тепловизора или на цифровой носитель.

Дата осмотра:02.02.2019

Время осмотра: с 7:00 до 7:40

Осадки: отсутствовали

Таблица 5 – Результаты тепловизионной съемки ограждающих конструкций панельных домов по серии 121-Т снаружи здания

Измеряемая точка	Скорость ветра вблизи конструкции, м/с	Температура на поверхности шва, °С	Температура наружного воздуха, °С	Температура внутреннего воздуха, °С
бульвар Татищева 14 юго-западный торец				
min. температура	0,62	-16,9	-15,0	+21*
max температура		-9		
Среднее значение		-12,95		
бульвар Татищева 20 северо-восточный торец				
min. температура	0,08	-15,3	-15,0	+21*
max температура		-7,9		
Среднее значение		-11,6		
ул. 40 Лет Победы 6				
min. температура(северо-западный торец 10-ти этажной части здания)	0,14	-16,4	-14,5	+21*
max температура(северо-западный торец 10-ти этажной части здания)		-10,5		
Среднее значение		-10,45		
min. температура(северо-западный торец 6-ти этажной части здания)	0,08	-17,5	-14,5	+21*
max температура(северо-западный торец 6-ти этажной части здания)		-10,3		
Среднее значение		-13,9		
Южное шоссе 43 восточный торец				
min. Температура	0.08	-16,1	-14,5	+21*
max температура		-10,5		
Среднее значение		-13,3		
*- температура внутреннего воздуха принята условно, согласно ГОСТ 30494-2011 табл.1 средняя температура воздуха внутри помещения составляет 21°С				

Все термограммы обработаны при помощи программного продукта Fluke SmartView и применена цветовая палитра с высоким контрастом для четкого определения границ перехода температуры от черного через синий к желтобелому.

Для приведения всех термограмм к единообразию задана общая шкала с температурными границами от -20.1°C до -5°C и температурой фона равной температуре наружного воздуха.

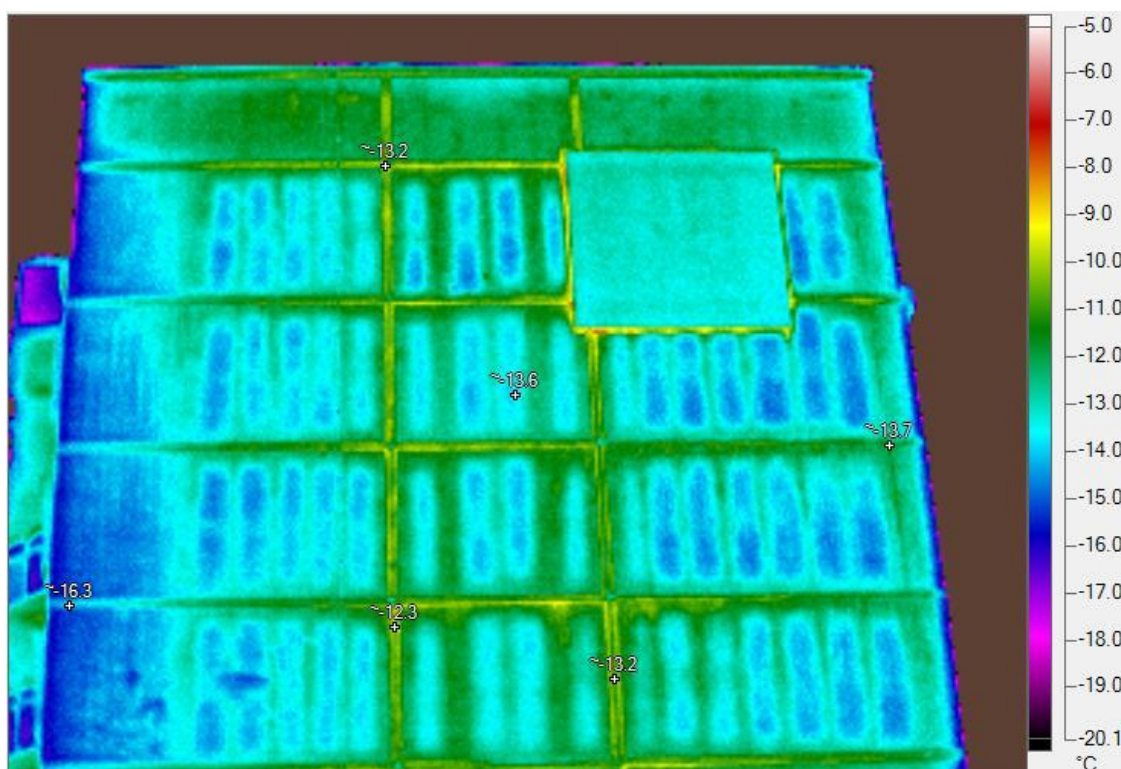


Рисунок 36 – Термограмма IR000092 верхней части юго-западного торца жилого дома по б-ру Татищева 14

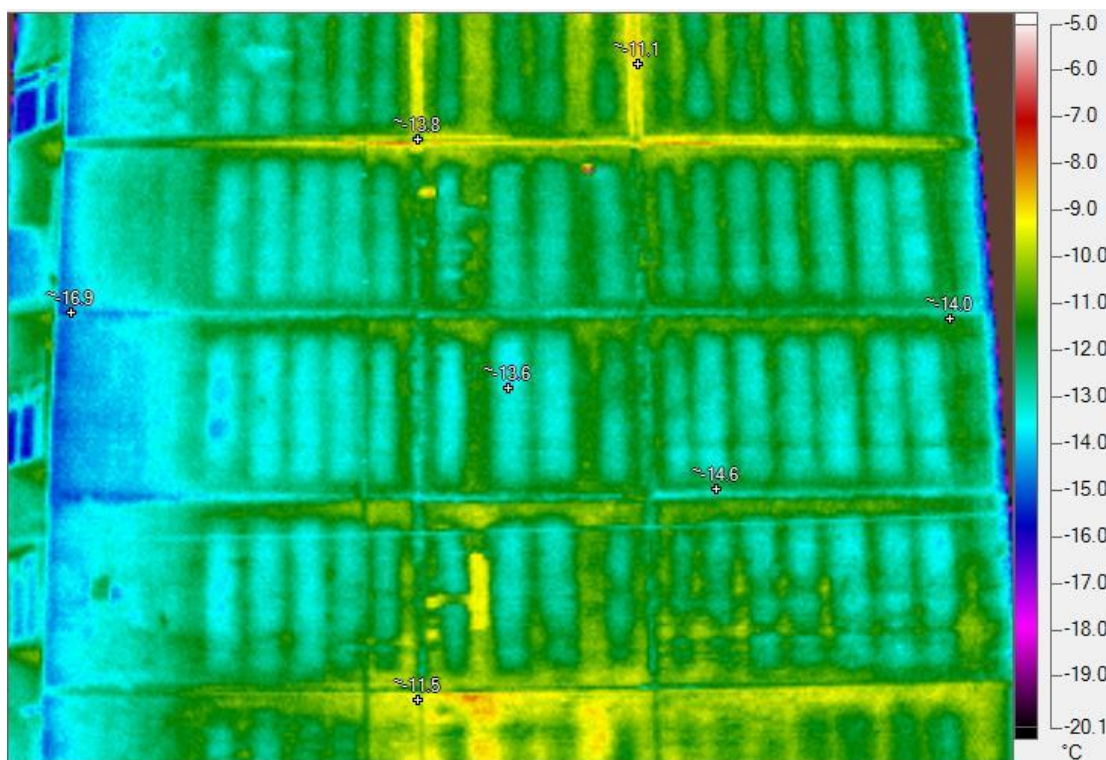


Рисунок 37 – Термограмма IR000090 средней части юго-западного торца жилого дома по б-ру Татищева 14

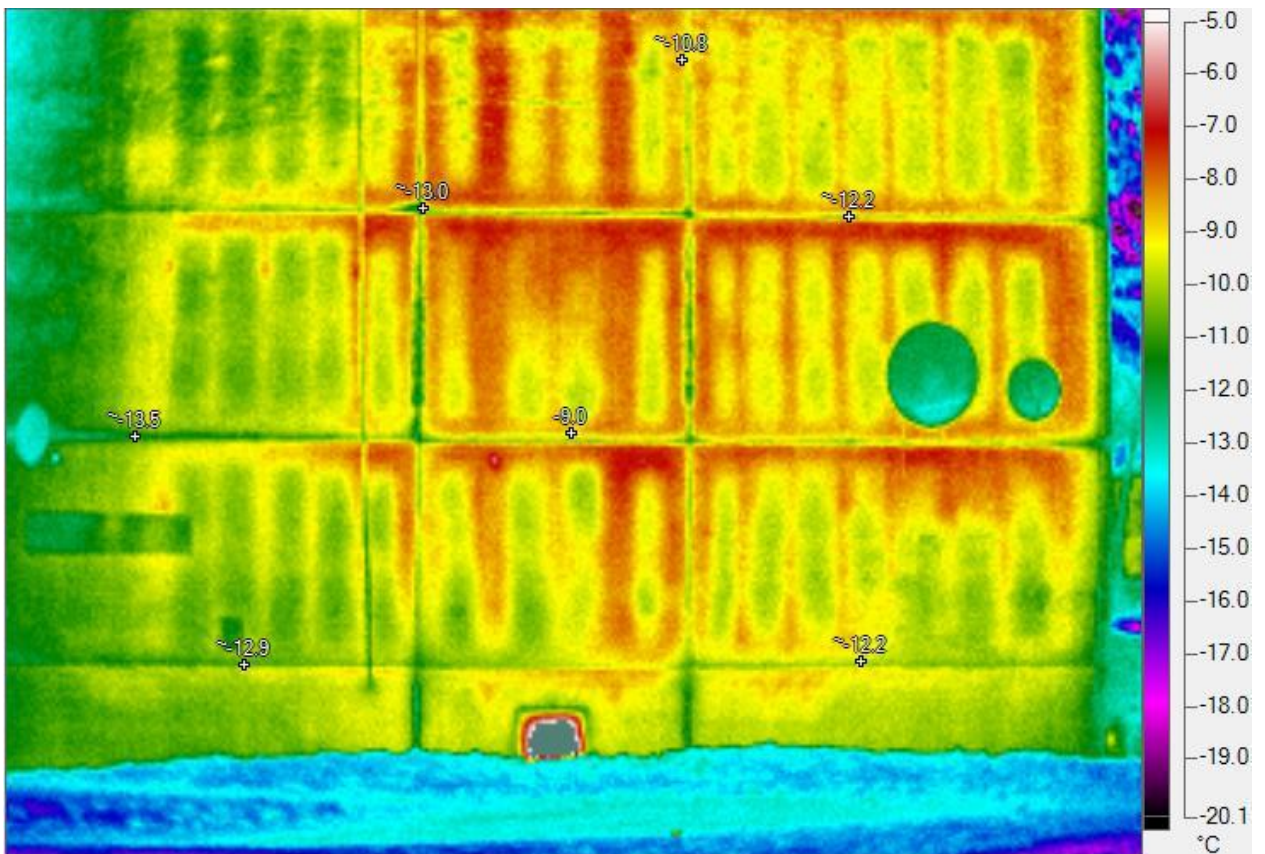


Рисунок 38 – Термограмма IR000088 нижней части юго-западного торца жилого дома по б-ру Татищева 14

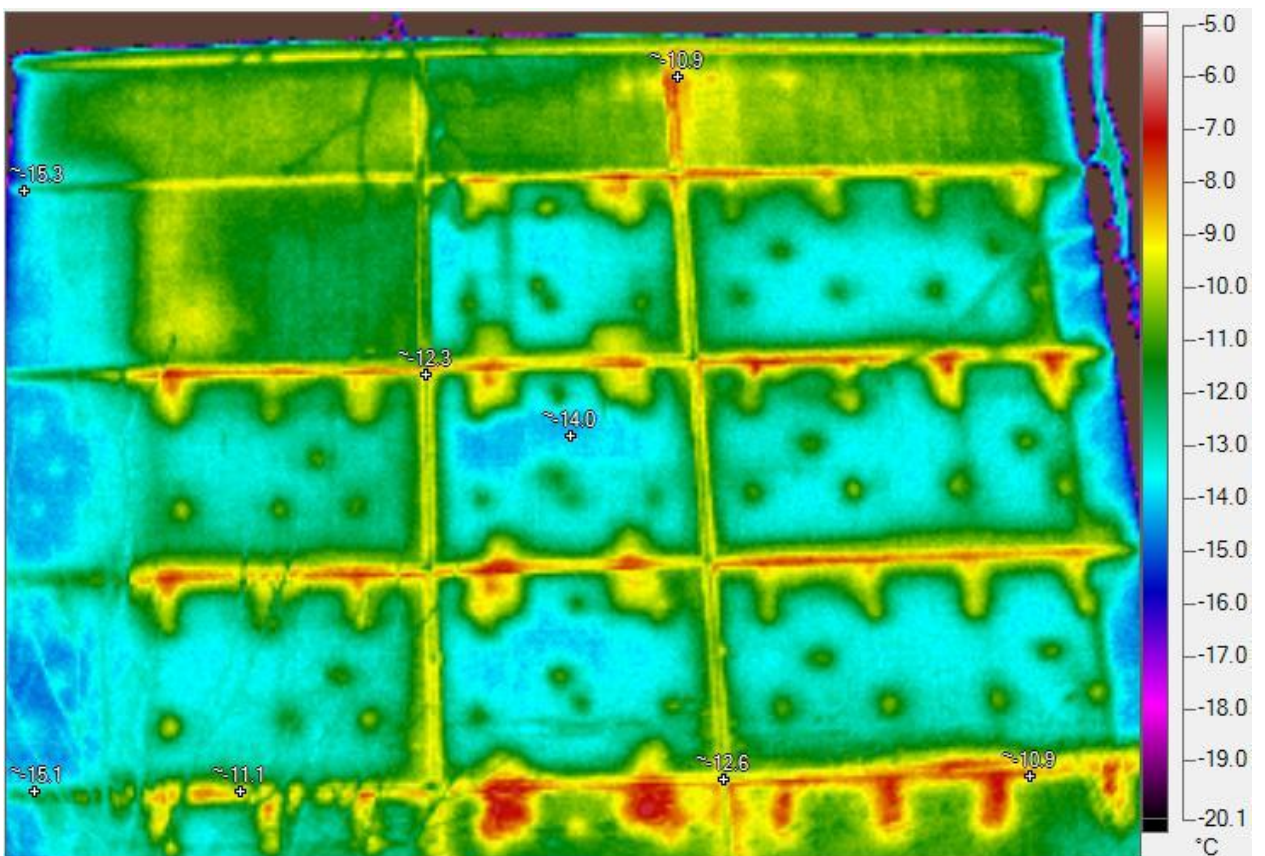


Рисунок 39 – Термограмма IR000087 верхней части северо-восточного торца жилого дома по б-ру Татищева 20

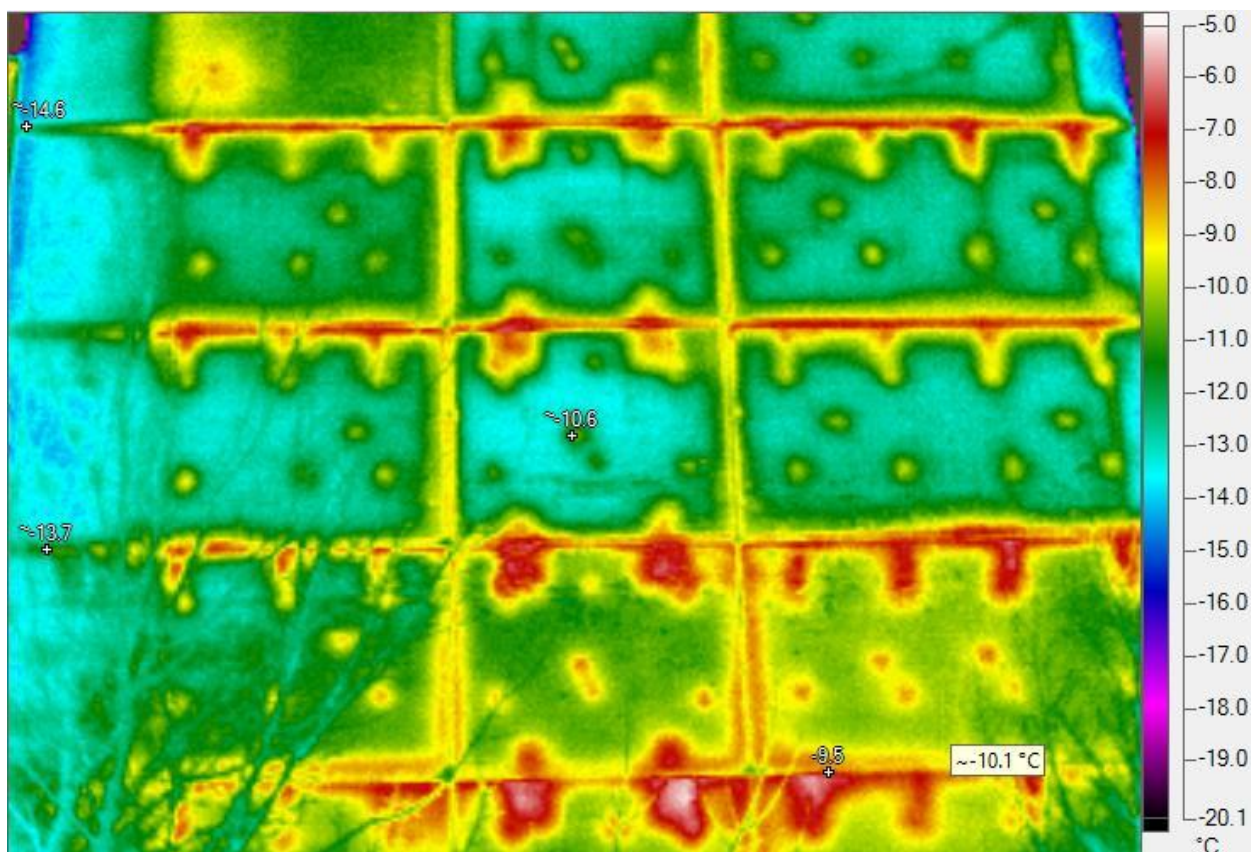


Рисунок 40 – Термограмма IR000086 средней части северо-восточного торца жилого дома по б-ру Татищева 20

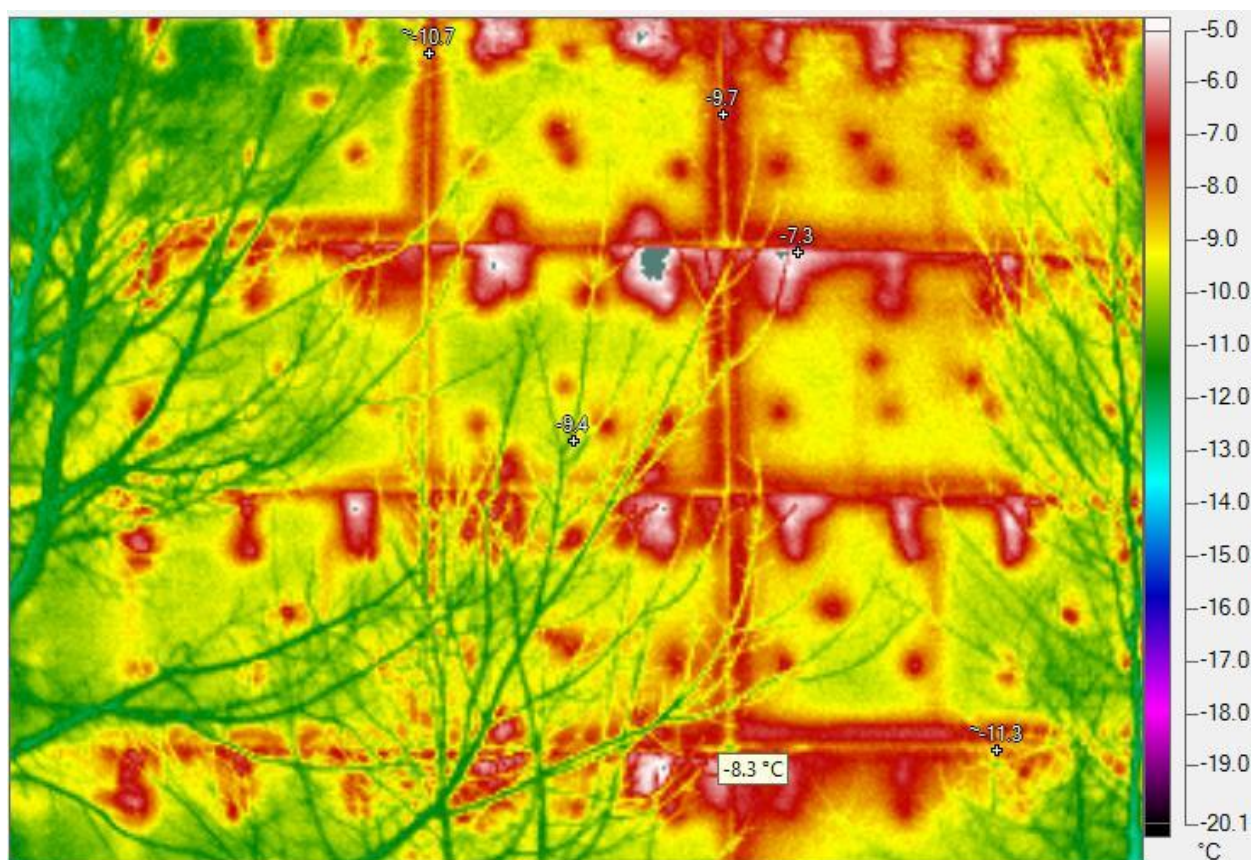


Рисунок 41 – Термограмма IR000086 средней части северо-восточного торца жилого дома по б-ру Татищева 20

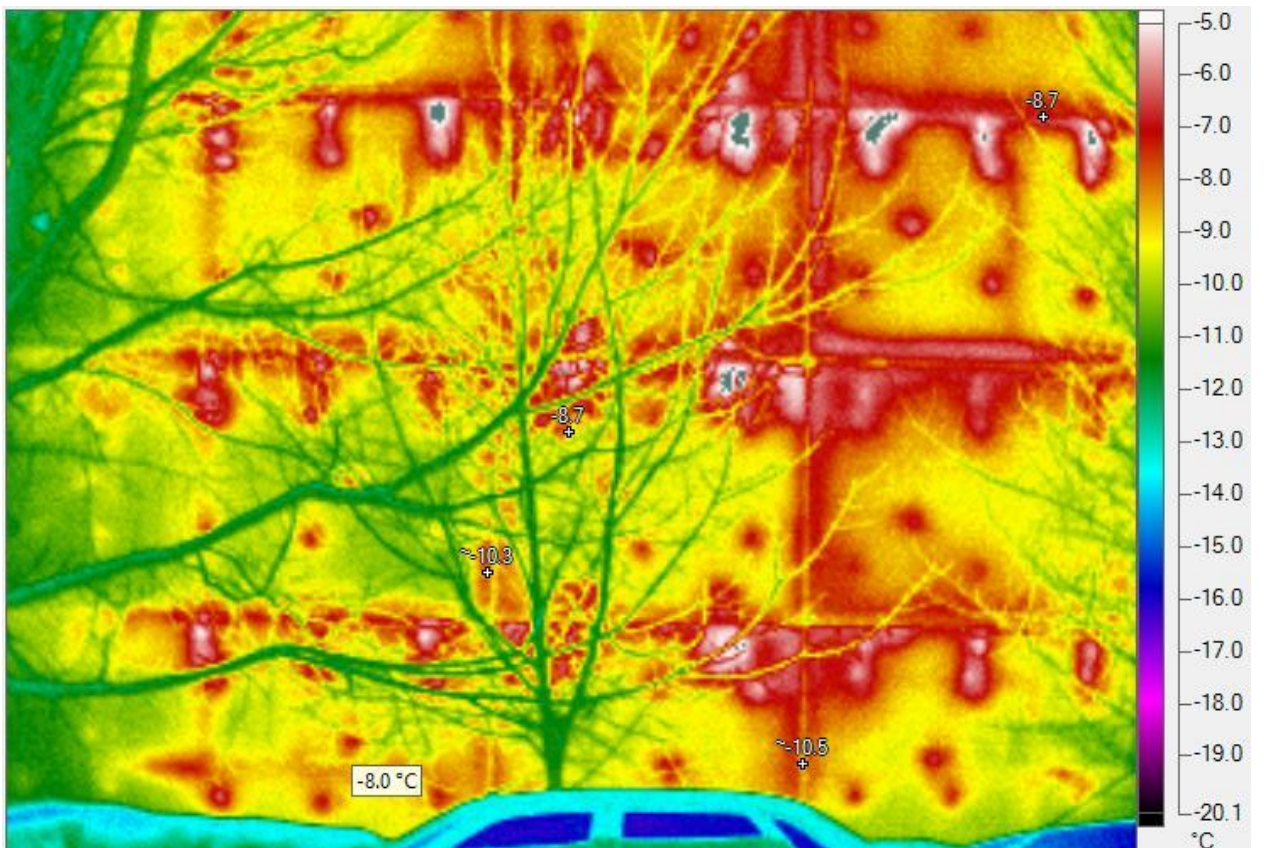


Рисунок 42 – Термограмма IR000084 нижней части северо-восточного торца жилого дома по б-ру Гатищева 20

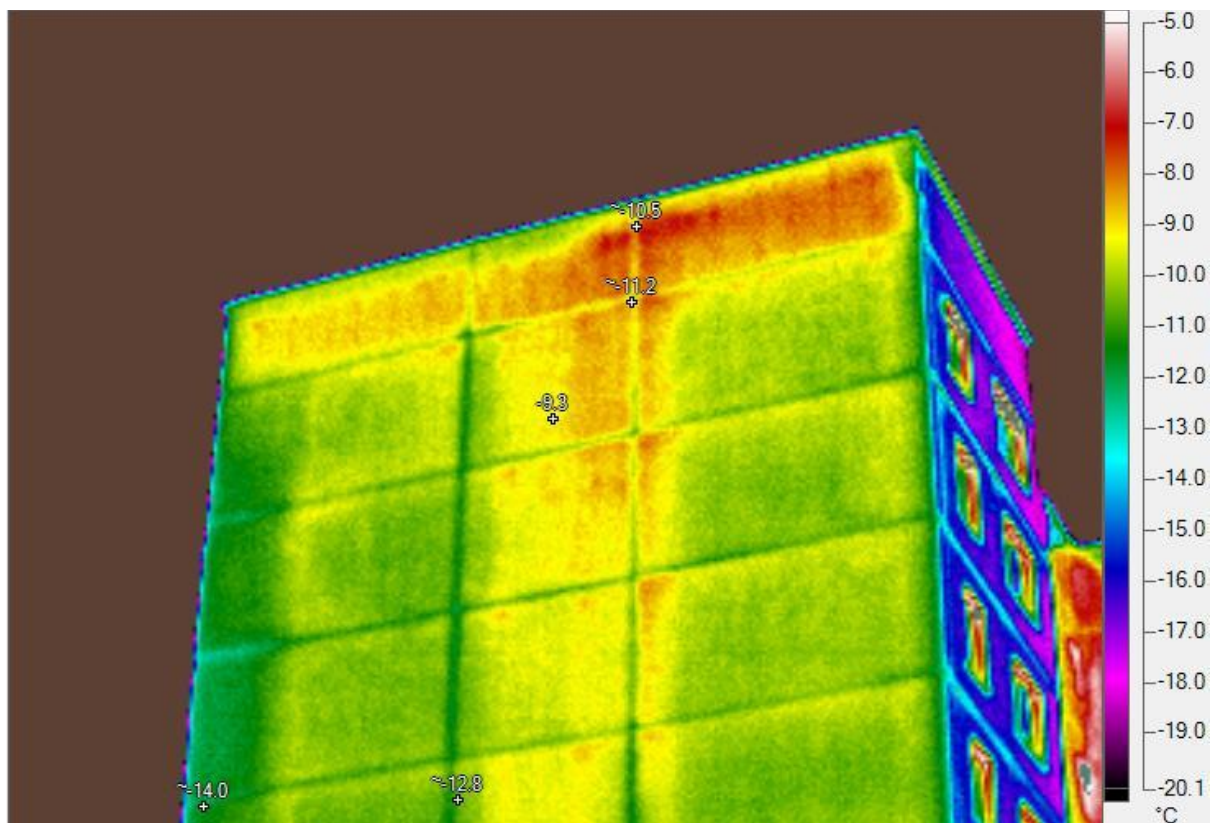


Рисунок 43 – Термограмма IR000094 верхней части восточного торца жилого дома по Южному шоссе 43

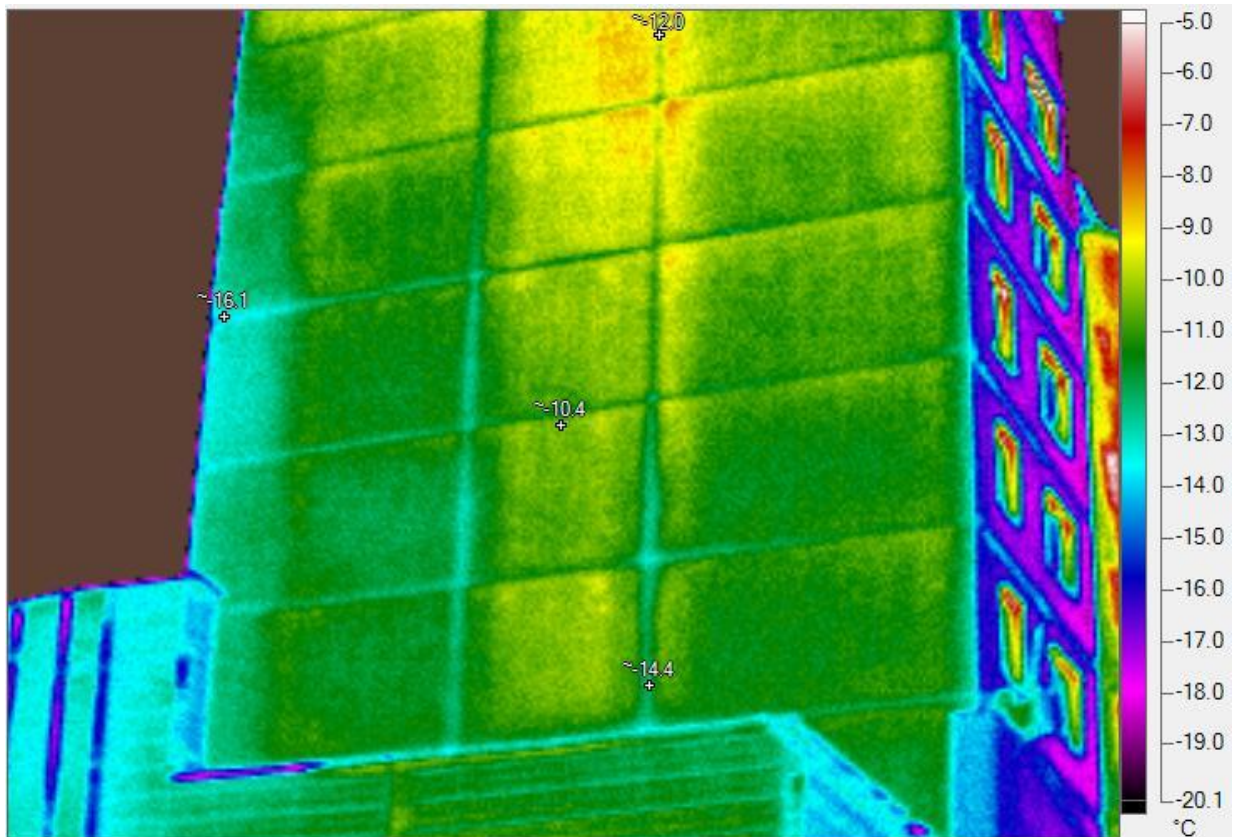


Рисунок 44 – Термограмма IR000093 средней части восточного торца жилого дома по Южному шоссе 43

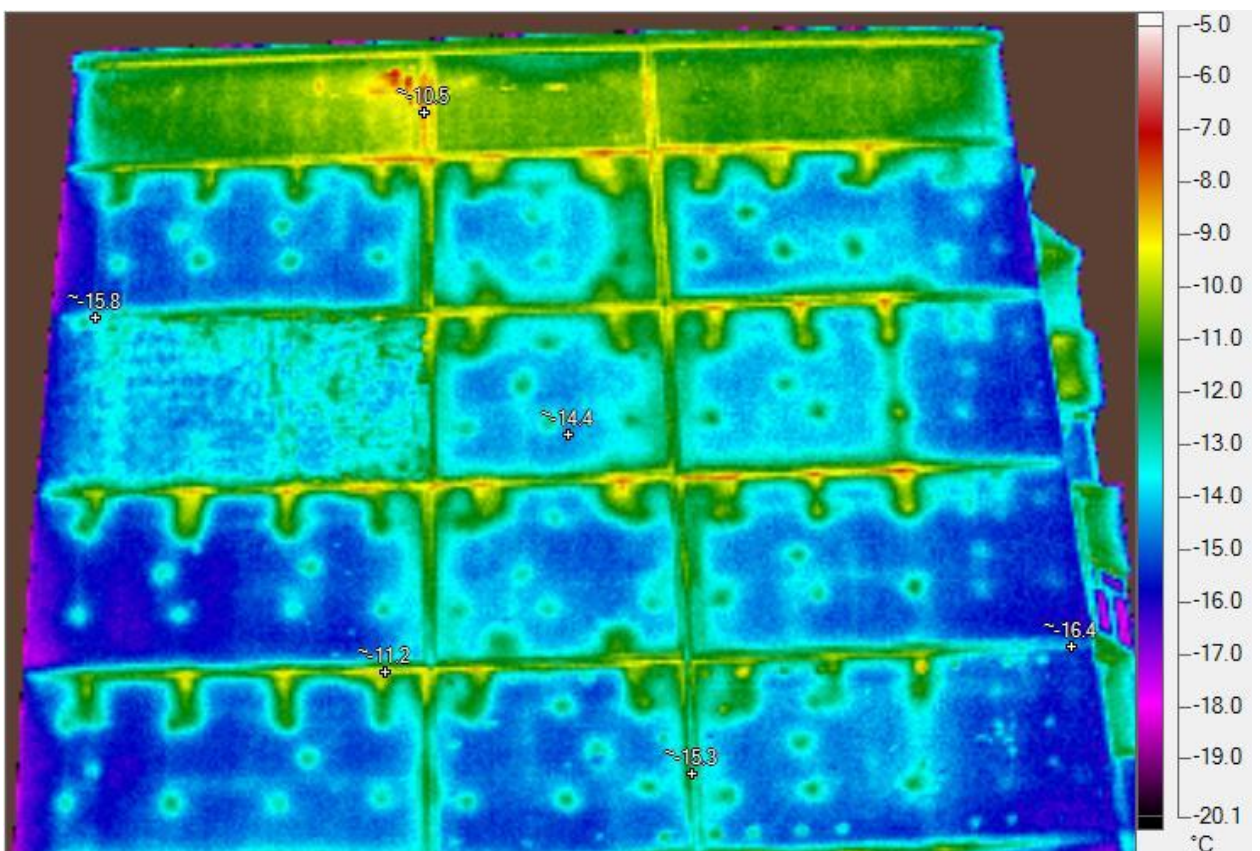


Рисунок 45 – Термограмма IR000099 верхней 10-ти этажной части северо-западного торца жилого дома по ул. 40 лет Победы 6

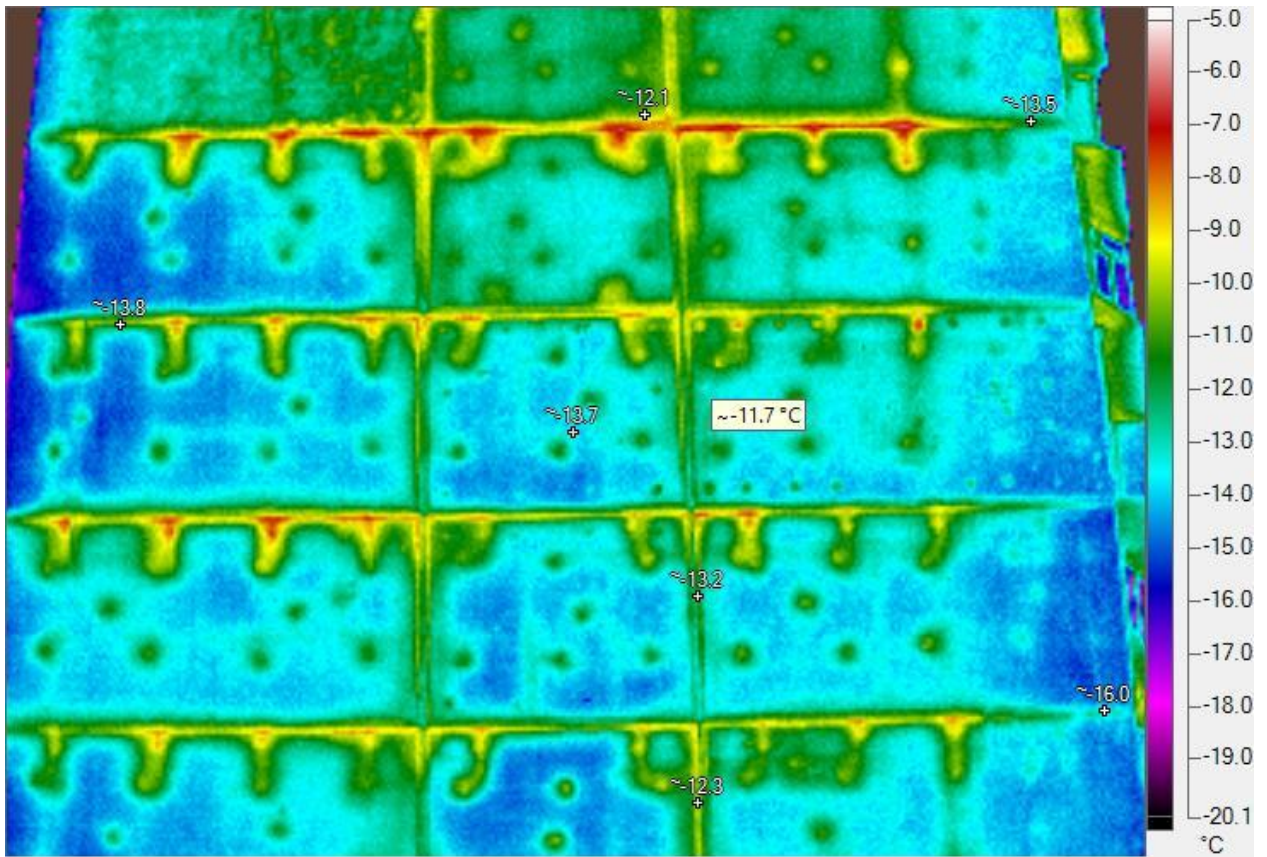


Рисунок 46 – Термограмма IR000098 средней 10-ти этажной части северо-западного торца жилого дома по ул. 40 лет Победы 6

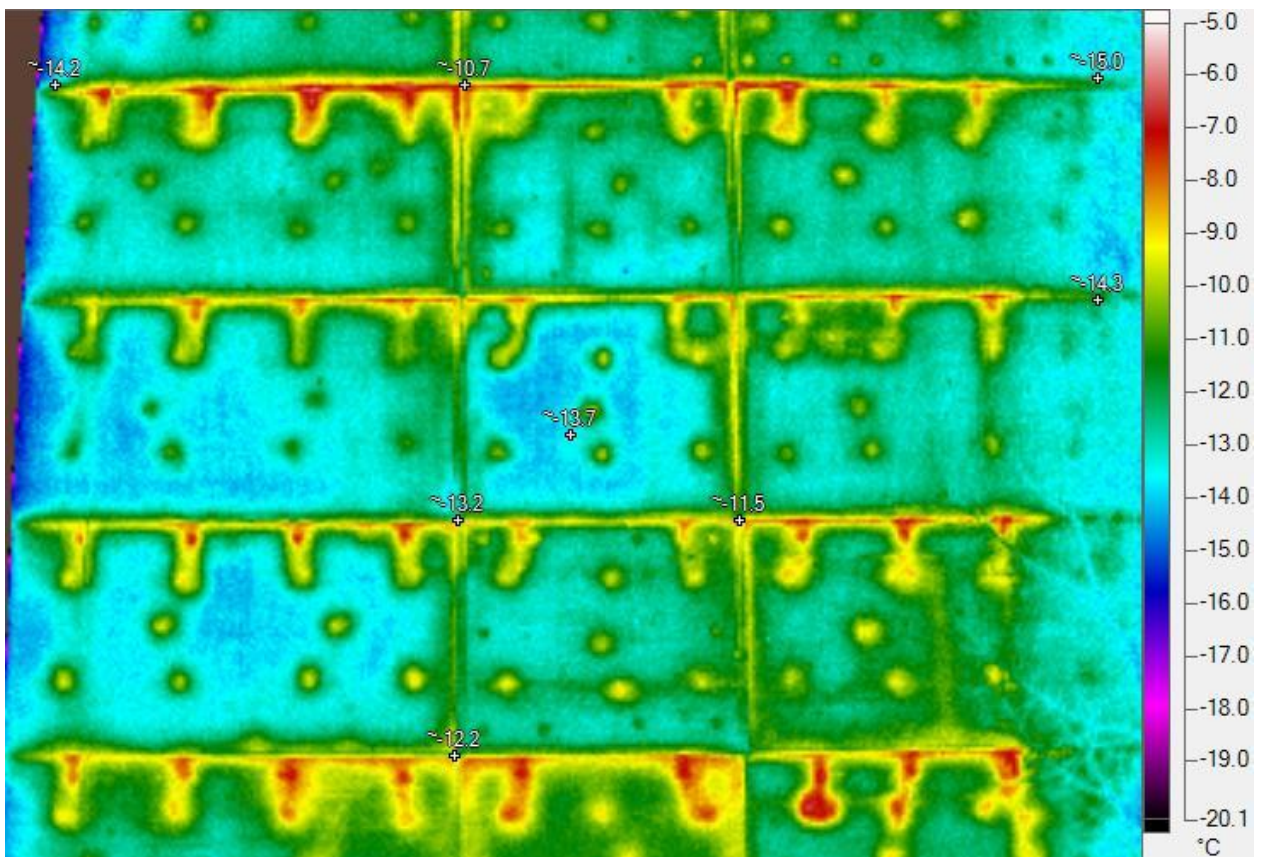


Рисунок 47 – Термограмма IR000097 средней 10-ти этажной части северо-западного торца жилого дома по ул. 40 лет Победы 6

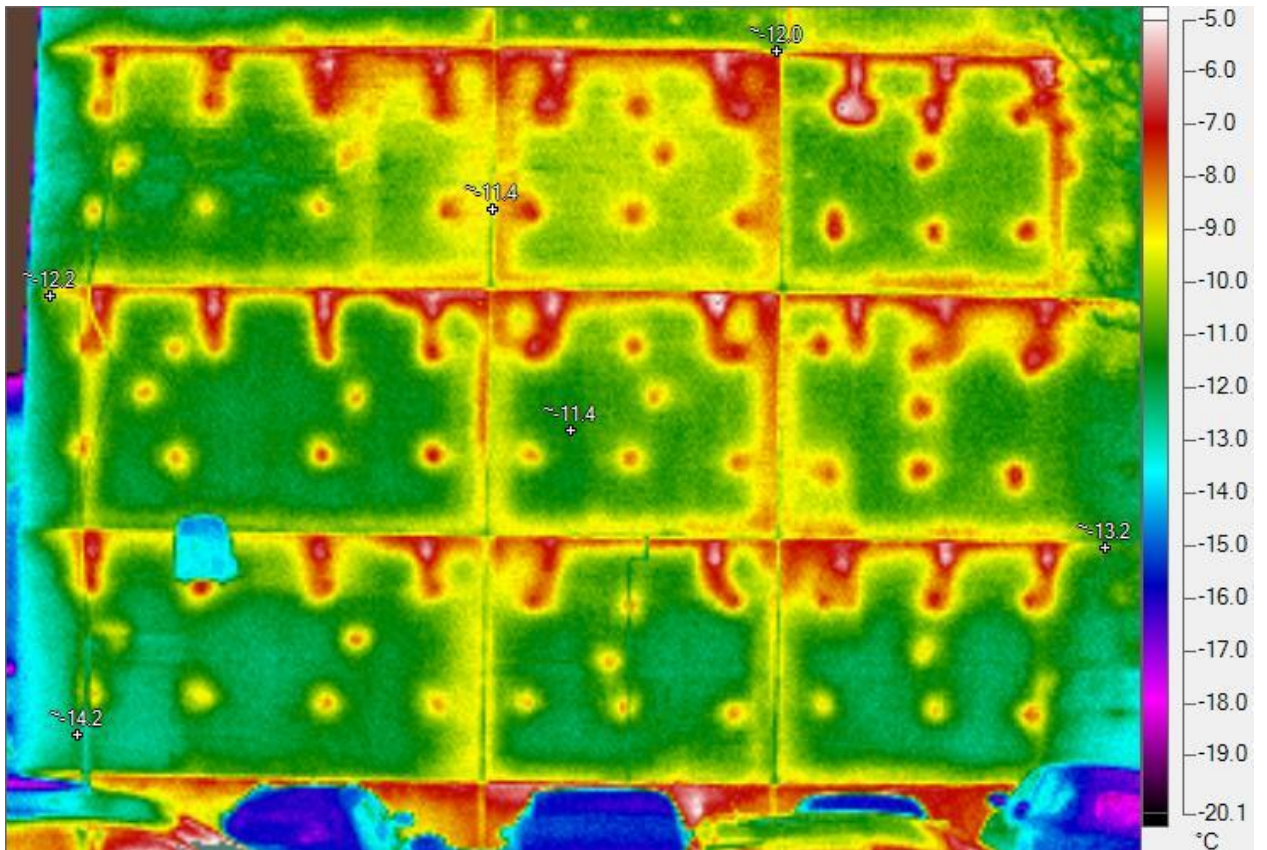


Рисунок 48 – Термограмма IR000095 нижней 10-ти этажной части северо-западного торца жилого дома по ул. 40 лет Победы 6

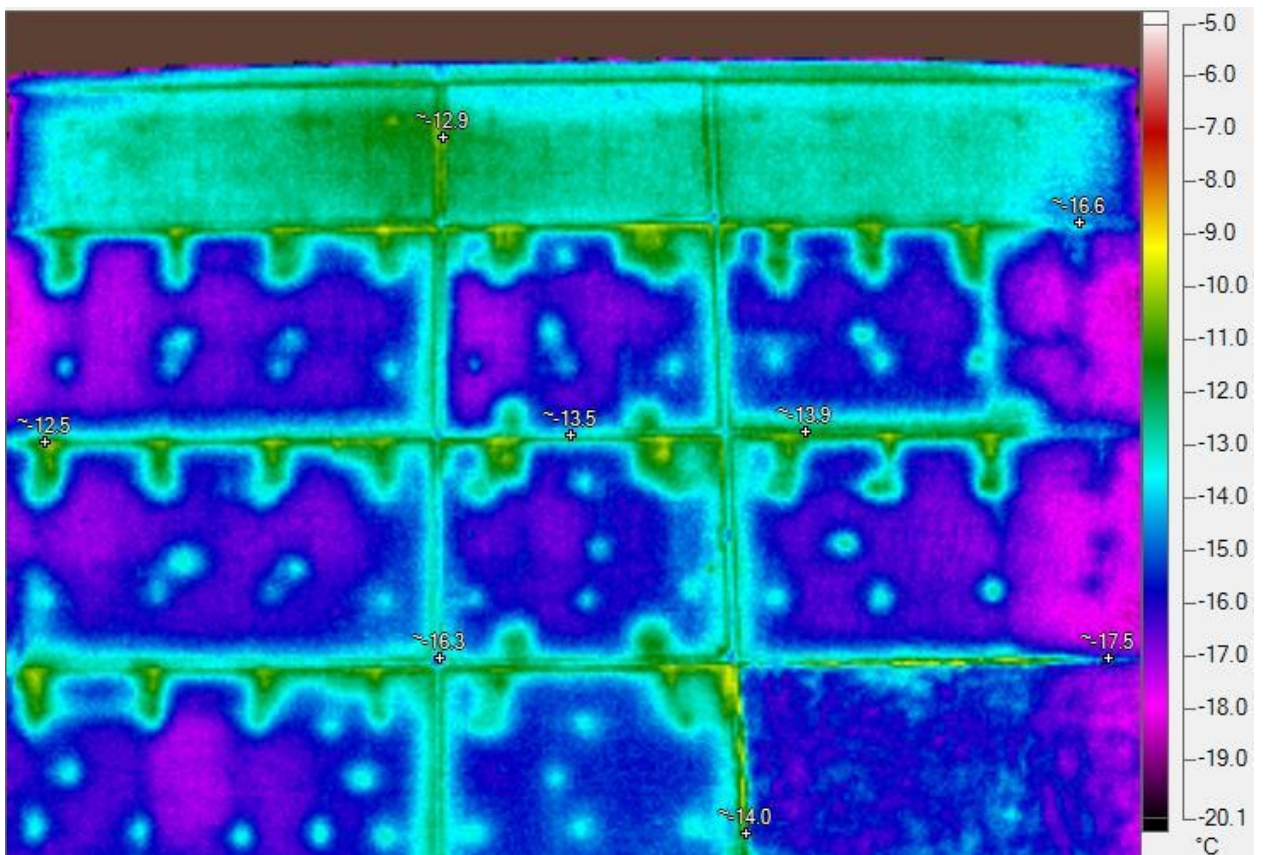


Рисунок 49 – Термограмма IR000102 верхней 6-ти этажной части северо-западного торца жилого дома ул. 40 лет Победы 6

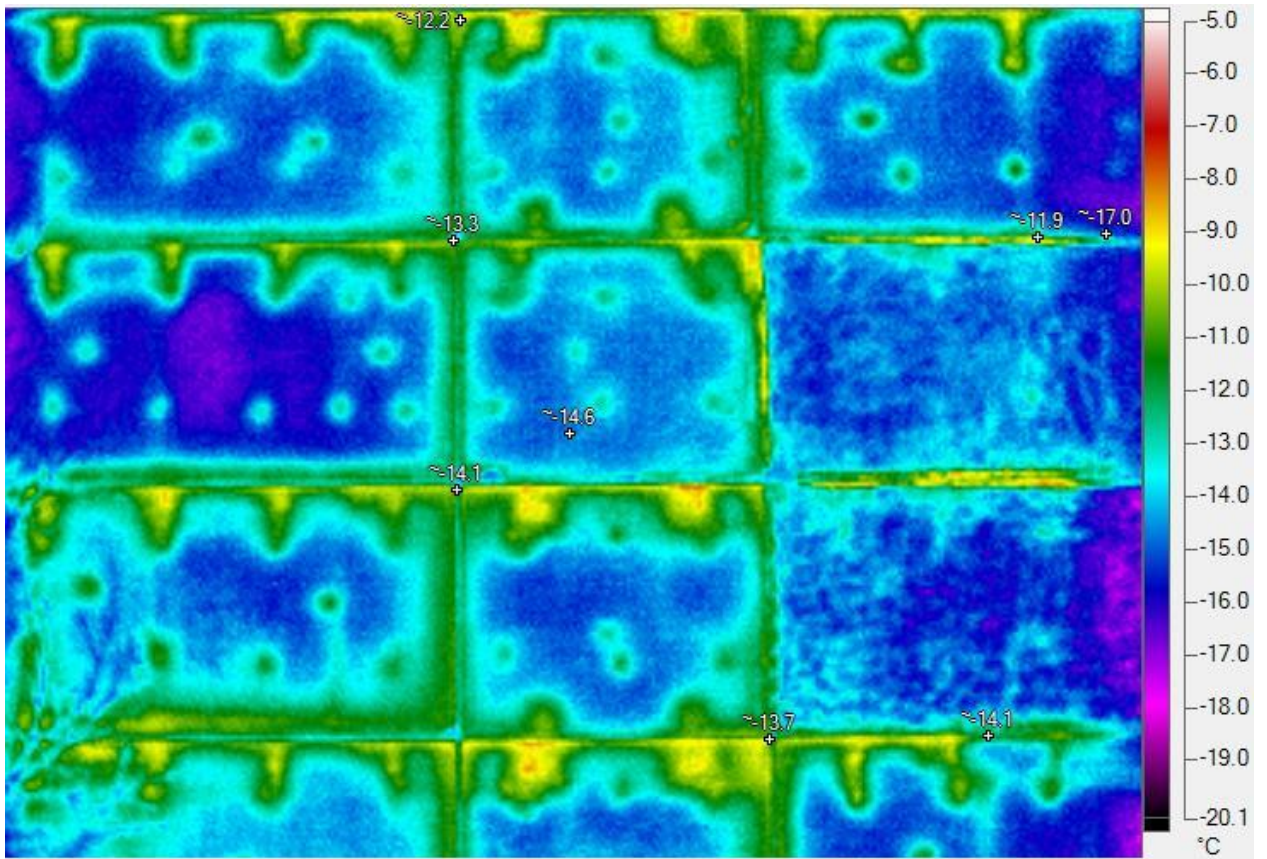


Рисунок 50 – Термограмма IR000101 средней 6-ти этажной части северо-западного торца жилого дома ул. 40 лет Победы 6

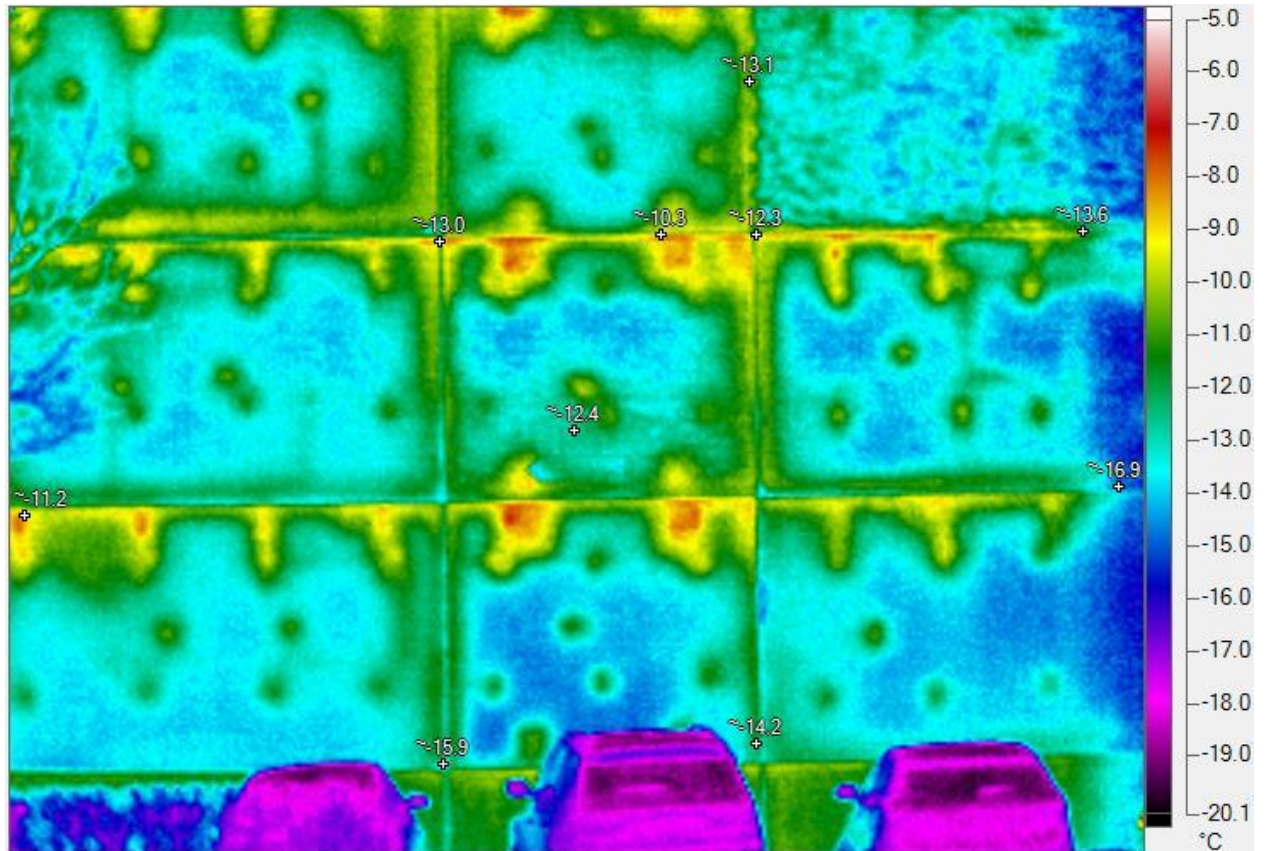


Рисунок 51 – Термограмма IR000100 средней 6-ти этажной части северо-западного торца жилого дома ул. 40 лет Победы 6

По термограммам можно увидеть, что самые большие теплотери располагаются в зоне межпанельных швов.

Таблица 6 – Согласование результатов

Адрес объекта исследования	Дата ремонта	Средняя t фасада, °С	Средняя t шва, °С	%*
бульвар Татищева 14		-13,6	-12,95	18,75
бульвар Татищева 20	2014	-14	-11,6	33,21
ул. 40 Лет Победы 6	2017	-13,5	-12,17	15,55
Южное шоссе 43	2013	-11,6	-13,3	9,05
*.- Процентное соотношение разности температуры шва относительно температуры фасада				

Согласно ТР 196-08 п.3.5 «конструкция стыка должна обеспечивать – сопротивление теплопередаче не ниже значения сопротивления теплопередаче для наружных ограждающих конструкций».

По термограммам зафиксированы области утечки тепла, расположенные в зоне межпанельного шва. Таким образом можно сделать вывод о его не герметичности и плохой теплопроводности допускающей промерзание внутренней ограждающей конструкции.

3.4 Рекомендации по обеспечению эксплуатационных показателей при ремонте межпанельных швов

В виду с современным развитием науки и техники требования к многоквартирным жилым домам в нормативной документации меняется.

Первые требования по энергоэффективности были разработаны и внесены в СНиП в 1995 и 1998 годах по увеличению величины удельных энергозатрат на отопление зданий в отопительный период.

В 2003 году в СНиП «Тепловая защита зданий» включены нормативы показателя энергоэффективности по ограничению удельного годового расхода тепловой энергии на отопление здания. Началось производство новых менее теплопроводных строительных материалов.

23 ноября 2009 года вступает в силу новый Федеральный закон №261 об энергосбережении и о повышении энергоэффективности, целью которого

было создание новых правовых актов для уменьшения объема используемых энергетических ресурсов

Постановление Правительства РФ от 25 января 2011 года № 18 «Об утверждении Правил установления требований энергетической эффективности для зданий, строений, сооружений и требований к правилам определения класса энергетической эффективности многоквартирных домов» для установления класса энергетической эффективности многоквартирных жилых домов в обязательном порядке устанавливается понижение значений нормируемых показателей суммарных удельных годовых расходов тепловой энергии на отопление, вентиляцию и ГВС, а также максимально допустимые величины отклонений от нормируемых показателей по отношению к базовому значению.

В ходе исследования герметизации межпанельных швов домов серии 121Т выявлено:

-при визуальном обследовании установлено наличие деформаций устья шва в виде разрыва мастики и его частичное отсутствие заполнения устья;

-при инструментальном обследовании установлено наличие участков с наибольшими тепло потерями.

На дату строительства объектов исследования действовала нормативная документация в области теплотехнического расчета ограждающих конструкций:

- 1) СНиП II-3-79 «Строительная теплотехника» от 11.08.1995 г. [23].
- 2) СНиП 2.01.01-82 «Строительная климатология и геофизика» [24].
- 3) СНиП 2.08.01-89 «Здания жилые многоквартирные» [25].

На текущий момент проектирование тепловой защиты зданий осуществляется согласно нормативам:

- 1) СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003 [26].
- 2) СП 23-101-2004 «Проектирование тепловой защиты зданий» [27].

3) СП 131.13330.2012 «Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99*» [28].

4) ГОСТ 30494-2011 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях [29].

Произведем сравнительный анализ расчетов термического сопротивления ограждающей конструкции на дату строительства и текущую дату.

Ввиду того, что завод-изготовитель «Левобережный завод ЖБИ» на данный момент не функционирует, найти либо воссоздать техническую документацию с характеристиками (плотность материалов) панелей и конструкций не представляется возможным, поэтому в ходе расчёта использованы данные приближенных аналогов, что допускает погрешность при данных условиях

Расчет термического сопротивления наружной трехслойной ограждающей конструкции на дату строительства объекта.

На основании п.2.1 СНиП II-3-79 «Строительная теплотехника» сопротивление теплопередаче R_0 ограждающих конструкций следует принимать равным экономически целесообразному сопротивлению теплопередаче $R_0^{\text{ЭК}}$, определенному исходя из условия обеспечения наименьших приведенных затрат, в соответствии с п.2.15, но во всех случаях не менее требуемого сопротивления теплопередаче $R_0^{\text{ТР}}$ по санитарно-гигиеническим условиям.

Экономически целесообразное сопротивление теплопередаче на момент строительства определить невозможно ввиду отсутствия и невозможности получения данных о себестоимости строительного-монтажных работ дома и стоимости тепловой энергии на момент строительства.

Требуемое сопротивление теплопередаче по санитарно-гигиеническим условиям определяется по формуле:

$$R_0^{\text{ТР}} = \frac{n \cdot t_{\text{в}} - t_{\text{н}}}{\Delta t^{\text{н}} \alpha_{\text{в}}}, \quad (3)$$

где Δt^H – нормативный температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции, принимаемой по табл. 2, $\Delta t^H = 4^\circ\text{C}$;

n – коэффициент, принимаемый в зависимости от положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху по табл. 3, $n = 1$;

t_B – расчетная температура внутреннего воздуха, принимаемая по ГОСТ 12.1.005-76 и нормам проектирования соответствующих зданий и сооружений, по п.3.3 СНиП 2.08.01-89 «Здания жилые многоквартирные» $t_B = 18^\circ\text{C}$;

t_H – расчетная зимняя температура наружного воздуха, принимаемая в соответствии с п.2.3

α_B – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций по табл. 4, $\alpha_B = 7,5$.

Тепловая инерция D ограждающей конструкции определяется по формуле

$$D = R_1 s_1 + R_2 s_2 + \dots + R_n s_n, \quad (4)$$

где R_n – термическое сопротивление отдельных слоев ограждающей конструкции, $\text{m}^2\text{C}/\text{Вт}$;

s_n – расчетные коэффициенты теплоусвоения материала отдельных слоев ограждающей конструкции, $\text{Вт}/(\text{m}^2\text{C})$.

Термическое сопротивление слоя ограждающей конструкции определяется по формуле

$$R = \frac{\delta}{\lambda}, \quad (5)$$

где δ – толщина слоя, м;

λ – расчетный коэффициент теплопроводности материала, $\text{Вт}/(\text{m}^2\text{C})$, принимаемый.

Условия эксплуатации ограждающих конструкций в зависимости от влажностного режима помещений и зон влажности района строительства для

выбора теплотехнических показателей материалов наружных ограждений, определяется по прил. 2 СНиП II-3-79 - А. По Приложению 1 СНиП II-3-79 – зона влажности сухая. Влажностный режим помещений табл. 1 II-3-79 – нормальный.

Таблица 7– Характеристики стеновой панели

Наименование слоя	Толщина слоя, м	Расчетный коэффициент теплоусвоения материала, s_n , Вт/(м ² °С)	Расчетный коэффициент теплопроводности материала слоя, λ , Вт/(м°С)	Термическое сопротивление, R, м ² °С/Вт
Наружный керамзитобетонный слой, ρ -1200 кг/м ³	0,08	7,75	0,52	0,154
Утеплитель ПСБ, ρ -40 кг/м ³	0,150	0,89	0,041	3,66
Внутренний керамзитобетонный слой, ρ -1400кг/м ³	0,170	9,14	0,65	0,262

$$D = 0,154 \cdot 7,75 + 3,66 \cdot 0,89 + 0,262 \cdot 9,14 = 6,84$$

t_n принимаем равной средней температуре наиболее холодных трех суток, табл. 1, графа 21, СНиП 2.01.01-82.

$$R_0^{тр} = \frac{n t_B - t_n}{\Delta t^H \alpha_B} = \frac{1 \cdot 18 - (-30)}{4 \cdot 8,7} = 1,37, \text{ м}^2\text{°С/Вт}$$

Сопротивление теплопередаче конструкции определяется по формуле

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_B} + R_H + \frac{1}{\alpha_H}, \quad (6)$$

где α_H – коэффициент теплоотдачи для зимних условий наружной поверхности ограждающей конструкции, принимаемый по табл. 6, $\alpha_H = 20$;

R_H – термическое сопротивление ограждающей конструкции.

Термическое сопротивление ограждающей конструкции определяется по формуле

$$R_H = R_1 + R_2 + \dots + R_n, \quad (7)$$

где R_n – термическое сопротивление отдельного слоя ограждающей конструкции

$$R_H = 0,154 + 3,66 + 0,262 = 4,08 \text{ м}^2\text{°С/Вт}$$

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + 4,08 + \frac{1}{23} = 0,115 + 4,08 + 0,04 = 4,23, \text{ м}^2\text{°С/Вт}$$

$$R_0^{\text{тп}} = 1,37 < 4,23 = R_0$$

Расчет термического сопротивления наружной трехслойной ограждающей конструкции отвечает требованиям нормативной документации по тепловой защите зданий на момент строительства.

Теплозащитная оболочка здания по п.5.1 СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003» должна отвечать требованиям:

а. приведенное сопротивление теплопередаче отдельных ограждающих конструкций должно быть не меньше нормируемых значений (поэлементные требования);

б. удельная теплозащитная характеристика здания должна быть не больше нормируемого значения (комплексное требование);

в. температура на внутренних поверхностях ограждающих конструкций должна быть не ниже минимально допустимых значений (санитарно-гигиеническое требование).

Требования тепловой защиты здания будут выполнены при одновременном выполнении требований а), б) и в).

Ввиду отсутствия проектной документации на многоквартирный жилой дом, удельную теплозащитную характеристику здания определить невозможно (пункт б).

Выполним определение приведенного сопротивления теплопередаче для трехслойной ограждающей конструкции стены и соответствие конструкции санитарно-гигиеническим требованиям.

Исходные данные для расчета:

Зона влажности района строительства – сухая (Прил. В, СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003»);

Относительная влажность внутреннего воздуха – 50-60%, нормальный (табл. 1, СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003» [26]);

Условия эксплуатации ограждающей конструкции – А (табл. 2, СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003»);

t_B – расчетная температура внутреннего воздуха здания, температура, $t_B = 20^\circ\text{C}$ (минимальное значение оптимальной температуры, табл. 1, ГОСТ 30494-96 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях» [29]);

$t_{от}$ – средняя температура наружного воздуха, $^\circ\text{C}$, принимаемая по своду правил для периода со среднесуточной температурой наружного воздуха не более 8°C , $t_{от} = -5,2^\circ\text{C}$ (табл. 3.1*, СП 131.13330.2012 «Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99*»);

$z_{от}$ – продолжительность, сут/год, отопительного периода, принимаемая по своду правил для периода со среднесуточной температурой наружного воздуха не более 8°C , $z_{от} = 203$ сут. (табл. 3.1*, СП 131.13330.2012 «Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99*» [28]);

t_H – температура воздуха наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92, $t_H = -30^\circ\text{C}$ (табл. 3.1* СП 131.13330.2012 «Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99*»);

n – расчетный коэффициент, зависящий от положения ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху (табл. 6 СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий»);

Δt^H – нормируемый температурный перепад между температурой внутреннего воздуха t_B и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции $t_{в}$, $^\circ\text{C}$, $\Delta t^H = 3^\circ\text{C}$ (табл. 5, СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003»);

α_B – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции, $\alpha_B = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$ (табл. 4, СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003»);

α_H – Коэффициенты теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции, $\alpha_H = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$ (табл. 6, СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003»).

Определим градусо-сутки отопительного периода по формуле:

$$\text{ГСОП} = t_B - t_{\text{от}} z_{\text{от}} = 20 - (-5.2) \cdot 203 = 5115.6, \text{ °C} \cdot \text{сут}/\text{год}$$

Исходя из градусо-суток отопительного периода определит требуемое значение сопротивления теплопередаче:

$$R_0^{\text{TP}} = a \cdot \text{ГСОП} + b, \quad (8)$$

где $a=0,00035$, $b=2,2$ (по табл. 3, СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003»)

$$R_0^{\text{TP}} = 0,00035 \cdot 5115,6 + 1,4 = 3,19, \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$$

Таблица 8 – Характеристики стеновой панели

Наименование слоя	Толщина слоя, м	Расчетный коэффициент теплопроводности материала слоя, λ , Вт/(м°C)	Термическое сопротивление, R, м²°C/Вт
Наружный керамзитобетонный слой, $\rho=1200 \text{ кг}/\text{м}^3$	0,08	0,44	0,18
Утеплитель ПСБ, $\rho=40 \text{ кг}/\text{м}^3$	0,150	0,041	3,66
Внутренний керамзитобетонный слой, $\rho=1400 \text{ кг}/\text{м}^3$	0,170	0,56	0,30

Определяем фактическое сопротивление теплопередачи ограждающей конструкции по формуле:

$$R_0^{\text{НОРМ}} = \frac{1}{\alpha_B} + R_K + \frac{1}{\alpha_H} \quad (7)$$

$$R_0^{\text{НОРМ}} = \frac{1}{8,7} + 0,18 + 3,66 + 0,30 + \frac{1}{23}$$

$$R_0^{\text{НОРМ}} = \frac{1}{8,7} + 4,14 + \frac{1}{23} = 4,29 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$$

$$R_0^{\text{TP}} = 3,19 < 4,29 = R_0^{\text{НОРМ}}$$

Расчет термического сопротивления наружной трехслойной ограждающей конструкции отвечает требованиям нормативной документации по тепловой защите зданий на текущий момент, дату осмотра объектов исследования.

Исходя из санитарно-гигиенических требований, расчетный температурный перепад Δt_0 , между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции не должен превышать нормируемых величин Δt^H , установленных в таблице 5 (СНиП 23-02-2003), и определяется по формуле:

$$\Delta t_0 = \frac{n(t_{int} - t_{ext})}{R_0 \alpha_{int}} = \frac{1(20+30)}{4,29 \cdot 8,7} = 1,33, ^\circ\text{C}.$$

$$\Delta t_n = 4,0 ^\circ\text{C} > 1,33 = \Delta t_0.$$

Условие выполняется, соответственно санитарно-гигиенические требования выполняются.

При сравнении результатов расчетов на 1999 г. и 2016 г. можно отметить ужесточение (повышение) требований строительных норм в области энергосбережения и энергоэффективности к термическому сопротивлению ограждающих конструкций.

Начало введения требований к энергоэффективности зданий отражено в СНиПе П-3-79 «Строительная теплотехника» с изменениями №3 от 11.08.1995 г. с 01 сентября 1995 г. с постепенным увеличением требуемого термического сопротивления конструкций.

Проблема неэффективного и нерационального использования ресурсов требует комплексного подхода к управлению энергосбережением

Сложность заключается в необходимости разработки энергетического паспорта для отдельно взятого строения, в отсутствии/нехватке должных квалифицированных инженерно-технических кадров, в недостаточно развитой нормативно-правовой базе.

Теплотехнические расчеты показывают, что энергетическая эффективность ограждающих конструкций жилого дома с заданными параметрами соответствует требованиям нормативной документации СП

54.13330.2016 «Здания жилые многоквартирные» [30] и СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» [26].

Однако при данных расчетах в недостаточной мере учитываются области не аналогичного по составу и своим теплотехническим характеристикам, таких как межпанельный шов.

Визуальное и инструментальное обследование показало области с наибольшими тепло потерями (не герметичность), в домах, где текущий ремонт производился относительно не давно (на примере 40 лет Победы 6) в 2017 году.

Полученные данные указывают на неэффективность и экономическую нецелесообразность осуществления многократно повторяющегося ремонта межпанельных швов при помощи монтажной пены (пенополиуретана).

Необходимо произвести единовременные ремонтные работы, обеспечивающие герметичность, долговечность швов и как следствие экономическую выгоду на продолжительный срок.

Предпочтительным методом является изоляция устьев шва от внешних температурных воздействий путем применения технологии наружного утепления всего торца здания в целом (см. рис.52).

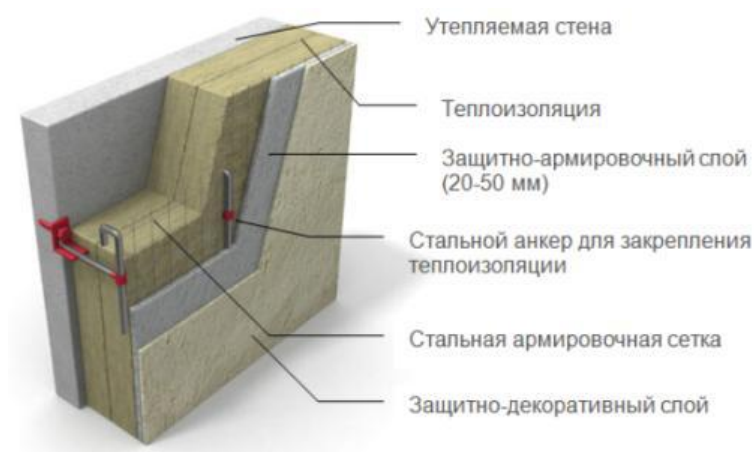


Рисунок 52 – Схема утепления фасада панельного дома

Наружное утепление позволит учесть несколько факторов:

- утечку тепла через межпанельные швы;

- сохранить внутреннюю полезную площадь квартиры при наружном утеплении;
- защиту стеновых панелей от атмосферных воздействий;
- увеличение срока службы конструкций;
- увеличение звукоизоляции;
- повышение энергоэффективности здания обусловленное меньшим потреблением энергоресурсов;
- изначальные большие (нежели текущий ремонт швов) финансовые затраты на реализацию данной технологии обуславливаются дальнейшей экономией на резком снижении затрат на теплоэнергию и текущий ремонт фасада.

При утеплении наружных стен дома необходимо избегать фрагментарного утепления, которые могут вызвать ухудшение состояние ограждающей конструкции и внутреннего климата за счет разности температур в месте образовавшегося перепада поверхности стены с утеплением и без утепления, в которых возможно скопление атмосферных осадков.

Таким образом, для обеспечения эксплуатационных показателей при ремонте межпанельных швов, для соответствия нормативным документам в области энергоэффективности, увеличению срока службы наружных ограждающих конструкций и предотвращению потери тепла из области межпанельных швов, необходимо произвести ремонтные работы, направленные на сплошное утепление наружных несущих ограждающих конструкций.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В Автозаводском районе г. Тольятти самым распространенным типом застройки являются панельные дома серии 121Т. Данная конструкция предусматривает закрытое устье шва с заполнением пенополиуретаном.

В результате компьютерного моделирования в ПК Лира САПР 2017 на растяжение (охлаждение конструкции до -30°C) установлена предельная температурная деформация устья шва которая достигает 9,9% от проектного значения.

Однако произведя экспериментальное исследование, на основании ГОСТ 32603-2012 и ГОСТ 17177-94 образцов пенополиуретана на растяжение и сжатие, моделирующие период эксплуатации, установлено, что разрушение материала наступает при достижении линейных деформаций в 6,75% от проектного значения.

При проведении визуального обследования домов серии 121Т было установлено, что деформации межпанельных швов на объектах исследования сопоставимы с характером разрушения образцов при проведении испытаний. Данный факт доказывает точность результатов проведенных испытаний образцов пенополиуретана при моделировании фактических условий в лаборатории.

Так же при проведении инструментального (тепловизионного) обследования зафиксирована утечка тепла из подверженной разрушению части межпанельного шва на объектах исследования.

На основании проведенного исследования, изучив проблемы тематики данной магистерской диссертации, в качестве рекомендации было предложено проведение единовременных ремонтных работ торцов панельных зданий серии 121Т путем применения технологии наружного утепления всего торца здания в целом. Наружное утепление позволит учесть:

- утечку тепла через межпанельные швы;

- сохранить внутреннюю полезную площадь квартиры при наружном утеплении;
- защиту стеновых панелей от атмосферных воздействий;
- увеличение срока службы конструкций;
- увеличение звукоизоляции;
- повышение энергоэффективности здания обусловленное меньшим потреблением энергоресурсов;
- изначальные большие (нежели текущий ремонт швов) финансовые затраты на реализацию данной технологии обуславливаются дальнейшей экономией на резком снижении затрат на теплоэнергию и текущий ремонт фасада.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТ 2.105–95. Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Общие требования к текстовым документам (с Изменением N 1, с Поправками) – Введ. 1996-07-01. - М. : Стандартиформ, 2011. - 31с.
2. История Автозаводского района города Тольятти [Электронный ресурс]. - Автозаводский район города Тольятти. – URL : [https://ru.wikipedia.org/wiki/Автозаводский_район_\(Тольятти\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Автозаводский_район_(Тольятти)). (дата обращения 19.11.2017).
3. Серии домов и планировки. Категория типовые серии панельных домов. [Электронный ресурс]. - URL : <https://tipdoma.com/about/> (дата обращения 19.11.2017).
4. Гасс, И.А. Технология восстановления теплотехнических характеристик ограждающих конструкций панельных зданий: Гасс Иван Андреевич. – Санкт-Петербург, 2013. –51с.
5. ВСН 19-95 Инструкция по технологии заделки стыковых соединений панелей наружных стен жилых домов и зданий соцкультбыта [Текст] – Введ. 1995–10–01. – М. : Департамент строительства г. Москвы, 1995. – 7с.
6. ВСН 54-96 «Инструкция по технологии герметизации и теплоизоляции стыков панелей, оконных и дверных блоков с применением \Макрофлекса\ в жилых домах при ремонте» [Текст] – Введ. 1997–01–01. – М.: Утв. Управлением развития Генплана г. Москвы, 1996. – 22 с.
7. ТР 95.07-99 Технологический регламент производства строительномонтажных работ при возведении зданий и сооружений. 07. Герметизация стыков наружных ограждающих конструкций – Введ. 2000-06-30 М. : ГУП "НИИМосстрой" –19с.
8. ТР 116-01 Технические рекомендации по технологии применения комплексной системы материалов, обеспечивающих качественное уплотнение и герметизацию стыков наружных стеновых панелей [Текст] – Введ. 2001–03–15. – М. : Утв. Начальником Управления экономической,

научно-технической и промышленной политики в строительной отрасли
А.И.Ворониным, 2001. –15с.

9. Водопьянов, Р.Ю., Титок, В.П., Артамонова, А.Е., Ромашкина, М.А.
Программный комплекс ЛИРА-САПР: Руководство пользователя / Р.Ю.
Водопьянов, В.П. Титок, А.Е. Артаманова, М.А. Ромашкина. - М., 2017. –
535с.

10. ВСН 28-65 Указания по применению керамзитобетона в
автодорожных мостах – Введ. 1965-03-04. - М. : Издательство "Транспорт",
1965. - 17с.

11. ТР 196-08 Технические рекомендации по технологии
герметизации и уплотнения стыков наружных стеновых панелей. - М. : ГУП
"НИИМосстрой", 2008 г. - 32с.

12. ТР 95.07-99 Технологический регламент герметизация стыков
наружных ограждающих конструкций М.: ГУП "НИИМосстрой", 2000 г. -
11с.

13. ГОСТ 32603-2012 Панели металлические трехслойные с
утеплителем из минеральной ваты. Технические условия Введ. 2014-10-01
М. : Стандартиформ, 2015. - 47с.

14. ГОСТ 17177-94 Материалы и изделия строительные
теплоизоляционные. Методы испытаний Введ. 1996-04-01 М.: ИПК
Издательство стандартов, 1996. - 40с.

15. ГОСТ 31937-2011 Здания и сооружения. Правила обследования и
мониторинга технического состояния. – Москва : Изд-во стандартов, 2011. –
89с.

16. СП 13-102-2003. Правила обследования несущих строительных
конструкций зданий и сооружений: нормативно-технический материал. -
Москва: Госстрой России, ГУП ЦПП, 2004. –32с.

17. ГОСТ Р 54852-2011 «Здания и сооружения. Метод
тепловизионного контроля качества теплоизоляции ограждающих
конструкций». - М. - 17с.

18. Fluke 32 Ti. Руководство оператора / Fluke Biomedical products and services USA, 2012.- 22с.
19. Каменский, В.Г. Теплозащитные качества наружных стен крупнопанельных жилых и общественных зданий / В.Г. Каменский. — М. : Стройиздат, 1985.- 128с.
20. Баглай, А.П., Карапузов, Е.К., Кузнецов, А.Д. Герметизация стыков / А.П. Баглай, Е.К. Карапузов, А.Д. Кузнецов // Строительство и архитектура, 2003.- №5.- 16с.
21. Попова, М.В. Методы повышения энергоэффективности зданий: учебное пособие / М.В. Попова, Т.Н. Яшкова. – Владимир: ВГУ, 2014. – 111с.
22. ФЗ №261 «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» [Электронный ресурс]. – URL : <https://lidermsk.ru> (дата обращения 20.12.2017).
23. СНиП II-3-79 «Строительная теплотехника» без изменений №3 от 11.08.1995 г. Введ. 1979-07-01. - М. : ГУП ЦПП, 2001. – 35с.
24. СНиП 2.01.01-82 «Строительная климатология и геофизика» - ГОСТ 30494-2011 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях, введ. 01 января 2013 г. - М. : Стройиздат, 1983. – 139с.
25. СНиП 2.08.01-89 «Здания жилые многоквартирные». - Введ. 1999-06-03. - М. : ГП ЦПП, 1989. – 22с.
26. СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003. - Введ. 2013-07-01. - М. : Минрегион России, 2012 – 139с.
27. СП 23-101-2004 «Проектирование тепловой защиты зданий». – Введ. 2004-06-01. - М. : ГП ЦПП, 2004 - 145с.
28. СП 131.13330.2012 «Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99*». - Введ. 2004-06-01. - М. : Минстрой России, 2015. - 113с.

29. ГОСТ 30494-2011 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях, введ. 01 января 2013 г. - М. : Стандартинформ, 2013. – 15с.
30. СП 54.13330.2016 «Здания жилые многоквартирные». – Введ. 20017-06-04. – М. : Минстрой России, 2016 - 58с.
31. Фасадная система утепления с тонким наружным штукатурным слоем ROCKFACADE [Электронный ресурс]: альбом. / Моск. Центр проектирования ROCKWOOL – Электрон. альбом, 2013. – URL : http://download.rockwool.ru/media/298711/album_rockfacade_05.2015.pdf. (дата обращения 25.04.2019).
32. John Straube, Ph.D., P.Eng. Maintenance and Inspection Manual for Precast Concrete Building Enclosures – 2016. – pp. 22.
33. Krishan A., Rimshin V., Markov S., Erofeev V., Kurbatov V., The energy integrity resistance to the destruction of the long-term strength concrete, В сборнике: Procedia Engineering 1. 2015. pp. 218.
34. Matrosov, Yu. New technologies in thermal performance of buildings: Problems and solutions / Yu. Matrosov, I. Butovsky // Energy Efficiency: bulletin CENEf. №32. 2001. pp.226.
35. Gorshkov, A. C. Energy efficiency in construction: questions of regulation and measures to reduce energy consumption of the building //: Journal of Civil Engineering, 2010, No. 1, pp. 13.
36. Korniyenko, S.V. Complex assessment of energy efficiency and thermal performance for buildings //: Construction of Unique Buildings and Structures, 2014, No. 11 (26), pp. 48.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Образцы для испытаний на растяжение



Рисунок А.1 – Образец 1



Рисунок А.2 – Образец 2



Рисунок А.3 – Образец 3



Рисунок А.4 – Образец 4



Рисунок А.5 – Образец 5



Рисунок А.6 – Образец 6



Рисунок А.7 – Образец 8

Образцы для испытаний на сжатие



Рисунок А.8 – Образец 10 (4)



Рисунок А.9 – Образец 8



Рисунок А.10 – Образец 12 (6)



Рисунок А.11 – Образец 13

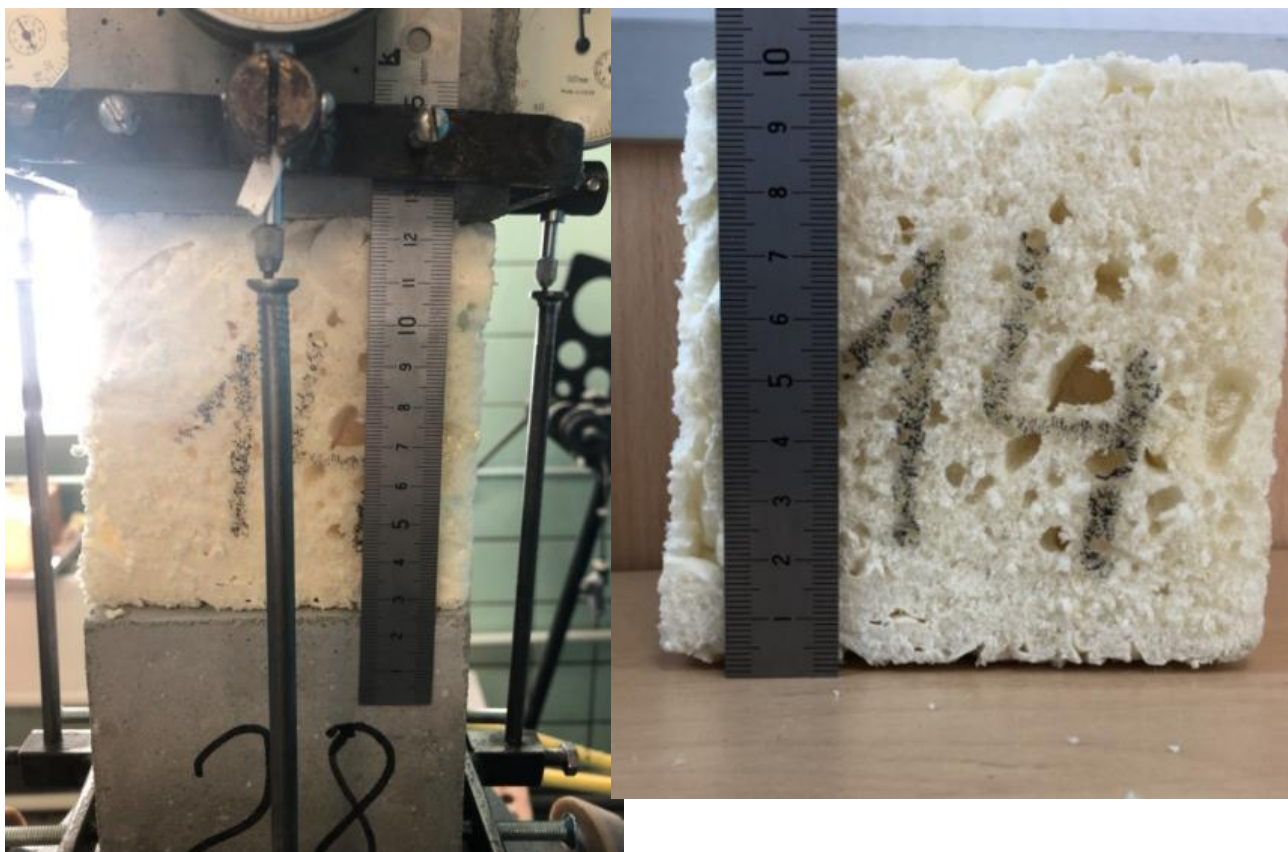


Рисунок А.12 – Образец 14



Рисунок А.13 – Образец 15