СОЮЗ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОМПАНИЙ Урала и Сибири

РЕКОМЕНДАЦИИ

Р – ССК – 03 – 2016

ОЦЕНКА ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗДАНИЙ. РАСЧЕТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ КОНТРОЛЬ НОРМИРУЕМЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЗДАНИЙ.

ВПЕРВЫЕ

Дата введения в действие: « 01 » апреля 2016 г.

gost.e-ecolog.ru

Челябинск, 2016

СОЮЗ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОМПАНИЙ
Урала и Сибири

454092, Россия, г. Челябинск, ул. Елькина, 84, т. (351)280-41-14

Одобрено для утверждения
Общим собранием Союза строительных компаний
Урала и Сибири
«26» января 2016 г.

РЕКОМЕНДАЦИИ

Р – ССК УРСИБ – 03 – 2016

ОЦЕНКА ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗДАНИЙ. РАСЧЕТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ КОНТРОЛЬ НОРМИРУЕМЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЗДАНИЙ.

ВПЕРВЫЕ

Дата введения в действие: « 01 » апреля 2016 г.

Челябинск, 2016 г.

СОДЕРЖАНИЕ

АННОТАЦИЯ 4
1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ 5
2. НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ 5
3. ТЕРМИНЫ, ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ 7
4. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ 9
5. ТЕПЛОВОЙ КОНТРОЛЬ НОРМИРУЕМЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТЕПЛОВОЙ ЗАЩИТЫ ЗДАНИЯ 10
5.1. Общие положения 10
5.2. Объем исследования 11
5.3. Контролируемы параметры 12
5.4. Аппаратура и оборудование 12
5.5. Условия проведения обследования 14
5.6. Регламент проведения обследования 16
5.7. Обработка результатов обследования 17
5.8. Оформление отчета 20
6. КОНТРОЛЬ ВОЗДУХОПРОНИЦАЕМОСТИ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ И КРАТНОСТИ ВОЗДУХООБМЕНА ЗДАНИЯ 21
6.1. Общие положения 21
6.2. Контролируемые параметры 22
6.3. Аппаратура и оборудование 22
6.4. Объем исследования 23
6.5. Условия проведения обследования 24
6.6. Подготовка здания 24
6.7. Регламент проведения обследования 24
6.8. Обработка результатов 26
6.8. Оформление отчетов 28
7. РАСЧЕТНЫЙ КОНТРОЛЬ НОРМИРЫЕМЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТЕПЛОВОЙ ЗАЩИТЫ ЗДАНИЙ В ПРОЦЕССЕ СТРОИТЕЛЬСТВА 29
7.1. Методика осуществления расчетного контроля 29
7.2. Расчетный контроль при устройстве навесных фасадных систем с воздушным зазором 31
8. ВСТУПЛЕНИЕ В СИЛУ 32
Приложение 1. Пример расчета объема и площади ограждающих конструкций 33
Приложение 2. Определение мест фильтрации с помощью тепловидения 34

Приложение 3. Определение мест фильтрации с помощью генератора театрального дыма 37
Приложение 4. Рекомендуемые нормы по воздухопроницаемости 38
Приложение 5. Форма карты контроля соответствия требованиям тепловой защиты наружных стен с устройством навесных фасадных систем 39
Приложение 6. Форма контрольного листа учета дефектов теплозащиты и сводной ведомости контроля наружных стен с устройством навесных фасадных систем 43
Приложение 7. Коэффициенты влияния дефектов теплозащиты ограждающих конструкций зданий с утсройством навесных фасадных систем 45
Приложение 8. Пример расчета приведенного сопротивления теплопередаче фрагмента наружных стен с устройством навесных фасадных систем с учетом влияния дефектов теплозащиты 57

АННОТАЦИЯ

Настоящие рекомендации направлены на реализацию Градостроительного кодекса Российской Федерации, Федеральных законов Российской Федерации от 30 декабря 2009 года № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений», от 23 ноября 2009 года № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации», постановления Правительства Российской Федерации от 21 июня 2010 года № 468 «О порядке проведения строительного контроля при осуществлении строительства, реконструкции и капитального ремонта объектов капитального строительства».

В рекомендациях изложены общие требования к порядку проведения работ по оценке энергетической эффективности при строительстве, реконструкции, капитальном ремонте объектов капитального строительства, а также к порядку проведения контроля качества строительства, реконструкции, капитального ремонта объектов капитального строительства по параметрам энергетической эффективности.

В основу рекомендаций положены результаты научных и лабораторных исследований, выполненных на кафедре «Технология строительного производства» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Южно-Уральский государственный университет» (национальный исследовательский университет), а также натурных испытаний наружных ограждающих конструкций на объектах капитального строительства. При разработке рекомендаций учтен практический опыт применения законодательных и нормативных правовых актов, действующих в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности зданий. Требования рекомендаций прошли апробацию в строительных организациях Челябинской области, Ленинградской области, Латвийской республики.

Авторский коллектив: кандидат технических наук, доцент ***Пикус Григорий Александрович***, специалист II уровня по неразрушающему контролю (тепловой), кандидат технических наук ***Русанов Алексей Евгеньевич*** (кафедра «Технология строительного производства» ФГБОУ ВПО «ЮУрГУ» (НИУ)), специалист III уровня по неразрушающему контролю (тепловой) зданий и сооружений ***Лездин Денис Юрьевич*** (ООО «ТТМ»), специалист II уровня по неразрушающему контролю (течеискание) зданий и сооружений ***Нитиевский Андрей Альфредович*** (IRBest Ltd.), почетный строитель России ***Ефименко Евгений Борисович***, кандидат технических наук, доцент ***Мозгалёв Кирилл Михайлович*** (управление регионального государственного строительного надзора Министерства строительства и инфраструктуры Челябинской области), почетный строитель России ***Десятков Юрий Васильевич*** (Союз строительных компаний Урала и Сибири).

Рекомендации приняты к практическому применению Комитетом по разработке стандартов и правил Союза строительных компаний Урала и Сибири, протокол № 1 от 26.01.2016 г.

1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1.1. Настоящие рекомендации в развитие СТ-НП СРО ССК-02-2013 «Оценка энергетической эффективности зданий. Контроль соблюдения требований тепловой защиты наружных ограждающих конструкций зданий» устанавливают требования к порядку проведения работ по оценке энергетической эффективности при строительстве, реконструкции, капитальном ремонте объектов капитального строительства, а также к порядку проведения контроля качества строительства, реконструкции, капитального ремонта объектов капитального строительства по параметрам энергетической эффективности.

1.2. Настоящие рекомендации предназначены для применения участниками строительства при вводе объектов капитального строительства в эксплуатацию, обеспечения эффективного использования и исключения нерационального расхода энергетических ресурсов, а также повышения уровня безопасности людей в зданиях и сооружениях и сохранности материальных ценностей в соответствии с Федеральным законом от 30 декабря 2009 г. N 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».

1.3. Настоящие рекомендации разработаны с целью распространения и использования результатов научных исследований, полученных в лабораторных исследованиях, натурных испытаниях, практической деятельности ведущих специалистов, в сфере профессиональных интересов участников строительства.

2. НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящих рекомендациях использованы следующие нормативные ссылки:

2.1. Градостроительный кодекс Российской Федерации.

2.2. Федеральный закон Российской Федерации от 23 ноября 2009 года № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

2.3. Федеральный закон Российской Федерации от 30 декабря 2009 года № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».

2.4. Постановление Правительства Российской Федерации от 21 июня 2010 года № 468 «О порядке проведения строительного контроля при осуществлении строительства, реконструкции и капитального ремонта объектов капитального строительства».

2.5. Постановление Правительства Российской Федерации 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».

2.6. Приказ Министерства регионального развития Российской Федерации от 8 апреля 2011 года № 161 «Об утверждении правил определения классов энергетической эффективности многоквартирных домов и требования к указанию класса энергетической эффективности многоквартирного дома, размещаемого на фасаде многоквартирного дома».

2.7. Приказ Министерства регионального развития Российской Федерации от 19 апреля 2010 года № 182 «Об утверждении требований к энергетическому паспорту, составленному по результатам обязательного энергетического обследования, и энергетического паспорта, составленному на основании проектной документации».

2.8. ГОСТ 427-75 «Линейки измерительные металлические. Технические условия».

2.9. ГОСТ 7502-98 «Рулетки измерительные металлические. Технические условия».

2.10. ГОСТ 17177-94 «Материалы и изделия строительные теплоизоляционные. Методы испытаний».

2.11. ГОСТ Р ИСО 18434-1-2013 «Контроль состояния и диагностики машин. Термография. Часть 1. Общие методы».

2.12. ГОСТ 24297-2013 «Верификация закупленной продукции. Организация проведения и методы контроля».

2.13. ГОСТ 25380-82 «Здания и сооружения. Метод измерения плотности тепловых потоков, проходящих через ограждающие конструкции».

2.14. ГОСТ 26254-84 «Здания и сооружения. Метод определения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций».

2.15. ГОСТ 26433.2-94 «Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Правила выполнения измерений параметров зданий и сооружений».

2.16. ГОСТ 26629-85 «Здания и сооружения. Метод тепловизионного контроля качества теплоизоляции ограждающих конструкций».

2.17. ГОСТ 30494-2011 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях».

2.18. ГОСТ 31166-2003 «Конструкции ограждающие зданий и сооружений. Метод калориметрического определения коэффициента теплопередачи».

2.19. ГОСТ 31168-2003 «Здания жилые. Метод определения удельного потребления тепловой энергии на отопление».

2.20. ГОСТ 31937-2011 «Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния».

2.21. ГОСТ Р 51387-1999 «Энергосбережение. Нормативно-методическое обеспечение. Основные положения».

2.22. ГОСТ Р 51541-1999 «Энергосбережение. Энергетическая эффективность. Состав показателей».

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

2.24. ГОСТ Р 54853-2011 «Здания и сооружения. Метод определения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций с помощью тепломера».

2.25. МДС 23-1.2007 «Методические рекомендации по комплексному теплотехническому обследованию наружных ограждающих конструкций с применением тепловизионной техники».

2.26. СП 50.1333.2012 «Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003».

2.27. СП 23-101-2004 «Проектирование тепловой защиты зданий».

2.28. СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий».

2.29. СНиП 31-01-2003 «Здания жилые многоквартирные».

2.30. СНиП 31-05-2003 «Общественные здания административного назначения».

2.31. СП 15.13330.2012 «Каменные и армокаменные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-22-81*».

2.32. СП 131.13330.2012 «Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99*».

2.33. СП 48.13330.2011 «Организация строительства. Актуализированная редакция СНиП 12-01-2004».

2.34. СП 70.13330.2012 «Несущие и ограждающие конструкции. Актуализированная редакция СНиП 3.03.01-87».

2.35. СТ-НП СРО ССК-02-2013 «Оценка энергетической эффективности зданий. Контроль соблюдения требований тепловой защиты наружных ограждающих конструкций зданий».

2.36. СТ-НП СРО ССК-05-2013 «Организация и осуществление строительства, реконструкции, капитального ремонта объектов капитального строительства».

2.37. СТО НОСТРОЙ 2.14.67-2012 «Навесные фасадные системы с воздушным зазором. Работы по устройству. Общие требования к производству и контролю работ».

2.38. СТО 175320043-001-2005 «РНТО строителей. Нормы теплотехнического проектирования ограждающих конструкций и оценки эффективности зданий».

2.39. РД-11-02-2006 «Требования к составу и порядку ведения исполнительной документации при строительстве, реконструкции, капитальном ремонте объектов капитального строительства и требования, предъявляемые к актам освидетельствования работ, конструкций, участков сетей инженерно-технического обеспечения».

2.40. РД-11-05-2007 «Общий журнал работ. Порядок ведения общего и(или) специального журнала учета выполнения работ при строительстве, реконструкции, капитальном ремонте объектов капитального строительства».

2.41. Р-НП СРО ССК 01-2014 Рекомендации о порядке ведения общего журнала учета выполнения работ при строительстве, реконструкции, капитальном ремонте объектов капитального строительства. Практическое пособие по реализации требований РД-11-05-2007.

Примечание. При пользовании настоящими рекомендациями необходимо проверить действие нормативных ссылок в информационной системе общего пользования – на официальных сайтах национального органа Российской Федерации по стандартизации и Союза строительных компаний Урала и Сибири в сети Интернет или по ежегодно издаваемым информационным указателям, опубликованным по состоянию на 1 января текущего года. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящими рекомендациями следует руководствоваться новым (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3. ТЕРМИНЫ, ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

3.1. Перечень, использованных в настоящих рекомендациях терминов и определений:

3.1.1. **Теплозащитная оболочка здания:** совокупность ограждающих конструкций, образующих замкнутый контур, ограничивающий отапливаемый объем здания.

3.1.2. **Фрагмент теплозащитной оболочки здания:** совокупность наружных ограждающих конструкций, соединенных между собой, и образующая часть теплозащитной оболочки здания.

3.1.3. **Удельный расход энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период:** количество тепловой энергии, необходимое для компенсации теплопотерь здания за отопительный период с учетом воздухообмена и дополнительных тепловыделений при нормируемых параметрах теплового и воздушного режимов помещений в нем, отнесенное к единице площади или к единице отапливаемого объема.

3.1.4. **Микроклимат помещения:** состояние внутренней среды помещения, оказывающее воздействие на человека, характеризуемое показателями температуры воздуха и ограждающих конструкций, влажностью и подвижностью воздуха.

3.1.5. **Отапливаемый объем здания:** объем, ограниченный внутренними поверхностями наружных ограждений здания – стен, покрытий (чердачных

перекрытий), перекрытий пола первого этажа или пола подвала при отапливаемом подвале.

3.1.6. **Холодный (отопительный) период года:** период года, характеризующийся средней суточной температурой наружного воздуха, равной и ниже 10 или 8 °С в зависимости от вида здания.

3.1.7. **Коэффициент теплопередачи ограждающих конструкций:** величина, численно равная поверхностной плотности теплового потока, проходящего через ограждающую конструкцию при разности внутренней и наружной температур воздуха в один градус.

3.1.8. **Приведенное сопротивление теплопередаче фрагмента ограждающей конструкции:** физическая величина, характеризующая усредненную по площади плотность потока теплоты через фрагмент теплозащитной оболочки здания в стационарных условиях теплопередачи, численно равная отношению разности температур по разные стороны фрагмента к усредненной по площади плотности потока теплоты через фрагмент.

3.1.9. **Условное сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции:** физическая величина, численно равная приведенному сопротивлению теплопередаче условной ограждающей конструкции, в которой отсутствуют теплотехнические неоднородности.

3.1.10. **Коэффициент теплотехнической однородности:** безразмерный показатель, численно равный отношению потока теплоты через фрагмент ограждающей конструкции к потоку теплоты через условную ограждающую конструкцию с той же площадью поверхности, что и фрагмент.

3.1.11. **Теплотехнически неоднородный фрагмент ограждающей конструкции (теплотехническая неоднородность):** фрагмент ограждающей конструкции, в котором линии равной температуры располагаются не параллельно друг другу.

3.1.12. **Класс энергетической эффективности (класс энергосбережения):** характеристика энергосбережения здания, представленная интервалом значений удельного годового потребления энергии на отопление и вентиляцию в процентах от базового нормируемого значения.

3.1.13. **Расчетно-экспериментальный контроль:** совокупность натурных испытаний и поверочных расчетов, учитывающих фактическое состояние тепло-энергетических показателей здания.

3.1.14. **Энергетический паспорт здания:** документ, содержащий энергетические, теплотехнические и геометрические характеристики как существующих зданий, так и проектов зданий и их ограждающих конструкций, и устанавливающий соответствие требованиям нормативных документов и класс энергетической эффективности.

3.2. Перечень, использованных в настоящих рекомендациях сокращений:

3.2.1. **ОК:** ограждающая конструкция.

3.2.2. **КИ:** коэффициент излучения.

3.2.3. **ПО:** программное обеспечение.

3.2.4. **ИЛ:** испытательная лаборатория.

3.2.5. **ЛНК:** лаборатория неразрушающего контроля.

3.2.6. **СРО:** саморегулируемая организация.

3.2.7. **СМК:** система менеджмента качества.

3.2.8. **ОВК:** отопление, вентиляция, кондиционирование.

3.2.9. **НФС:** навесная фасадная система с вентилируемым зазором.

4. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

4.1. На основании требований Федерального закона от 23.11.2009 г. № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации», Градостроительного кодекса Российской Федерации, Федерального закона от 30.12.2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений», здания, вводимые в эксплуатацию после строительства, реконструкции, должны соответствовать требованиям энергетической эффективности и требованиям оснащенности приборами учета используемых энергетических ресурсов.

Требования энергетической эффективности распространяются на отапливаемые жилые, общественные, производственные, сельскохозяйственные и складские здания, в которых необходимо поддерживать определенный температурно-влажностный режим, за исключением зданий, определенных ч. 5 ст. 11 и ч. 1 ст. 48 Федерального закона от 23.11.2009 г. № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

Оценка зданий требованиям энергетической эффективности осуществляется на основе результатов обязательного расчетно-экспериментального контроля нормируемых показателей тепловой защиты зданий.

4.2. Обязательный расчетно-экспериментальный контроль нормируемых показателей тепловой защиты законченного строительством или реконструкцией здания (далее - «расчетно-экспериментальный контроль») выполняется при вводе зданий в эксплуатацию и предназначен для:

– определения уровня теплозащиты и воздухопроницаемости ограждающих конструкций;

– выявления возможных дефектов теплозащиты и воздухопроницаемости ограждающих конструкций;

– установления фактического класса энергоэффективности (энергосбережения) здания.

4.3. Расчетно-экспериментальный контроль является совокупностью натурных испытаний и поверочных расчетов, учитывающих фактическое состояние тепловой защиты здания. Расчетно-экспериментальный контроль состоит из следующих составляющих:

– экспериментальный контроль обобщенных показателей воздухопроницаемости ограждающих конструкций (см. гл. 6);

– экспериментальный контроль ограждающих конструкций тепловизионным методом для выявления возможных скрытых дефектов теплозащиты и воздухопроницаемости (см. гл. 5);

– экспериментальный или расчетный контроль уровня теплозащиты элементов ограждающих конструкций (см. гл. 5 и гл. 7 соответственно);

– расчет показателей энергетического паспорта здания с учетом фактических значений теплоэнергетических параметров, включая расчет класса энергоэффективности (энергосбережения) здания.

4.4. В соответствии с ч. 1 ст. 15 ФЗ №384 допускается для оценки фактических теплозащитных характеристик здания определять влияние дефектов теплозащиты в процессе операционного контроля при строительстве, на основании которых рассчитывать фактические теплотехнические значения конструкций с целью дальнейшего пересчета энергетического паспорта здания.

4.5. Для проведения экспериментального контроля уровня теплозащиты (п.п.3 п.4.3) элементов ограждающих конструкций обязательными условиями являются:

– несогласованные или значительные отступления от проектной и рабочей документации при устройстве наружных ограждающих конструкций;

– отсутствие необходимой исполнительной документации при устройстве наружных ограждающих конструкций;

– нарушение порядка проведения строительного контроля или его документального подтверждения при устройстве наружных ограждающих конструкций;

– дефекты и брак, выявленные при устройстве наружных ограждающих конструкций (наличие конденсата, изморози и плесени на внутренних поверхностях наружных ограждающих конструкций, заметное продувание в узлах сопряжений наружных ограждающих конструкций и т.д.);

– фактические значения температур на внутренних поверхностях наружных ограждающих конструкций меньше минимально допустимых значений;

– фактические значения температурных перепадов между температурами внутреннего воздуха и температурами внутренних поверхностей наружных ограждающих конструкций больше нормативных.

4.6. Расчетно-экспериментальный контроль проводится в объемах, рекомендованных в настоящих рекомендациях. Экспериментальный контроль проводится при соответствии условий эксплуатационных и метеоусловий требованиям, указанным в соответствующих разделах настоящих рекомендаций.

Экспериментальный контроль обобщенных показателей воздухопроницаемости ограждающих конструкций здания осуществляется круглогодично.

Экспериментальный контроль уровня теплозащиты, в том числе тепловизионным методом, элементов ограждающих конструкций для выявления возможных скрытых дефектов теплозащиты осуществляется при технических возможностях, указанных в гл.5.

4.7. Для зданий, в отношении которых необходима разработка энергетического паспорта, с целью определения класса энергетической эффективности (энергосбережения) разрабатывается энергетический паспорт, заполненный с учетом фактических значений геометрических и теплоэнергетических показателей, в том числе полученных или обоснованных по результатам экспериментального контроля.

Класс энергетической эффективности (энергосбережения) определяется с учетом типа и этажности здания, исходя из определения величины отклонения расчетных (фактических) значений показателя, отражающего удельный расход энергетических ресурсов, и нормируемых значений этого показателя.

Для зданий производственного назначения энергетический паспорт не разрабатывается, а проводится оценка соответствия наружных ограждающих конструкций нормативным поэлементным и санитарно-гигиеническим требованиям СП 50.13330.2012.

5. ТЕПЛОВОЙ КОНТРОЛЬ НОРМИРУЕМЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТЕПЛОВОЙ ЗАЩИТЫ ЗДАНИЯ

5.1. *Общие положения*

5.1.1. Экспериментальный контроль качества теплозащиты ограждающих конструкций выполняется посредством тепловизионного обследования. Метод тепловизионного контроля основан на визуализации, измерении и анализе распределения температур по поверхностям ограждающих конструкций, разделяющих объемы с различным температурным режимом. В местах с пониженной теплоизоляцией или фильтрацией воздуха температура на поверхности ограждающей конструкции изменяется по сравнению с бездефектными участками. Качественный и

количественный анализ термограмм применяется для установления положения, площади и причины возникновения температурной аномалии. Для дистанционного бесконтактного измерения и регистрации температурных полей на поверхностях ограждающих конструкций здания применяют инфракрасный измерительный тепловизор, соответствующий требованиям п. 5.4.2.

5.1.2. Тепловизионное обследование предназначено для решения следующих задач:

– выявление возможных дефектов теплозащиты ограждающих конструкций с указанием типов нарушений, мест их расположения и параметров;

– учет влияния выявленных дефектов теплозащиты на нормируемые энергетические показатели здания при определении энергоэффективности и класса энергосбережения;

– планирование мероприятий по приведению теплоизоляции и воздухопроницаемости к нормативным показателям с целью повышения энергетической эффективности здания.

5.1.3. Тепловизионное обследование позволяет выявить и задокументировать в отчете следующие основные типы нарушений теплозащиты, влияющие на нормируемые энергетические показатели здания:

– дефекты теплоизоляции конструкций;

– дефекты воздухопроницаемости конструкций.

5.1.4. Учет влияния выявленных дефектов теплоизоляции на нормируемые энергетические показатели выполняется посредством оценки относительного сопротивления теплопередаче в различных точках ограждающей конструкции и определения фактической теплотехнической однородности ограждающей конструкции (см. п. 5.7.12). Метод тепловизионного контроля не позволяет измерить объем фильтрации воздуха через обнаруженные места с нарушением герметичности ограждающих конструкций, влияние дефектов воздухопроницаемости на нормируемые энергетические показатели выполняется посредством измерения фактической воздухопроницаемости ограждающих конструкций (см. гл. 6).

5.1.5. В ходе тепловизионного обследования могут решаться следующие дополнительные задачи в зависимости от программы обследования:

– выбор на поверхности элементов ограждающих конструкций мест для установки контактных датчиков теплового потока при проведении измерений сопротивления теплопередаче в натурных условиях;

– оценка температурного режима элементов системы отопления здания и выявление возможных нарушений в работе отопительных приборов, в том числе при тепловых испытаниях систем отопления на равномерный прогрев отопительных приборов;

– оценка температурного режима элементов приточно-вытяжной системы вентиляции помещений и выявление возможных нарушений в работе системы;

– выявление мест увлажнения ограждающих конструкций и признаков иных повреждений конструкций.

5.2. *Объем обследования*

5.2.1. Обследованию подлежат следующие элементы наружных ограждающих конструкций здания: стены, окна, балконные двери, витрины, витражи, фонари, ворота, перекрытия над проездами, перекрытия чердачные, перекрытия над неотапливаемыми подпольями и подвалами и другие конструкции, разделяющие объемы с различным температурным режимом.

5.2.2. В ходе обследования выполняют тепловизионную съемку наружной и внутренней поверхностей ОК. Площадь конструкций, подлежащих тепловизионной съемке, устанавливается в техническом задании с учетом требований к объему наружного (п.5.2.3.) и внутреннего (п. 5.2.4.) обследования.

5.2.3. Наружное тепловизионное обследование выполняется по всей площади фасадов здания. Исключаются из наружного обследования недоступные для термографирования площади:

- участки, закрытые навесными конструкциями, вывесками, рекламными щитами, близко расположенными деревьями или фасадами соседних зданий;
- поверхности, находящиеся под снежным покровом;
- конструкции, относящиеся к неотапливаемым частям здания;
- поверхности со значением КИ менее 0,7.

5.2.4. Внутреннее тепловизионное обследование выполняется в следующем объеме:

- 100% площади доступных для термографирования наружных ОК здания при обследовании отдельных помещений, групп помещений, одноквартирных индивидуальных домов и зданий с внутренним отапливаемым объемом до 1500 м³;
- не менее 10% от суммарной площади наружных ОК здания при обследовании многоквартирных домов и зданий с внутренним отапливаемым объемом более 1500 м³ (в выборку обследованных площадей должны быть включены все типы и конструктивные решения ОК здания).

Объем внутреннего тепловизионного обследования и количество контролируемых элементов ОК могут быть увеличены в соответствии с техническим заданием.

5.3. *Контролируемые параметры*

5.3.1. Наличие и расположение дефектов теплоизоляции ОК. Дефектными признаются:

- участки ОК с нарушением санитарно-гигиенического требования к теплозащитной оболочке здания (температура внутренней поверхности ниже допустимого значения),
- участки ОК с линейными размерами больше двух толщин ОК и относительным сопротивлением теплопередаче (r_x) меньше заданного критического значения (r_{min}).

5.3.2. Наличие и расположение дефектов воздухопроницаемости ОК. Дефектными признаются:

- участки ОК с признаками фильтрации воздуха через непредназначенные для вентиляции помещений элементы конструкций, стыки элементов, монтажные и межпанельные швы,
- притворы створок окон и дверей с признаками фильтрации воздуха в случае, когда измеренные фактические значения кратности воздухообмена (n_{50}) и воздухопроницаемости (q_{50}) превышают нормативные или проектные значения.

5.3.3. Относительное сопротивление теплопередаче (r_x) в различных точках ОК и коэффициент теплотехнической однородности элемента ОК (r). Показатели рассчитываются для количественной оценки выявленных температурных аномалий и характеризуют снижение уровня теплоизоляции по сравнению с бездефектным участком.

5.4. *Аппаратура и оборудование*

5.4.1. Для проведения тепловизионного обследования должны быть использованы следующие средства измерения:

- тепловизор;
- измеритель температуры и влажности воздуха (термогигрометр);
- дифференциальный манометр.

5.4.2. Тепловизор для выполнения тепловизионного обследования должен соответствовать следующим требованиям к метрологическим и эксплуатационным характеристикам:

- диапазон измеряемых температур от минус 20°С до 100°С:

– температурная чувствительность не более 0,1°С при 30°С;
– предел допускаемой основной погрешности измерения не более ±2°С или ±2%;
– частота кадров тепловизионного изображения не менее 9 Гц;
– диапазон температур эксплуатации от минус 15°С до 40°С;
– размер детектора (термограммы) не менее 320х240 точек.

Рекомендуется использовать тепловизор с детектором не менее 320х240 точек и комплектом из стандартного объектива с полем зрения в диапазоне от 19° до 25° и широкоугольного объектива с полем зрения в диапазоне от 40° до 50°.

Тепловизор должен осуществлять запись термограмм в цифровом радиометрическом формате на встроенную или сменную память для последующей обработки в специализированном ПО. ПО должно иметь функции настройки параметров термографирования, температурной шкалы, цветовой палитры, измерения температуры в отдельных точках термограммы, измерения средней, минимальной и максимальной температур в заданных областях, добавления на термограммы изотерм.

5.4.3. Термогигрометр для измерения температуры и относительной влажности воздуха должен соответствовать следующим требованиям к метрологическим и эксплуатационным характеристикам:
– диапазон измеряемых температур воздуха от минус 20°С до 50°С;
– цена единицы младшего разряда не более 0,1°С;
– предел допускаемой основной абсолютной погрешности измерения температуры не более ±0,5°С;
– диапазон измеряемой относительной влажности воздуха от минус 10% до 95%;
– дискретность показаний относительной влажности воздуха не более 1%;
– предел допускаемой основной абсолютной погрешности измерения относительной влажности воздуха не более ±4%;
– диапазон температур эксплуатации от минус 15°С до 40°С.

5.4.4. Дифференциальный манометр для измерения разницы давлений воздуха между внутренним объемом здания и окружающей средой должен соответствовать следующим требованиям к метрологическим и эксплуатационным характеристикам:
– диапазон измеряемой разницы давлений воздуха от 0 Па до 200 Па;
– цена единицы младшего разряда не более 1 Па;
– предел допускаемой основной относительной погрешности измерения разницы давлений воздуха не более ±4%;
– диапазон температур эксплуатации от 0°С до 40°С.

Дифференциальный манометр должен быть оснащен гибкой металлической трубкой внешним диаметром не более 2 мм для отбора внешнего давления при измерении через притвор окон и балконных дверей.

5.4.5. Для измерения температуры поверхности в контрольных точках обследуемых конструкций и контроля КИ может дополнительно применяться контактный термометр, соответствующий следующим требованиям к метрологическим и эксплуатационным характеристикам:
– диапазон измеряемых температур поверхности от минус 20°С до 110°С;
– дискретность показаний температуры не более 0,1°С;
– предел допускаемой основной абсолютной погрешности измерения температуры не более ± 0,5°С;
– диапазон температур эксплуатации от минус 15°С до 40°С.

5.4.6. Применяемые средства измерения должны быть в исправном состоянии и иметь действующие свидетельства о поверке. Все приборы должны быть портативными с батарейным питанием. Допускается применение приборов,

совмещающих функции измерения сразу нескольких физических величин, перечисленных в п. 5.4.3 - 5.4.5.

5.4.7. При выполнении тепловизионного обследования ОК для создания требуемого перепада давлений воздуха между внутренним объемом и окружающей средой используют аэродверь с характеристиками, соответствующими п. 6.3.1.

5.4.8. В качестве вспомогательного оборудования и оснащения при выполнении тепловизионного обследования могут использоваться:

- фотоаппарат со встроенной вспышкой для фотосъемки при низкой освещенности;
- штатив для установки тепловизора в режиме панорамной съемки;
- бумажная или ПВХ лента на самоклеящейся основе с высоким КИ (ε = 0,95);
- фольга алюминиевая в рулоне шириной не менее 30 см;
- компьютер для хранения и обработки термограмм в специализированном ПО;
- цветной принтер для печати отчета о тепловизионном обследовании.

5.5. *Условия проведения обследования*

5.5.1. Обследованию подлежат ОК законченного строительством объекта недвижимости, должны быть установлены заполнения всех проемов, выполнены контур утепления и воздушный барьер. Допускается обследование конструкций с незаконченными отделочными работами, помещений без чистовой внутренней отделки, фасадов до монтажа вентилируемого фасада. Отделочные работы, связанные с «мокрой» технологией (штукатурка, окраска, заливка полов, оклейка обоев и т.п.), должны быть закончены не мнение чем за 10 дней до обследования.

5.5.2. Окна, балконные и входные двери должны быть закрыты не менее чем за 3 часа до начала обследования и вплоть до его окончания. Складируемые строительные материалы, оборудование, передвижная мебель и т.п. должны быть убраны от наружных ОК не менее чем за 6 часов до проведения тепловизионного обследования.

5.5.3. Обследование проводится в натурных условиях. Наружную тепловизионную съемку фасадов выполняют при отсутствии атмосферных осадков, тумана, задымленности, а также прямого солнечного освещения. Все обследуемые поверхности должны находиться вне зоны прямого солнечного освещения не менее 3 часов до проведения съемки. Не подлежат обследованию поверхности, покрытые инеем, наледью или снегом. Не рекомендуется проводить наружную тепловизионную съемку при скорости ветра более 7 м/сек.

5.5.4. Для надежного обнаружения дефектов теплоизоляции необходимо наличие перепада между температурой воздуха в помещениях здания и среднесуточной температурой наружного воздуха не менее 15°С.

5.5.5. Требуемый перепад температур должен создаваться системой отопления здания (по постоянной или временной схеме теплоснабжения). Система отопления должна функционировать в устойчивом режиме не менее 7 дней до начала обследования. Обследование не производится в период периодического протапливания.

5.5.6. Тепловизионное обследование необходимо проводить при стабильных погодных условиях, не рекомендуется проводить обследование при резких потеплениях и похолоданиях, когда среднесуточные температуры изменяются более чем на ±3°С за предыдущие 3 суток до обследования.

5.5.7. Температура внутри и снаружи здания должна измеряться в период обследования при помощи термогигрометра (см. п. 5.4.3), среднесуточную температуру допускается определять по данным ближайшей метеостанции.

5.5.8. Для обнаружения дефектов воздухопроницаемости необходимо наличие разницы давлений воздуха между помещениями и наружной средой не менее 5 Па и перепада температур не менее 5°С. Требуемый перепад давлений может существовать по естественным причинам (наличие тяги в здании, ветровая нагрузка на фасады) или создаваться на период обследования с помощью аэродвери. Величина перепада давлений должна измеряться в период обследования при помощи дифференциального микроманометра (см. п. 5.4.4).

5.6. *Регламент проведения обследования*

5.6.1. Тепловизионное обследование включает следующие основные этапы:

- ознакомление с проектной и технологической документацией на обследуемое здание;
- выбор времени проведения тепловизионного обследования;
- подготовка средств измерения и оборудования;
- визуальный осмотр, контроль метеоусловий и параметров эксплуатации здания;
- установка аэродвери (если требуется);
- наружная тепловизионная съемка фасадов здания;
- внутренняя тепловизионная съемка ОК.

5.6.2. На основании проектной и технологической документацией на обследуемое здание определяют объем обследования, типы ОК, их проектные и нормативные характеристики.

5.6.3. Время проведения тепловизионного обследования выбирают исходя из готовности здания к обследованию, соответствия режима его отопления и фактических погодных условий требованиям п. 5.5.

5.6.4. При внесении приборов в теплое помещение из холодного или наоборот, необходимо выждать не менее 10 мин. до проведения измерений, если иное не указано в инструкции по эксплуатации.

5.6.5. Проводят внешний визуальный осмотр и фотосъемку фасадов. Определяют доступность фасадов здания для съемки, при этом учитывают затрудняющие съемку соседние здания, деревья, столбы, и пр. Съемку фасадов преимущественно выполняют с уровня земли. В отдельных случаях съемку целесообразно проводить с соседних зданий и сооружений.

5.6.6. Измеряют при помощи термогигрометра температуру и относительную влажность атмосферного воздуха. Дистанцию съемки измеряют по ситуационному плану. Отраженную кажущеюся температуру измеряют по ГОСТ Р ИСО 18434-1-2013. По результатам визуального осмотра определяют тип контролируемых поверхностей и выбирают значение КИ из таблицы для используемого тепловизора (содержится в инструкции по эксплуатации или ПО) или проводят измерение по ГОСТ Р ИСО 18434-1-2013.

5.6.7. Перед началом тепловизионной съемки проверяют соответствие фактических метеоусловий и условий эксплуатации здания требованиям, указанным в п. 5.5.

5.6.8. Для выявления участков ОК с нарушением герметичности при наружной тепловизионной съемке давление воздуха внутри помещений должно быть выше наружного давления на величину, указанную в п. 5.5.8. Фактическое значение перепада давлений контролируют дифференциальным манометром. Если в период обследования во всем здании или части его помещений, выходящих на обследуемые фасады, перепад давлений оказывается недостаточным, применяют аэродверь для временного создания избыточного внутреннего давления воздуха в диапазоне от 10 Па до 30 Па.

5.6.9. Производят подготовку и настройку тепловизора, вводят в ПО тепловизора данные об условиях съемки (температура и относительная влажность

воздуха, дистанция съемки, отраженная кажущаяся температура) и свойствах обследуемых поверхностей (КИ), устанавливают температурный диапазон измерений в соответствии с условиями обследования. Набор параметров и операций по настройке зависит от модели тепловизора и выполняется в соответствии с инструкцией по эксплуатации.

5.6.10. Для наружной съемки рекомендуется использовать стандартный или узкоугольный объектив.

5.6.11. Тепловизионную съемку фасадов проводят последовательно по предварительно намеченному маршруту с покадровой записью термограмм. При покадровой съемке фасада соседние термограммы должны иметь перекрытие не менее 20% по площади для последующего совмещения изображений. В режиме панорамной съемки целесообразно использовать штатив для установки тепловизора.

5.6.12. Тепловизионную съемку следует выполнять по возможности с фиксированного расстояния для каждого отдельного фасада. Минимально допустимую дистанцию съемки определяют исходя из требований п. 5.6.13.

5.6.13. Тепловизионную съемку по возможности производят в перпендикулярном направлении к контролируемой поверхности ОК. Отклонение оптической оси тепловизора от нормали к контролируемой поверхности ОК не должно превышать 60°.

5.6.14. Сведения об особенностях состояния поверхностей, увлажненные участки, видимые дефекты и нарушения регистрируют в протоколе обследования, либо записывают в виде голосовых комментариев к термограммам, если используемая модель тепловизора имеет соответствующую функцию.

5.6.15. По обзорным термограммам фасадов находят участки с температурными аномалиями. К таким участкам относят зоны с повышенной температурой из-за возможного наличия дефектов теплозащиты ОК, или из-за эксфильтрации теплого воздуха из помещений через дефекты ОК. На поэтажных планах или чертежах фасадов отмечают внутренние помещения здания, которые включают указанные участки фасадов.

5.6.16. На следующем этапе обследования проводят детальную тепловизионную съемку с внутренней стороны ОК здания. Маршрут тепловизионной съемки составляется исходя из объема обследования, готовности помещений к обследованию, соответствия параметров микроклимата требованиям п.п. 5.5.4 – 5.5.8 и должен включать все отобранные в соответствии с п. 5.6.15 участки конструкций.

5.6.17. Перед началом внутреннего обследования производят подготовку и настройку тепловизора, аналогично рекомендациям п. 5.6.9. Для внутренней съемки рекомендуется установить широкоугольный объектив тепловизора. При изменении условий съемки руководствуются требованием п. 5.6.4.

5.6.18. Для выявления участков ОК с нарушением герметичности при внутренней тепловизионной съемке давление воздуха внутри помещений должно быть меньше наружного давления на величину, указанную в п. 5.5.8. Фактическое значение перепада давлений контролируют дифференциальным манометром. Если перепад давлений оказывается недостаточным, применяют аэродверь для временного создания пониженного внутреннего давления воздуха в диапазоне от 10 Па до 30 Па.

5.6.19. В каждом помещении проводят внешний визуальный осмотр и фотосъемку ОК. В протоколе или голосовых комментариях к термограммам фиксируют состояние контролируемых поверхностей – наличие видимых дефектов, увлажненных участков, участков с отслоением материалов, неплотно закрытых створок окон и дверей.

5.6.20. Измеряют температуру и относительную влажность внутреннего воздуха, дистанцию съемки, отраженную кажущеюся температуру, перепад давлений воздуха. Результаты измерений вводят в настройки тепловизора и протокол обследования.

5.6.21. Внутреннюю тепловизионную съемку ОК проводят последовательно во всех отобранных помещениях. При необходимости общие термограммы ОК дополняют детальными термограммами потенциально дефектных участков, снятых с меньшего расстояния.

5.6.22. Для измерения температур элементов ОК с низким КИ, например оконных стекол, на их поверхность в контрольных участках временно наклеивают бумажную ленту на самоклеящейся основе. При оценке температурного режима используют данные, полученные только с оклеенных участков.

5.6.23. По окончании тепловизионной съемки проверяют соответствие объема обследованных конструкций требованиями п. 5.2.2 – 5.2.4. Приводят средства измерения и оборудование в транспортировочное состояние.

5.7. *Обработка результатов обследования*

5.7.1. Файлы термограмм и фотографий переносят с тепловизора (и фотоаппарата) на персональный компьютер для обработки в специализированном ПО. Для каждой термограммы проверяют правильность настроек условий съемки (температура и относительная влажность воздуха, дистанция съемки, отраженная кажущаяся температура, коэффициент излучения), выполняют настройку температурной шкалы. Для термограмм и фотографий указывают место съемки: фасад для наружного обследования, помещение - для внутреннего.

5.7.2. Для каждого обследованного участка ОК выполняют совместный анализ проектных решений, условий в момент обследования, термограмм и фотографий с целью выявления зон с аномальной температурой, обусловленной возможным наличием дефектов в контролируемом объекте. Тип возможного дефекта определяется по изображению температурной аномалии и месту ее расположения: для дефектов теплоизоляции регламент оценки описан в п. 5.7.3 – 5.7.10, для дефектов воздухопроницаемости в п. 5.7.11 и приложении 3 «Определение мест фильтрации воздуха с помощью тепловидения».

5.7.3. Снижение сопротивления теплопередаче элемента ОК или его части приводит к повышенным теплопотерям и к образованию температурных аномалий как на внешней, так и на внутренней поверхностях ОК. Границы аномалии соответствуют площади участка с пониженной теплозащитой. Температурное поле аномалии обычно достаточно однородно, либо имеет плавный градиент температуры вдоль поверхности ОК:

– на термограммах наружной съемки фасадов снижение сопротивления теплопередаче ОК приводит к повышению температуры поверхности по сравнению с бездефектной частью,

– на термограммах внутренней поверхности снижение сопротивления теплопередаче ОК приводит к понижению температуры поверхности по сравнению с бездефектной частью.

5.7.4. Решение о соответствии температурной аномалии дефекту теплозащиты принимается на основании критериев п. 5.7.6 посредством количественного анализа термограмм.

5.7.5. Дефекты теплоизоляции могут быть выявлены в зоне теплопроводных включений (диафрагм, сквозных швов из раствора, стыков панелей, ребер, шпонок и гибких связей в многослойных панелях, жестких связей облегченной кладки и др.), в углах, в примыкании внутренних перегородок и межэтажных перекрытий к наружным стенам, в оконных откосах и монтажных швах.

5.7.6. К дефектам теплозащиты ОК относят:

– участки непрозрачных элементов ОК, где температура внутренней поверхности, пересчитанная на расчетные условия эксплуатации здания, равна или ниже расчетной температуры точки росы внутреннего воздуха (см. п. 5.7.9);

– участки остекления вертикальных светопрозрачных конструкций, где температура внутренней поверхности остекления, пересчитанная на расчетные

условия эксплуатации здания, равна или ниже +3°С (кроме производственных зданий) или 0°С (для производственных зданий).

– участки непрозрачных элементов светопрозрачных конструкций, где температура внутренней поверхности, пересчитанная на расчетные условия эксплуатации здания, равна или ниже расчетной температуры точки росы внутреннего воздуха (см. п. 5.7.9);

– участки непрозрачных элементов ОК, где на площади с линейными размерами больше двух толщин ОК относительное сопротивление теплопередаче равно или меньше заданного критического значения (r_{min});

5.7.7. Для оценки соответствия ОК минимально допустимым температурам внутренней поверхности, указанным в п. 5.7.6, выполняют пересчет измеренной в ходе обследования температуры внутренней поверхности ОК на расчетные условия эксплуатации (см. п. 5.7.8). Получают с термограмм данные о температуре внутренней поверхности в период обследования в зонах аномалий, вызванных снижением сопротивления теплопередаче. Полученную температуру пересчитывают на расчётные условия по формуле:

$$\tau_{\text{int}_calc} = t_{\text{int}_calc} - \left(t_{\text{int}} - \tau_{\text{int}}\right) \cdot \left(t_{\text{int}_calc} - t_{ext_calc}\right) / \left(t_{\text{int}} - t_{ext}\right), \quad (5.1)$$

где τ_{int_calc} – температура внутренней поверхности в указанной зоне при расчетных условиях эксплуатации здания, °С; t_{int_calc} – расчетная температура внутреннего воздуха, °С; t_{int} – температура внутреннего воздуха в зоне исследуемого фрагмента, °С; τ_{int} – температура внутренней поверхности в зоне аномалии в период обследования, °С; t_{ext_calc} – расчетная температура наружного воздуха, °С; t_{ext} – температура наружного воздуха в зоне исследуемого фрагмента, °С.

Далее выполняют уточнение результата расчета с использованием методики, приведенной в приложении Е к ГОСТ 54853-2011.

Полученную расчетом температуру внутренней поверхности сравнивают с критериями минимально допустимых значений, в соответствии с п. 5.7.6. Участки с температурой ниже допустимой признаются дефектными по теплозащите, отмечаются на термограммах и перечисляются в списке выявленных дефектов теплозащиты.

5.7.8. Расчетные параметры эксплуатации здания включают нормативные показатели температуры и относительной влажности внутреннего воздуха, а также температуру наружного воздуха.

Расчетная температура внутреннего воздуха для следующих типов зданий:

– жилые, лечебно-профилактические и детские учреждения, школы, интернаты, гостиницы и общежития – принимается по минимальным значениям оптимальной температуры соответствующих зданий по ГОСТ 30494 (в интервале 20-22°С);

– общественные, кроме указанных выше, административные и бытовые, производственные и другие здания и помещения с влажным или мокрым режимами – принимается согласно классификации помещений и минимальных значений оптимальной температуры по ГОСТ 30494 (в интервале 16-21°С);

– производственные с сухим и нормальным режимами – принимается по нормам проектирования соответствующих зданий.

Расчетная относительная влажность внутреннего воздуха для определения точки росы:

– для помещений жилых зданий, больничных учреждений, диспансеров, амбулаторно-поликлинических учреждений, родильных домов, домов-интернатов для престарелых и инвалидов, общеобразовательных детских школ, детских садов, яслей, яслей-садов (комбинатов) и детских домов - 55%;

– для кухонь - 60%;
– для ванных комнат - 65%;
– для теплых подвалов и подполий с коммуникациями - 75%;
– для теплых чердаков жилых зданий - 55%;
– для других помещений общественных зданий (за исключением вышеуказанных) - 50%.

Расчетная температура наружного воздуха в холодный период года принимается равной средней температуре наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 по СП 131.13330.

5.7.9. Температуру точки росы при расчетных условиях следует определять по приложению «Р» к СП 23-101-2004. Для расчета допускается использовать функции специализированного ПО теплолвизора. При расчете используют расчетное значение температуры внутреннего воздуха (t_{int}) и расчетную относительную влажность внутреннего воздуха (h_{int}). В таблице 1 приведен ряд значений температуры точки росы

Таблица 1. Температура точки росы

Температура воздуха t_{int_calc}	Относительная влажность воздуха h_{int_calc}					
	40%	45%	50%	55%	60%	65%
18°C	4,2	5,9	7,4	8,8	10,1	11,3
19°C	5,1	6,8	8,3	9,7	11,1	12,3
20°C	6,0	7,7	9,3	10,7	12,0	13,2
21°C	6,9	8,6	10,2	11,6	12,9	14,2
22°C	7,8	9,5	11,1	12,5	13,9	15,1
23°C	8,7	10,4	12,0	13,5	14,8	16,1
24°C	9,6	11,3	12,9	14,4	15,7	17,0

5.7.10. Для оценки соответствия непрозрачных ОК допустимому уровню снижения теплоизоляции в участках с температурными аномалиями, вызванными снижением сопротивления теплопередаче, выполняют расчет относительного сопротивления теплопередаче по отношению к базовому участку ОК по формулам:

– для термограмм внутренних поверхностей

$$r_x = \frac{(t_{\text{int}} - t_{ext})}{(t_{\text{int}}^{Б} - t_{ezt}^{Б})} \cdot \frac{(t_{\text{int}}^{Б} - \tau^{Б})}{(t_x - \tau_x)}, \quad (5.2)$$

– для термограмм наружных поверхностей

$$r_x = \frac{(t_{\text{int}} - t_{ext})}{(t_{\text{int}}^{Б} - t_{ezt}^{Б})} \cdot \frac{(\tau^{Б} - t_{ext}^{Б})}{(\tau_x - t_{ext})}, \quad (5.3)$$

где t_{int} – температура внутреннего воздуха в зоне исследуемого фрагмента, °С; t_{ext} – температура наружного воздуха в зоне исследуемого фрагмента, °С; $t_{\text{int}}^{Б}$ – температура внутреннего воздуха в зоне базового участка, °С; $t_{ext}^{Б}$ – температура внутренней наружного воздуха в зоне базового участка, °С; $\tau^{Б}$ – средняя температура поверхности базового участка, °С; τ_x – средняя температура поверхности ОК в зоне температурной аномалии, °С.

Полученное относительное сопротивление теплопередаче сравнивают с минимально допустимым значением. Участки непрозрачных элементов ОК, где на площади с линейными размерами больше двух толщин ОК относительное сопротивление теплопередаче равно или меньше заданного критического значения,

признаются дефектными по теплозащите, отмечаются на термограммах и перечисляются в списке выявленных дефектов теплозащиты.

5.7.11. Наличие и расположение участков ОК с нарушением герметичности (повышенная воздухопроницаемость) определяют на основе качественного анализа термограмм по наличию признаков эксфильтрации и инфильтрации воздуха через ОК. Фильтрация воздуха чрез ОК приводит к локальному изменению температуры поверхностей в зоне дефекта:

– на термограммах наружной съемки фасадов, как правило, обнаруживают повышенную температуру из-за эксфильтрации внутреннего теплого воздуха,

– на термограммах внутренней поверхности, как правило, обнаруживают пониженную температуру из-за инфильтрации наружного холодного воздуха.

Нарушение герметичности может быть выявлено в межпанельных стыках, примыкании элементов ОК друг к другу, монтажных швах, притворах створок окон и дверей.

Дефектными признают все конструкции, где выявлена фильтрация воздуха через непредназначенные для этого части. Все признанные дефектными участки отмечают на термограммах и перечисляют в списке выявленных дефектов воздухопроницаемости.

5.7.12. Для учета влияния на нормируемый энергетический показатель здания (приведенное сопротивление теплопередаче) выявленных тепловизионным обследованием дефектов теплоизоляции или неравномерности теплозащитных свойств по площади ОК выполняют расчет фактического значения коэффициента теплотехнической неоднородности.

5.7.13. Выбирают базовый участок на поверхности элемента ОК. Всю площадь элемента ОК делят на зоны. Для каждой зоны вычисляют относительное сопротивление теплопередаче по п. 5.7.10. Коэффициент теплотехнической однородности элемента ОК, имеющего неравномерность температур поверхности, вычисляют по формуле:

$$r = A \Big/ \left(\frac{A_1}{r_1} + \frac{A_2}{r_2} + \ldots + \frac{A_N}{r_N} \right), \qquad (5.4)$$

где A – суммарная площадь элемента ОК, м^2; A_i – площадь отдельной зоны элемента ОК, м^2; r_i – относительное сопротивление теплопередаче зоны ОК; r – коэффициент теплотехнической однородности элемента ОК.

Приведенное сопротивление теплопередаче с учетом фактического состояния теплозащиты ОК определяют по формуле:

$$R_o^{пр} = r \cdot R_o^{Б}, \qquad (5.5)$$

где r – коэффициент теплотехнической однородности элемента ОК; $R_o^{Б}$ – сопротивление теплопередаче элемента ОК в базовом участке, м^2·°С/Вт; $R_o^{пр}$ – приведенное сопротивление теплопередаче элемента ОК, м^2·°С/Вт.

Приведенное сопротивление теплопередаче элементов, определенное по итогам тепловизионного обследования, используется при расчете фактического значения класса энергетической эффективности здания.

5.8. *Оформление отчета*

5.8.1. По результатам тепловизионного обследования оформляют отчет. Отчет должен содержать все сведения, необходимые для проведения контрольной проверки объемов выполненных работ и достоверности результатов обследования. Отчет утверждается руководителем организации или подразделения (ИЛ или ЛНК), проводившего обследование.

5.8.2. Отчет о тепловизионном обследовании должен содержать следующую информацию:

- полное наименование, юридический и фактический адрес исполнителя и заказчика тепловизионного обследования,
- основание для проведения обследования (номер договора на проведение работ и дата его заключения) с приложением копии технического задания;
- сведения об исполнителе работ, наличие аттестации ИЛ и/или ЛНК, допуски СРО, наличие СМК с приложением копий соответствующих документов;
- сведения о персонале исполнителя, проводившем обследование и оформление отчета, с указанием квалификационного уровня по тепловому контролю и приложением копий квалификационных удостоверений;
- наименование и адрес обследуемого здания;
- описание обследованного здания (тип, назначение, этажность, строительный объем здания, площадь наружных ОК, система отопления и вентиляции) с указанием состава ограждающих конструкций и их проектных характеристик;
- перечень применяемых нормативных технических документов,
- перечень применяемого ПО,
- перечень средств измерений и оборудования с указанием заводских номеров и приложением копий свидетельств о метрологической поверке и аттестации испытательного оборудования,
- дата и время проведения обследования;
- расчетные условия эксплуатации здания;
- сведения о параметрах окружающей среды во время проведения обследования, включая значения температуры и влажности окружающего воздуха, направление и скорость ветра, наличие осадков, состояние атмосферы;
- сведения о режиме эксплуатации здания и систем ОВК в период проведения обследования, дата перехода к регулярному отоплению здания;
- сведения о фактическом объеме проведенного тепловизионного обследования;
- результаты наружного тепловизионного обследования, включая обозначение фасадов или их участков, термограммы и фотографии, указание мест расположения и типов выявленных дефектов;
- результаты внутреннего тепловизионного обследования, включая обозначение помещений, термограммы и фотографии ОК, данные о параметрах микроклимата, указание мест расположения и типов выявленных дефектов;
- перечень всех выявленных дефектов теплоизоляции и воздухопроницаемости ОК;
- результаты расчета нормируемых энергетических показателей здания.

6. КОНТРОЛЬ ВОЗДУХОПРОНИЦАЕМОСТИ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ И КРАТНОСТИ ВОЗДУХООБМЕНА

6.1. *Общие положения*

6.1.1. Экспериментальный контроль воздухопроницаемости ограждающих конструкций проводят для решения следующих задач:

- измерение воздухопроницаемости здания или его части для оценки соответствия герметичности конструкции проектным и нормативным требованиям;
- сравнение между собой воздухопроницаемости зданий с одинаковыми или различными конструктивными решениями ОК;
- определение мест нарушения герметичности ОК тепловизионным методом, с помощью генератора театрального дыма и термоанемометра;

– вычисления фактического значения удельной вентиляционной характеристики здания;

– определения величины сокращения утечки воздуха в результате применения отдельных мер по улучшению воздухопроницаемости.

Настоящая методика предназначена для измерения воздухопроницаемости здания или его части в полевых условиях. Принцип измерения основан на создании давления или разряжения в здании или его части механическим путём с использованием испытательного стенда на основе вентилятора (аэродверь).

6.1.2. Настоящая методика предназначена для измерения утечки воздуха через ограждающие конструкции одной зоны здания. Для применения настоящей методики, отдельные зоны здания могут быть рассмотрены как одна общая зона, при условии открытия всех внутренних дверей или при условии создания равных давлений в соседних зонах. В данных рекомендациях не рассматриваются методы оценки воздухопроницаемости отдельных элементов ОК.

6.1.3. При использовании аэродвери создаётся не только гарантированный перепад давления, но и измеряется кратность обмена воздуха и воздухопроницаемость при нормированной разности давлений. Это позволяет сделать вывод о дополнительных теплопотерях, связанных с повышенной воздухопроницаемостью здания, или излишней герметичности, ограничивающей приток свежего воздуха в здание, т.е. оценить качество теплозащиты и соответствие герметичности здания применяемому способу вентиляции.

6.2. *Контролируемые параметры*

6.2.1. По результатам испытания с помощью аэродвери и специализированного ПО вычисляют следующие обобщенные характеристики воздухопроницаемости ОК здания:

– n_{50} кратность воздухообмена при перепаде давлений давлении 50 Па;

– q_{50} объемная воздухопроницаемость при перепаде давлений давлении 50 Па;

– q_{10} объемная воздухопроницаемость при перепаде давлений давлении 10 Па;

– сопротивление воздухопроницанию;

– средняя кратность воздухообмена здания за отопительный период;

– удельная вентиляционная характеристика здания.

6.2.2. Наличие и расположение дефектов воздухопроницаемости ОК. Дефектными признаются:

– участки ОК с признаками фильтрации воздуха через непредназначенные для вентиляции помещений элементы конструкций, стыки элементов, монтажные и межпанельные швы,

– притворы створок окон и дверей с признаками фильтрации воздуха в случае, когда измеренные фактические значения кратности воздухообмена (n_{50}) и воздухопроницаемости (q_{50}) превышают нормативные или проектные значения.

Возможный дефект воздухопроницаемости также определяется с помощью приложении 3 «Определение мест фильтрации воздуха с помощью генератора театрального дыма».

6.3. *Аппаратура и оборудование*

6.3.1. Испытания проводятся с помощью аэродвери – испытательного стенда, состоящего из следующих основных компонентов:

– калиброванного вентилятора,

– двухканального микроманометра,

– алюминиевой раздвижной рамы,

– воздухонепроницаемой ткани.

6.3.2. Манометр, входящий в состав аэродвери, должен соответствовать следующим требованиям к метрологическим и эксплуатационным характеристикам:

- 2 независимых дифференциальных канала;
- измерение разности давления воздуха в диапазоне от минус 1150 Па до 1150 Па;
- цена единицы младшего разряда не более 0,1 Па;
- предел допускаемой основной погрешности измерения не более ±0,2 Па или ±1%,
- диапазон температур эксплуатации от 0 °С до 40 °С

Первый канал микроманометра служит для измерения перепада давления между наружной и внутренней частью ограждающей конструкции, а второй для измерения давления, создаваемого потоком воздуха на кожухе вентилятора и последующего вычисления величины потока воздуха. Специализированное программное обеспечение позволяет проводить измерение в автоматическом режиме по заданному алгоритму и корректировать результаты с учётом внешних условий проведения теста (температура внешнего и внутреннего воздуха, значение абсолютного давления и т.д.).

6.3.3. Испытательный стенд на основе калиброванного вентилятора и микроманометра должен обеспечивать основную относительную погрешность измерения расхода воздуха не более 5%.

6.3.4. Вентилятор (или несколько одновременно применяемых вентиляторов) должен обладать производительностью, достаточной для создания испытательного давления 50 Па в испытуемом объеме при условии соответствия воздухопроницаемости оболочки применяемому нормативу. Расчет количества требуемых вентиляторов приведен в п. 6.4.2.

6.3.5. Дополнительно при контроле воздухопроницаемости применяются следующие средства измерения и оборудование:

- термометр или термогигрометр с характеристиками, указанными в п. 5.4.3;
- рулетка или дальномер с допустимой погрешностью измерения не более 1 см,
- анемометр с диапазоном измерения от 1 м/с до 15 м/с,
- тепловизор с характеристиками, указанными в п. 5.4.2;
- дымогенератор,
- фотоаппарат со встроенной вспышкой для фотосъемки при низкой освещенности,
- удлинитель сетевой 220 В, 30 м;
- самоклеящаяся пленка для временной герметизации вентиляции;
- компьютер для управления аэродверью и печати протокола в специализированном ПО,
- цветной принтер для печати отчета о контроле воздухопроницаемости.

6.4. *Объем обследования*

6.4.1. Измерение воздухопроницаемости производится без деления здания на зоны (контроль всех ОК) при суммарной площади ОК:

- до 3500 м^2 для зданий с естественной вентиляцией;
- до 7000 м^2 для зданий с вентиляцией с механическим побуждением.

6.4.2. Необходимое количество вентиляторов рассчитывается по формуле:

$$V_1 + V_2 + \ldots + V_N > q_{50} \cdot A_E, \qquad (6.1)$$

где V_i – максимальный поток воздуха, создаваемый отдельными вентиляторами, м^3/час; q_{50} – нормативное значение воздухопроницаемости ОК для тестируемого здания, (м^3/час)/м^2; A_E – площадь ограждающей конструкции здания, м^2.

6.4.3. При испытании зданий с площадью ОК превосходящей значения, указанные в п. 6.4.1, измерение воздухопроницаемости производится:

– без деления здания на зоны при соответствии производительности имеющегося вентилятора (вентиляторов) требованиям п. 6.4.2;

– измерения в отдельных зонах (помещение или группа помещений) в соответствии с п. 8.10 ГОСТ 31167-2009 с применением дополнительных вентиляторов для исключения перетоков воздуха через внутренние элементы ограждающей конструкции. Необходимое количество вентиляторов определяется расчетом.

6.5. *Условия проведения обследования*

6.5.1. Измерение воздухопроницаемости может проводиться только после завершения воздушного барьера ограждающих конструкций здания или его частей, подлежащих измерению. Предварительное измерение воздухопроницаемости ОК строящегося здания может позволить произвести ликвидацию обнаруженных дефектов с меньшими затратами, чем после завершения строительства.

6.5.2. Произведение разницы между внутренней и наружной температурами воздуха в градусах Кельвина, умноженной на высоту здания (или измеряемой части здания), выраженную в метрах должно быть не более 500 м·К. В случае превышения указанной границы по возможности следует принять меры по снижению (повышению) разницы температур в испытуемой зоне.

6.5.3. Метеорологическая скорость ветра не должна превышать 6 м/с или достигать 3-х баллов по шкале Бофорта.

6.6. *Подготовка здания*

6.6.1. Все проемы и элементы ОВК, предназначенные для проникновения воздуха в или из здания, должны быть закрыты или загерметизированы, как указано в п.п. 6.6.2 − 6.6.4.

6.6.2. Закройте все открытия на наружной поверхности здания или части здания, подлежащего испытанию (окна, двери, пожарный выход). Убедитесь, что сифоны в сантехнических системах полностью заполнены водой или загерметизированы. Все регулируемые отверстия воздуховодов должны быть закрыты, а оставшиеся отверстия, предусмотренные для движения воздуха, должны быть загерметизированы. Все здание или часть здания, подвергаемая проверке, должны быть подготовлены таким образом, чтобы реагировать на изменение давления как одна зона. Все двери внутренних помещений (за исключением встроенных шкафов, которые должны быть закрыты) в тестируемой части здания должны быть открыты, чтобы распределение давления было равномерным и не отличалось от измеренной разницы давлений между внутренними помещениями и окружающей средой более чем на 10%.

6.6.3. Системы отопления с забором воздуха извне должны быть отключены. Открытые камины должны быть очищены от пепла. Механическая вентиляция и системы кондиционирования воздуха должны быть выключены.

6.6.4. Станции подготовки воздуха устройств механической вентиляции и систем кондиционирования воздуха должны быть загерметизированы. Другие вентиляционные отверстия (например, отверстия для естественной вентиляции) должны быть загерметизированы. Необходимо принять меры, чтобы избежать опасностей, связанных с продуктами горения систем отопления. Необходимо так же принять во внимание источники отопления в соседних квартирах/помещениях.

6.7. *Регламент контроля воздухопроницаемости*

6.7.1. При выборе места установки аэродвери необходимо учитывать следующие условия:

– размеры и форма дверного проёма, которые должны позволить установить раздвижную раму или панель в дверной проём с достаточной степенью герметичности и надёжности.

– возможные препятствия для воздушного потока (достаточная площадь дверного проёма тамбура (не менее 1,5 м^2), не создающая дополнительный перепад

давления, не полностью открытый притвор двери в месте установки вентилятора или ограждение балкона (лоджии).

– источник электропитания, обеспечивающий максимальное паспортное потребление вентилятора.

– внутренний / внешний перепад давления обычно измеряется на самом нижнем этаже на уровне пола ограждающих конструкций тестируемой зоны или всего тестируемого здания.

– разъём трубки снаружи здания должен быть защищен от воздействия динамического давления, например, при помощи установки Т-образного наконечника или размещением конца трубки в перфорированную коробку. Для измерений в ветреную погоду, хорошей практикой является размещение конца трубки для съема давления на некотором расстоянии от здания, но не вблизи других препятствий.

– трубки давления не должны быть расположены вертикально. Трубки не должны подвергаться воздействию больших разниц температур (например, из-за воздействия солнечных лучей).

6.7.2. Установите аэродверь в выбранный дверной проем в соответствии с инструкцией изготовителя. В протоколе отметьте место установки аэродвери и расположение оператора относительно тестируемого объема (оператор внутри или оператор снаружи).

6.7.3. Убедитесь в отсутствии риска повреждения испытательным давлением конструкций (пленка пароизоляции или ветрозащиты, натяжные или подвесные потолки, остекление окон и дверей). Если во время теста в одном из режимов существует риск повреждения ограждающей конструкции, то в протоколе измерений необходимо отметить этот факт.

6.7.4. Перед началом измерения включите аэродверь в режим создания перепада давлений близкого к 50 Па для предварительного обнаружения больших утечек и проверки надежности герметизации временно закрытых отверстий. Обнаруженные в это время дефекты или отсутствие временной герметизации (например, компонентов ОВК) должны быть исправлены.

6.7.5. Измерьте и запишите следующие параметры:

– направление и скорость ветра;

– атмосферное давление;

– температура наружного воздуха;

– температура внутреннего воздуха;

Температуру воздуха следует измерять до и после теста.

6.7.6. Перед началом измерения проверьте работоспособность микроманометра замыканием двух независимых каналов. Отличие показаний каналов не более 1.5% свидетельствует о работоспособности прибора.

6.7.7. Закройте вентилятор заглушкой или тканевым чехлом. Подключите манометр для измерения перепада давления между помещением и окружающей средой. Наблюдайте и запишите значение перепада давления между внутренним объемом и окружающей средой при нулевом потоке (вентилятор закрыт) в режиме осреднения показаний за период не менее 30 сек. Если полученный результат более 5 Па, тест не выполняют. Повторите это измерение в конце теста. Если среднее значение после испытания составляет более 5 Па, то тест обязательно должен быть выполнен в двух направлениях (с повышением и с понижением давления) и в диапазоне от 30 Па до 75 Па.

6.7.8. Включите аэродверь для создания последовательно избыточного давления в диапазоне от 10 Па до 60 Па с шагом не более 10 Па. Запишите в протокол созданные перепады давления ΔP_i (Па) и необходимые для этого расходы воздуха через вентилятор G_i (м³/час).

6.7.9. Измените направление теста для создания разряжения, повторите измерения, описанные в п. 6.7.8. При измерениях следует учитывать следующее:

– наиболее точными являются данные полученные при более высоких перепадах давления, чем при низких. Таким образом, важно проявлять особую осторожность при снятии данных измерений, полученных при низких перепадах давления.

– рекомендуется убедиться, что состояние ограждающих конструкций здания не изменилось в ходе каждого из испытаний. Например, при увеличении перепада давлений загерметизированные отверстия не потеряли свою герметичность, не открылись или не захлопнулись окна, двери или клапана в системе вентиляции.

6.7.10. Особенности теста больших зданий объём более 3500 м^3.

Большое здание следует тестировать как одну зону за исключением, когда здание состоит из герметически развязанных зон. В этом случае необходимо создать в сопредельных зонах эквивалентное давление и результирующий поток считать как сумму потоков, измеренных всеми системами измерения. Тест здания по отдельным зонам без компенсирующего перетоки через внутренние элементы конструкции является некорректным из-за их значительного влияния на результат измерения.

6.7.11. Особенности теста отдельных помещений или квартир.

Тест отдельного помещения или квартиры в пределах здания без компенсирующего давления как правило приводит к искажению результата из-за внутренних перетоков, не содержащих информации о потоке воздуха через элементы наружной ограждающей конструкции, который представляет интерес с точки зрения тепловой защиты и воздухообмена.

Для исключения перетоков воздуха через внутренние элементы ограждающей конструкции тестируемого помещения (квартиры) измерение производится в соответствии с пунктом 8.10 ГОСТа 31167-2009.

Из-за малой доли площади ограждающей конструкции тестируемой квартиры в общей площади всего здания не представляется возможным провести качественную оценку состояния ограждающей конструкции всего здания с помощью тепловидения.

6.8. *Обработка результатов обследования*

6.8.1. Измерение параметров здания A_E (площадь ограждающей конструкции) и V (объём) необходимо провести до начала теста, т.к. полученных величины будут использованы для расчёта необходимого для измерения потока, создаваемого аэродверью. Параметры вычисляются по предоставленным действующим чертежам здания и/или по результатам натурного измерения. Как правило, размеры испытуемой зоны совпадают с размерами отапливаемой или охлаждаемой зоны. Границей измеряемого компонента ограждающей конструкции является линия прохождения воздушного барьера (как правило, внутренняя поверхность стены или перекрытия). Внутренние конструкции (стены и перекрытия) входят в общий размер элемента конструкции.

Вычисленный объём V и/или площадь ограждающей конструкции A_E указываются в отчёте. Рекомендуется включение в отчёт графической модели или планов и разрезов с указанием основных линейных размеров элементов ограждающей конструкции.

6.8.2. Внутренний объем V является объемом воздуха внутри измеряемого здания или части здания. Внутренний объем рассчитывается путем умножения общей площади полов на среднюю высоту потолков. Объем, занимаемый мебелью не вычитается. Пример расчёта приведён в Приложении 1.

6.8.3. Площадь ОК здания или его части равняется общей площади всех полов, стен и потолков, ограничивающих внутренний объем, подлежащий тестированию. Она включает в себя также площадь стен и пола тех этажей, которые находятся ниже уровня земли. Пример расчёта приведён в Приложении 1.

6.8.4. Расчёт величины утечки воздуха q_{env} производится в соответствии ISO 9972-2009 или ГОСТ 31167-2009.

6.8.5. Современное специализированное ПО, поставляемое производителями аэродверей, предусматривает произведение необходимых расчетов в соответствии с методиками стандартов ISO 9972-2009 или ГОСТ 31167-2009:

– корректировка результатов измерений на стандартные температурные условия;

– построение графика зависимости объемного расхода воздуха через ограждение (G_i) от разницы давлений (ΔP_i) в логарифмических координатах (для тестов в обоих направлениях);

– аппроксимация экспериментальных данных тестов прямой линией по методу наименьших квадратов;

– расчёт коэффициента корреляции r и показателя режима фильтрации n;

– вычисление объемного расхода воздуха через ограждения Q_{50} при перепаде давлений 50 Па и Q_{10} при перепаде давлений 10 Па, в том числе средних значений по результатам тестов с повышением и понижением давления;

6.8.6. Кратность воздухообмена n_{pr} при контрольной разности давлений рассчитывается путем деления объемного расхода воздуха через ограждения при этом давлении на внутренний объем воздуха, вычисленного в соответствии с определением п. 6.8.2. Расчет кратности воздухообмена при испытательном давлении 50 Па производится по следующей формуле:

$$n_{50} = Q_{50}/V, \tag{6.2}$$

где Q_{50} – объемный расход воздуха через ОК при 50 Па, м^3/час; V – внутренний объем тестируемого здания или его части, м^3.

6.8.7. Воздухопроницаемость q_{pr} при контрольной разности давлений рассчитывается путем деления объемного расхода воздуха через ограждения при этом давлении на площадь ОК, вычисленную в соответствии с определением п. 6.8.3. Расчет воздухопроницаемости при перепадах давления 10 Па и 50 Па производится по следующим формулам:

$$q_{10} = Q_{10}/A_E, \tag{6.3}$$

$$q_{50} = Q_{50}/A_E, \tag{6.4}$$

где Q_{10}, Q_{50} – объемный расход воздуха через ОК при 10 Па и 50 Па, м^3/час; A_E – площадь ОК здания или его части, м^2.

6.8.8. В случае тестирования нескольких отдельных помещений в здании вычисляют средние значения показателей по всем проведенным тестам. Полученные результаты сравнивают с рекомендуемыми нормативными значениями воздухопроницаемости, приведенными в Приложении 4.

6.8.9. Для оценки влияния фактического уровня воздухопроницаемости ОК здания на его энергоэффективность производят расчет удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания. Этот параметр в дальнейшем используется при заполнении энергетического паспорта здания и расчета класса энергосбережения. Расчет выполняют по п.п. 6.8.10 – 6.8.13 с учетом рекомендаций СП 50.13330.2012.

6.8.10. Расчетную разность давлений наружного и внутреннего воздуха вычисляют в соответствии СП 50.13330.2012 по формуле:

$$\Delta P_{OK} = 0{,}55 \cdot H \cdot (\gamma_H - \gamma_B) + 0{,}33 \cdot \gamma_H \cdot v^2, \tag{6.5}$$

где H – высота здания (от уровня пола первого этажа до верха вытяжной шахты), м;

γ_H, γ_B – удельный вес соответственно наружного и внутреннего воздуха, Н/м^3.

6.8.11. Усредненное по всем испытанным типам конструкций сопротивление воздухопроницанию ОК вычисляют по формуле:

$$R_E = 1/(\rho \cdot q_{10}), \quad (6.6)$$

где ρ – плотность воздуха при расчетной температуре, кг/м^3; q_{10} – воздухопроницаемость при разности давлений 10 Па из формулы (6.3).

6.8.12. Количество инфильтрующегося воздуха в здание через ОК при расчетной разности давлений и фактическом состоянии ОК вычисляем в соответствии с формулой:

$$G_{инф} = (A_E / R_E) \cdot (\Delta P_{OK} / 10)^n, \quad (6.7)$$

где A_E – площадь ОК здания, м^2; R_E – сопротивление воздухопроницаемости из формулы (6.6), (м^{2}час)/кг; ΔP_{OK} – расчетная разность давлений наружного и внутреннего воздуха, Па; n – показатель режима фильтрации.

6.8.13. Для определения основных энергетических показателей здания, связанных с воздухопроницаемостью ОК, используют методику из приложения «Г» к СП 50.13330.2012:

– рассчитывают среднюю кратность воздухообмена здания за отопительный период ($n_в$) по формуле (Г.4) с использованием фактического значения количества инфильтрующегося воздуха в здание через ОК ($G_{инф}$);

– рассчитывают удельную вентиляционную характеристику здания ($k_{вент}$) по формуле (Г.2);

– рассчитывают удельную характеристику расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания ($q_{отр}$) по формуле (Г.1).

Полученные показатели используют при заполнении энергетического паспорта здания и при присвоении класса энергоэффективности.

6.9. *Оформление отчета*

6.9.1. По результатам контроля воздухопроницаемости оформляют отчет. Отчет должен содержать все сведения, необходимые для проведения контрольной проверки объемов выполненных работ и достоверности результатов обследования. Отчет утверждается руководителем организации или подразделения (ИЛ или ЛНК), проводившего обследование.

6.9.2. Отчет о контроле воздухопроницаемости должен содержать следующую информацию:

– полное наименование, юридический и фактический адрес исполнителя и заказчика контроля воздухопроницаемости,

– основание для проведения обследования (номер договора на проведение работ и дата его заключения) с приложением копии технического задания;

– сведения об исполнителе работ, наличие аттестации ИЛ и/или ЛНК, допуски СРО, наличие СМК с приложением копий соответствующих документов;

– сведения о персонале исполнителя, проводившем обследование и оформление отчета, с приложением копий сертификатов или удостоверений, подтверждающих профессиональную компетентность в области измерения воздухопроницаемости зданий;

– наименование и адрес обследуемого здания;

– описание обследованного здания (тип, назначение, этажность, отапливаемый объем здания, площадь наружных ОК) с указанием состава ограждающих конструкций, описание системы ОВК здания;

– перечень применяемых нормативных технических документов;

– перечень применяемого ПО;

– перечень средств измерений и оборудования с указанием заводских номеров и приложением копий свидетельств о метрологической поверке и аттестации испытательного оборудования;

– дата и время проведения обследования;

– сведения о фактическом объеме проведенного обследования.

Для всего здания или для каждой группы помещений (если проводились выборочные измерения) в отчете приводят следующие данные испытаний и результаты расчетов:

– четкое указание тестируемой части здания (все здание, этаж, номер квартиры, наименование помещения, расположение в строительных осях), внутренний объем (V) и площадь (A_E) наружных ОК испытываемой части здания;

– перечисление и фотографии временно загерметизированных отверстий и вентиляционных шахт, если таковые имеются;

– фотографии установленной в дверной проем аэродвери;

– условия испытаний: температура воздуха внутри и снаружи, скорость ветра, атмосферное давление;

– перепады давления при нулевом потоке (закрытый вентилятор);

– таблица созданных перепадов давления и соответствующих им расходов воздуха с указанием используемой диафрагмы вентилятора;

– график зависимости объемного расхода воздуха через ограждение от разности давлений в логарифмических координатах, включающий экспериментальные данные тестов с повышением и понижением давления, а также прямые аппроксимации экспериментальных данных;

– коэффициент корреляции r и показатель режима фильтрации n;

– n_{50} кратность воздухообмена при перепаде давлений 50 Па, усредненная по результатам испытания в двух направлениях (разряжение и избыточное давление);

– q_{50} воздухопроницаемость при перепаде давлений 50 Па, усредненная по результатам испытания в двух направлениях (разряжение и избыточное давление);

– q_{10} воздухопроницаемость при перепаде давлений 10 Па, усредненная по результатам испытания в двух направлениях (разряжение и избыточное давление);

– перечень и карту расположения выявленных дефектов воздухопроницаемости, включая фотографии и термограммы (если проводился поиск дефектов с помощью тепловизора);

Для здания в целом в отчете приводится следующие данные:

– исходные данные, последовательность расчета и результат вычисления средней кратности воздухообмена здания за отопительный период и удельной вентиляционной характеристики здания;

– заключение о соответствии измеренных параметров здания требуемым нормативам.

7. РАСЧЕТНЫЙ КОНТРОЛЬ НОРМИРУЕМЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТЕПЛОВОЙ ЗАЩИТЫ ЗДАНИЙ В ПРОЦЕССЕ СТРОИТЕЛЬСТВА

7.1. *Методика осуществления расчетного контроля*

Определение фактических значений приведенного сопротивления теплопередаче наружных ограждающих конструкций с учетом анализа результатов строительного контроля, в том числе наличия (отсутствия дефектов), по методикам, обоснованным в соответствии с ч. 6 ст. 15 Федерального закона от 30.12.2009 г. № 394-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».

Расчетный контроль уровня теплозащиты наружных ограждающих конструкций проводится в целях проверки соответствия нормируемых показателей теплозащиты

при выполнении работ требованиям технических регламентов, рабочей и организационно-технологической документации.

Расчетный контроль уровня теплозащиты наружных ограждающих конструкций является альтернативой проведению экспериментального контроля в обязательном соответствии с п. 4.6.

Расчетный контроль уровня теплозащиты наружных ограждающих конструкций позволяет оперативно принимать решения по устранению возможных нарушений. В случае обнаружения при осуществлении строительного контроля нарушений, влияющих на тепловую защиту наружных стен, может потребоваться пересчет значения приведенного сопротивления теплопередаче наружных стен, которое вносится в энергетический паспорт.

Операционный контроль качества выполнения работ по устройству наружного утепления ограждающих конструкций зданий проводится в полном объеме с промежуточной приемкой результатов выполнения отдельных этапов работ.

Операционный контроль осуществляется с целью предотвращения, выявления, устранения дефектов строительных работ. В ходе операционного контроля проверяется соблюдение последовательности и состава выполняемых технологических операций и их соответствие установленным требованиям. Требования по объему и содержанию контроля качества устройства наружных ограждающих конструкций указываются в карте контроля соответствия требованиям тепловой защиты в составе ППР. Форма карты контроля качества на примере устройства наружных стен с навесными фасадными системами приведена в приложении 5.

Приемочный контроль при устройстве наружного утепления зданий проводится в рамках оценки и подтверждения соответствия ограждающих конструкций требованиям технических регламентов и проектной документации, в том числе требованиям тепловой защиты и энергетической эффективности (проверки соответствия фактических и нормативных значений показателей уровня тепловой защиты отдельных наружных ограждающих конструкций здания; проверки соответствия фактических и нормативных значений температур на внутренних поверхностях наружных ограждающих конструкций, а также температурных перепадов между температурами внутреннего воздуха и температурами внутренних поверхностей наружных ограждающих конструкций; проверки соответствия фактических и нормативных значений удельных энергетических характеристик здания).

При приемочном контроле качества выполнения работ производить проверку соответствия фактических значений параметров проектным решениям:

- проверка результатов входного контроля;
- при внесении изменений в проект проверить наличие документов согласования изменений с разработчиком проекта;
- проверка наличия и качества заполнения журнала общих работ в соответствии с РД 11-05-2007;
- проверка наличия и качества оформления актов освидетельствования скрытых работ в соответствии с РД 11-02-2006;
- контроль осуществляется визуально и с проведением технического осмотра. В отдельных случаях по решению заказчика или органа государственного строительного надзора может назначаться сплошной или выборочный инструментальный контроль для определения фактических значений контролируемых параметров и заполнения энергетического паспорта здания при приемке в эксплуатацию.

Проверка соответствия стеновых ограждающих конструкций требованиям энергетической эффективности в процессе строительства и при его окончании осуществляется органом государственного строительного надзора при осуществлении строительного надзора. В иных случаях контроль и подтверждение соответствия требованиям энергетической эффективности в процессе строительства и при его

окончании осуществляется застройщиком. Результатом оценки теплозащиты стеновых ограждающих конструкций является подтверждение соответствия в форме акта о соответствии требованиям энергетической эффективности стеновой ограждающей конструкции или ее части, представленном в приложении 9.

7.2. *Расчетный контроль при устройстве навесных фасадных систем с воздушным зазором*

Реализация расчетного контроля при устройстве НФС начинается с разбиения возводимого или реконструируемого объекта на захватки. Размер захватки по высоте соответствует высоте этажа, а ее длина определяется из расчета часовой выработки звена, осуществляющего утепление фасада. Периодически, через каждый час, линейный инженерно-технический работник проверяет качество работ по утеплению на захватке и заносит результаты проверки в контрольные листы учета дефектов теплозащиты, которые входят в состав исполнительной документации при устройстве наружных стен с НФС, представленных характерными участками двух типов: *I* – глухой участок наружной стены; *II* – участок наружной стены в зоне плиты перекрытия. При отсутствии участков *II* типа наружная стена представляется участками только *I* типа. В них указываются: контролируемые захватки, на которые разбиваются наружные стены с устройством НФС; тип участка наружной стены; коэффициент теплопроводности материала несущего основания; коэффициент теплопроводности материала теплоизоляционного слоя; толщина несущего основания; толщина теплоизоляционного слоя; значимые дефекты теплозащиты с указанием их величин и количества на контролируемой захватке. Далее обрабатываются результаты контроля и принимаются решения о необходимости устранения тех или иных обнаруженных дефектов. Контрольные листы учета дефектов теплозащиты и сводная ведомость контроля при устройстве наружных стен с НФС оформляются по форме приложения 6.

На каждой захватке вычисляется коэффициент совместного влияния значимых дефектов теплозащиты и определяется фактическое значение приведенного сопротивления теплопередаче захватки:

$$R_{w,i} = R_w \cdot k_{I(II),i},$$

где R_w – расчетное значение приведенного сопротивления теплопередаче наружной стены; i – номер захватки; $R_{w,i}$ – значение приведенного сопротивления теплопередаче наружной стены с учетом совместного влияния дефектов на *i*-ой захватке; $k_{I(II),i}$ – коэффициент совместного влияния дефектов на *i*-ой захватке *I* или *II* типа участка наружной стены с устройством НФС

$$k_{I,i} = k_{I,i}^{X_1} \cdot k_{I,i}^{X_2} \cdot k_{I,i}^{X_3}; \quad k_{II,i} = k_{II,i}^{X_1} \cdot k_{II,i}^{X_3} \cdot k_{II,i}^{X_4},$$

где $k_{I,i}^{X_1}, k_{I,i}^{X_2}, k_{I,i}^{X_3}$ – коэффициенты влияния дефектов X_1, X_2, X_3 на теплозащиту *i*-ой захватки глухого участка наружной стены с устройством НФС; $k_{II,i}^{X_1}, k_{II,i}^{X_3}, k_{II,i}^{X_{10}}$ – коэффициенты влияния дефектов X_1, X_3, X_4 на теплозащиту *i*-ой захватки участка наружной стены с устройством НФС в зоне плиты перекрытия; X_1 – зазор в стыке плит утеплителя, (м); X_2 – зазор в стыке кронштейна и плит утеплителя, (м); X_3 – отслоение плит утеплителя от основания, (м); X_4 – зазор в деформационном шве между основанием и плитой перекрытия, (м).

В приложении 7 представлен графический способ определения значений коэффициентов влияния указанных дефектов для глухого участка наружной стены и для участка в зоне плиты перекрытия.

В приложении 8 представлен пример расчета приведенного сопротивления теплопередаче фрагмента фасада здания с устройством навесных фасадных систем с воздушным зазором при осуществлении расчетного контроля нормируемых показателей тепловой защиты здания.

8. ВСТУПЛЕНИЕ В СИЛУ

Настоящие рекомендации вступают в силу через 10 дней после принятия (утверждения) их общим собранием Союза строительных компаний Урала и Сибири.

Приложение 1. Пример расчёта объёма и площади ограждающей конструкции

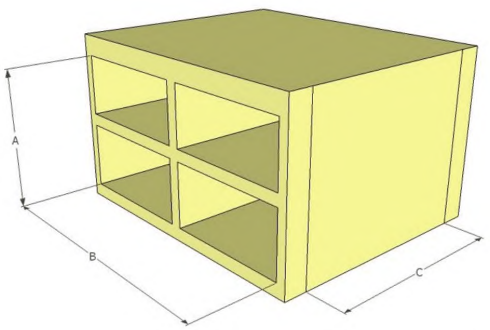
1. Объём измеряемого здания или помещения расчитывается по внутренним границам ограждающей конструкции. Для здания, приведённого ниже, объём расчитывается по формуле:

$$V = A \times B \times C \quad (1)$$

2. Площадь оболочки A_E измеряемого здания или его части равняется общей площади всех полов, стен и потолков, ограничивающих внутренний объем, подлежащий тестированию.

$$A_E = 2 (B \times C) + A(2 \times (B+C)) \quad (2)$$

Общие внутренние размеры должны быть использованы для расчета этой площади. Вычет площадей примыкания внутренних стен, полов и потолков к наружным стенами, полам и потолкам не производится



Для более сложных форм ограждающей конструкции рекомендуется применение программ, позволяющих производить расчёты требуемых выше параметров (SketchUp, AutoCAD и т.д.)

Приложение 2. Определение мест фильтрации с помощью тепловидения

При определении мест фильтрации воздуха оператор сталкивается с неопределённостью распределения разницы давления между внутренней и наружной частями строительной конструкции. Такая неопределённость возникает при воздействии следующих факторов:

-разница температур внутреннего и наружного воздуха, высота здания;
-воздействие ветра на конструкцию;
-влияние механической вентиляции.

Приведённые выше факторы и их взаимодействие может влиять на направление потоков фильтрации или к их отсутствию. Поэтому, дефект может быть не обнаружен, если вектор перепада давления воздуха, т.е. воздушный поток в момент съёмки направлен от оператора. На рис.1 приведены термограммы, снятые на втором (последнем) этаже 2-х этажного дома. Под воздействием разницы внутренней и наружной температуры на втором этаже формируется положительный перепад давления, направленный из внутренней части здания наружу. Соответственно, дефект обнаружить невозможно, т.к. поток тёплого воздуха направлен от оператора.

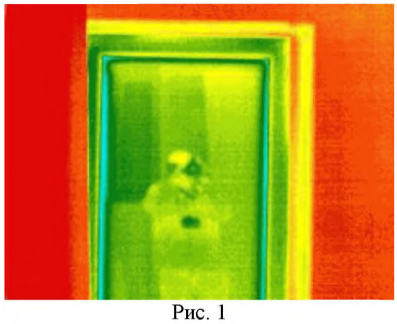


Рис. 1

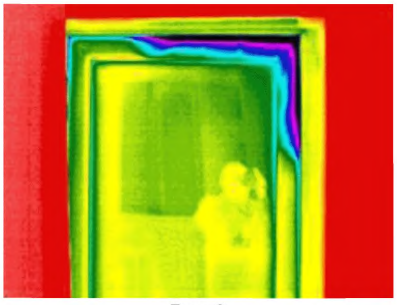


Рис. 2

На рис.2 представлена термограмма, снятая при воздействии отрицательного перепада давления (поток холодного воздуха направлен в здание через дефект примыкания двери). Такой результат возможно получить, если во время съёмки ветер направлен именно на исследуемую часть фасада или если в здании создан отрицательный перепад давления искусственным способом (собственная механическая вентиляция здания или Аэродверь (Blower Door).

Ниже представлены термограммы, снятые снаружи здания и иллюстрирующие те же процессы в здании, связанные с перепадом давления. На рис.3 термограмма здания без перепада давления. На рис.4 обнаружен дефект при воздействии на здание положительного перепада давления, созданного искусственным путём.

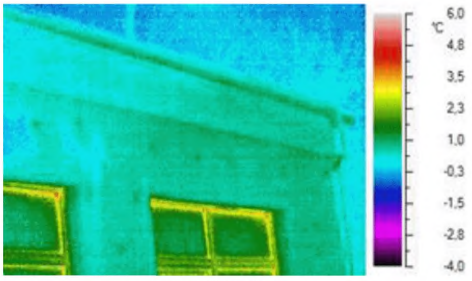


Рис. 3

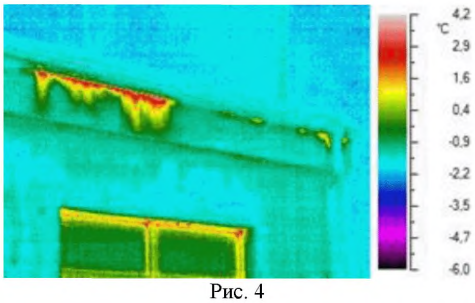


Рис. 4

Международные стандарты по строительному тепловидению (ISO6781 и EN13187) рекомендуют для определения дефектов, связанных с фильтрацией воздуха, произвести измерение перепада давления между внутренней и наружной частями строительной конструкции с различных сторон фасада здания и на различных этажах. При этом, необходимый перепад давления должен быть не менее 5 Па и оператор должен проводить съёмку со стороны наименьшего давления, т.е. поток воздуха должен быть направлен на оператора.

Гарантированный перепад давления позволяет обнаруживать дефекты, связанные с фильтрацией воздуха, с тех позиций, которые обеспечивают максимальный визуальный доступ к объекту и безопасность оператора. На рис.5 показана термограмма потолочного светового фонаря в естественных условиях эксплуатации здания, т.е. под воздействием положительного перепада давления (давление в области обследуемого объекта выше, чем за пределами конструкции и поток тёплого воздуха направлен от оператора, находящегося внутри помещения). При создании разряжения в помещении (рис.6) поток наружного холодного воздуха устремляется через внутрь и позволяет гарантированно обнаружить дефект. Это позволило избежать дополнительных рисков при обследовании, т.е. необходимости обследовать объект со стороны крыши.

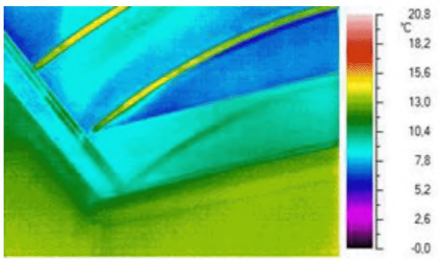


Рис. 5

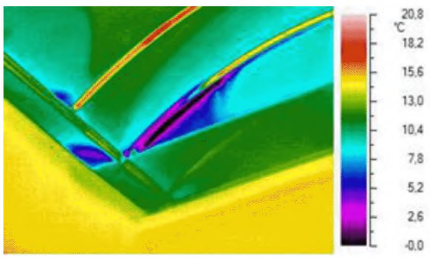


Рис. 6

Для создания гарантированного перепада давления не менее 5 Ра и однонаправленного потока в пределах всего объёма здания рекомендуется использовать механическую вентиляцию или устройство для измерения воздухопроницаемости зданий Аэродверь (Blower Door), устанавливаемое в дверной или оконный проём обследуемого здания. Создав в здании перепад давления, например, 50 Ра, имитируется воздействие ветра на ограждающую конструкцию со скоростью примерно 10 м/с. При этом, воздействие будет одновременно приложено на все стороны конструкции, что позволит исключить пропуск дефекта фильтрации.

Рекомендуется проводить тепловизионное обследование с созданием гарантированного перепада давления, используя Аэродверь, в несколько этапов:

1. На первом этапе обследуются внутренние и наружные части ограждающей конструкции с измерением перепада давления по этажам и сторонам ориентации фасадов в соответствии приложением Б ГОСТа 54852-2011,пункт 13.
2. После установки Аэродвери и подготовки здания к тесту на воздухопроницаемость по ГОСТу 31167-2009 (закрытие вентиляционных каналов, наружных дверей и окон, открытие внутренних дверей для создания равномерного распределения перепада давления по всему объёму здания, производится нагнетание воздуха в здание или разряжение.
3. Далее производится измерение кратности обмена воздуха или воздухопроницаемости в соответствии с вышеупомянутым ГОСТ 31167-2011 или международными стандартами по измерению воздухопроницаемости ограждающей конструкции ISO9972 или EN13829.
4. За время проведения измерения, которое обычно занимает 30-40 минут, дефектные места обследуемой ограждающей конструкции охлаждаются или нагреваются потоком воздуха, проходящим через дефекты и температура достигает разницы, необходимой для обнаружения тепловизором.
5. В случае низкого коэффициента излучения обследуемой поверхности или малого значения перепада температуры воздуха, для обнаружения места фильтрации используется генератор театрального дыма, термоанемометр и тыльная сторона ладони, чувствительная к малым потокам воздуха. Применение генератора театрального дыма позволяет также выявить путь прохождения воздуха.
6. На основе сравнения предварительного тепловизионного обследования в естественных условиях эксплуатации здания, т.е. без применения Аэродвери, и съёмки в условиях гарантированного перепада давления, производится классификация дефектов. Например, если температурная аномалия, обнаруженная при предварительном обследовании,

не изменила значение разницы температуры и форму после создания перепада давления, то делается вывод о том, что причиной дефекта не является фильтрация воздуха.

7. На основе полученных результатов тепловизионной съёмки и измерения воздухопроницаемости или кратности обмена воздуха создаётся отчёт.

Дополнительным преимуществом тепловизионного обследования с созданием гарантированного перепада давления является возможность обнаружения фильтрации воздуха при небольших перепадах температур ΔТ= 2- 3 °С. Практика показывает, что только необходимая разница температур не является достаточным условием для обнаружения мест фильтрации. На рис.7 показана термограмма, на которой дефект отсутствует, снятая зимой при ΔТ=48 °С и положительном перепаде давления. Создав разряжение воздуха в здании ΔР=-15 Па (отрицательный перепад давления), был обнаружен дефект пароизоляции мансардного перекрытия (рис.8).

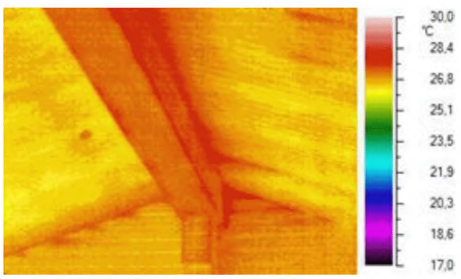


Рис. 7

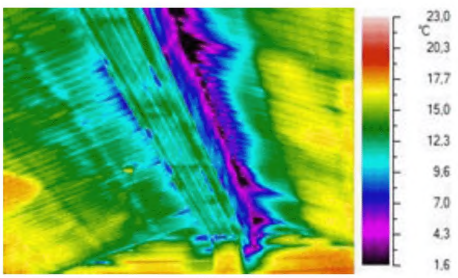


Рис. 8

На рис.9 и рис.10 приведены термограммы, снятые при незначительной разнице температуры ΔТ=5 °С. При этом, для выявления дефекта установки пароизоляции был создан отрицательный перепад давления ΔР=-50 Па, позволивший выявить нарушения герметичности.

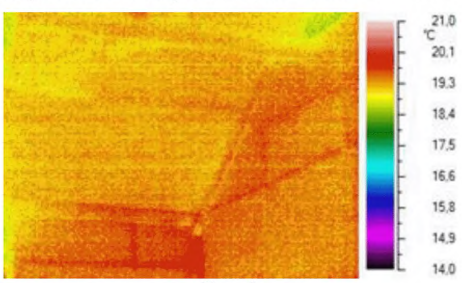


Рис. 9

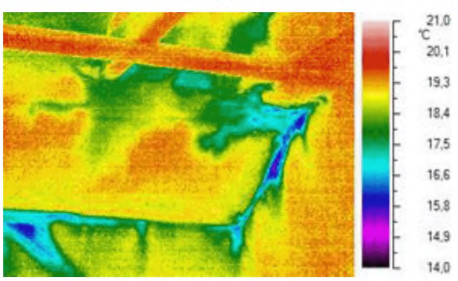


Рис. 10

Тепловизионное обследование, проводимое при гарантированном перепаде давления, позволяет:

- исключить влияние факторов, снижающих вероятность определения дефекта (например, ветер, эффект дымовой трубы и т.д.)

-определять места фильтрации при малых разницах температур (например, летом или на объектах, где эта разница незначительна).

-находить места фильтрации при проведении измерения воздухопроницаемости ограждающей конструкции.

Приложение 3. Определение мест фильтрации с помощью генератора театрального дыма

Для определения мест фильтрации кроме тепловизионного обследования рекомендуется применение генератора театрального дыма, позволяющего визуализировать потоки воздуха. Этот способ нахождения мест фильтрации не только успешно дополняет тепловидение, но и позволяет обнаружить дефекты в случаях, когда возможности тепловидения ограничены. Например, отсутствие перепада температуры. Ещё одним из преимуществ дымогенератора является возможность определить траекторию движения воздушного потока, наблюдая за местами входа в структуру ограждающей конструкции и выхода из неё дымового потока.

Дымогенераторы можно классифицировать по назначению (создание объёма или индикация потока) и способу применения (стационарные и портативные).

Стационарный дымогенератор, предназначенный для создания объёма, позволяет создать за короткое время достаточный объём дыма в помещении, который под давлением будет выходить за пределы ограждающей конструкции через дефектные места. Наиболее эффективен этот тип дымогереаторов при поиске мест фильтрации на этапе строительства, но не рекомендуется его применение в эксплуатируемых помещениях, т.к. возможно появление на поверхности предметов небольшого налёта. Также он ограничен в мобильности, т.к. требуется источник напряжения 220 В и подача дыма с наружной стороны ограждающей конструкции затруднена. Вышеперечисленных недостатков нет у портативного дымогенератора, хотя генерируемый объём дыма значительно меньше чем у стационарно. Этот тип дымогенератора возможно локально применять внутри эксплуатируемого помещения без риска нанесения ущерба. Преимущества– возможность применения внутри и снаружи помещения, мгновенная готовность к работе и низкая стоимость расходного материала (жидкости). Недостаток – относительно высокая стоимость по сравнению со стационарным генератором.





В качестве индикатора потока воздуха применяется дымовой карандаш, который в результате тления фитиля создаёт небольшой объём дыма, движущегося вместе с направлением потока воздуха. Наиболее эффективно применение внутри помещения при небольшом положительном перепаде давления (10 – 15 Ра). Недостаток – ограничен для применения в местах с повышенной пожароопасностью.

Также для определения мест фильтрации возможно применение термоанемометра и поверхности тыльной стороны ладони. Основным недостатком термоанемометра является его неэффективность при поиске мест фильтрации на большой площади, т.к. он способен обнаружить поток только в непосредственной близости от источника. Также он может служить только в качестве индикатора, так как для точного измерения скорости потока воздуха необходимо правильно выбрать положение сенсора относительно потока, что в свою очередь потребует некоторое время.





Приложение 4. Рекомендуемые нормы по воздухопроницаемости

Тип здания	Воздухопроницаемость q_{50} ($м^3/м^2*ч$)	Примечания
Здания с естественной вентиляцией	$2,0<q_{50}<4,0$	
Здания, оборудованные вентиляцией с механическим побуждением	$q_{50}<2$	
Склады-холодильники	$q_{50}<0,2$	
Здания, построенные по принципу Пассивного дома (объём менее 1500 $м^3$)	$n_{50}<0,6$	
Здания, построенные по принципу Пассивного дома (объём более 1500 $м^3$)	$q_{50}<0,6$	
Реновируемые здания	+30% от норматива	

КАРТА КОНТРОЛЯ
соблюдения требований тепловой защиты при устройстве наружных стен с НФС

Объект капитального строительства

_____

(наименование, почтовый или строительный адрес объекта капитального строительства)

Застройщик или технический заказчик

_____

(наименование, ОГРН, ИНН, почтовые реквизиты, телефон/факс – для юридических лиц,
фамилия, имя, отчество, паспортные данные, место проживания, телефон/факс – для физических лиц)

Лицо, осуществляющее строительство, выполнившее работы по устройству наружных ограждающих конструкций (подрядчик)

_____

(наименование, ОГРН, ИНН, почтовые реквизиты, телефон/факс – для юридических лиц,
фамилия, имя, отчество, паспортные данные, место проживания, телефон/факс – для физических лиц)

Основание для проведения проверки: №_____ от _____
Тип проверки (нужное подчеркнуть): Выездная / Документарная

№ п.п.	Элемент контроля	Подлежит проверке	Требования, предъявляемые при проведении работ	Способ проверки соответствия	Результат		Прим.
					Норма	Соотв. («+», «-»)	
1	2	3	4	5	6	7	8
Организация строительного производства							
1.1	Проектная документация		Соответствие требованиям Постановления правительства РФ от 16.02.2008 №87 и Приказа Министерства регионального развития РФ от 01.04.2008 №36	Документарный	Наличие разделов, содержащих сведения об основных параметрах и характеристиках наружной ограждающей конструкции		
1.2	Рабочая документация		Соответствие требованиям Постановления правительства РФ от	Документарный	1. Наличие рабочей документации со штампом выдачи «В производство» 2. Наличие проекта производства работ (ППР) согласованного с		

			16.02.2008 №87		заказчиком (генподрядчиком) - наличие отиска (штампа) заказчика (генподрядчика).		
1.3	Исполнительная документация		Соответствие требованиям РД 11.02.2006, РД 11-05-2007	Документарный	Наличие журналов производства работ (общего и специальных журналов работ) Наличие контрольных листов учета дефектов		
1.4	Метрологическая поверка используемых средств измерений		Наличие поверки используемых средств измерений	Документарный	Наличие документа установленного образца на каждое используемое средство измерения		
Входной контроль конструкций и материалов							
2.1	Материалы для устройства несущего основания		Контроль качества поступающих материалов на соответствие требованиям проекта	Документарный/ Инструментальный	1. Наличие сопроводительной документации, подтверждающей соответствие указанных в них теплозащитных характеристик требованиям тепловой защиты, проектной и рабочей документации. 2. Наличие записи в журнале входного контроля по ГОСТ 24297 с обязательным заполнением следующих граф: 1. Тип/марка продукции 2. Номер партии, дата изготовления и номер сопроводительного документа 3. Количество продукции 4. Протоколы испытаний 5*. Акт приемки плоскостей фасада с проверкой качества поверхности * - при существующем несущим основании		
2.2	Материалы для устройства теплоизолящио		Контроль качества поступающих материалов на	Документарный/ Инструментальный	1. Наличие сопроводительной документации, подтверждающей соответствие указанных в них		

	нного слоя		соответствие требованиям проекта		теплозащитных характеристик требованиям тепловой защиты, проектной и рабочей документации. 2. Наличие записи в журнале входного контроля по ГОСТ 24297 с обязательным заполнением следующих граф: 1. Тип/марка продукции 2. Номер партии, дата изготовления и номер сопроводительного документа 3. Количество продукции 4. Протоколы испытаний		
Подготовительный этап							
3.1	Складирование и хранение строительных конструкций, изделий, материалов		Контроль качества поступивших материалов на соответствие требованиям проекта	Документарный/ Визуальный	1. Соответствие складирования и хранения требованиям проектной документации 2. Протоколы испытаний		
Устройство наружной ограждающей конструкции							
4.1	Устройство несущего основания		Контроль выполнения работ	Документарный/ Инструментальный	1. Наличие записи в общем журнале работ о проведении работ 2. Наличие актов освидетельствования скрытых работ 3. Протоколы испытаний 4. Контрольные листы учета дефектов теплозащиты		
4.2	Устройство теплоизоляцио нного слоя		Контроль выполнения работ	Документарный/ Инструментальный	1. Наличие записи в общем журнале работ 2. Наличие актов освидетельствования скрытых работ 3. Протоколы испытаний 4. Контрольные листы учета дефектов теплозащиты		

Примечания

1 Необходимыми условиями для проведения инструментального способа проверки соответствия требованиям являются:

– несогласованные или значительные отступления от проектной и рабочей документации при устройстве стеновых ограждающих конструкций;

– отсутствие необходимой исполнительной документации при устройстве стеновых ограждающих конструкций;

– нарушение порядка проведения строительного контроля или его документального подтверждения при устройстве конструкций;

– дефекты теплозащиты, обнаруженные при устройстве стеновых ограждающих конструкций с НФС;

– фактические значения температур на внутренних поверхностях стеновых ограждающих конструкций меньше нормативных;

– температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности стеновых ограждающих конструкций больше нормативного.

Заключение (нужное подчеркнуть):

1. Требования тепловой защиты соблюдены в полном объеме.

2. Требования тепловой защиты соблюдены не в полном объеме.

Рекомендации по устранению выявленных несоответствий:

_____

_____

Приложения: _____ на ____ л.

Настоящая карта составлена _____ экземплярах, по одному экземпляру для каждой стороны.

Подписи лиц, проводивших проверку:

_____ _____
ФИО Подпись

_____ _____
ФИО Подпись

Дата «___» _____ 201_ г.

Окончание приложения 5

Приложение 6. Форма контрольного листа учета дефектов теплозащиты и сводной ведомости контроля наружных стен с устройством навесных фасадных систем

КОНТРОЛЬНЫЙ ЛИСТ УЧЕТА ДЕФЕКТОВ ТЕПЛОЗАЩИТЫ НАРУЖНЫХ СТЕН С УСТРОЙСТВОМ НФС

Объект капитального строительства

_____

(наименование, почтовый или строительный адрес объекта капитального строительства)

Лицо, осуществляющее строительство, выполнившее работы по устройству наружных ограждающих конструкций (подрядчик)

_____

(наименование, ОГРН, ИНН, почтовые реквизиты, телефон/факс – для юридических лиц, фамилия, имя, отчество, паспортные данные, место проживания, телефон/факс – для физических лиц)

Представитель лица, осуществляющего строительство, выполнившего наружные ограждающие конструкции, (подрядчика) по вопросам строительного контроля

_____

(должность, фамилия, инициалы, реквизиты документа о представительстве)

Даты: начала работ «___» _____ 20 ___ ., окончания работ «___» _____ 20 ___ г.

Общее количество захваток:_____

Порядковый номер захватки:_____

Местоположение в осях и по отметке:_____

Тип участка наружной стены в пределах захватки:_____

Эскиз наружной стены в пределах захватки (с указанием дефектов)

Коэффициент теплопроводности материала несущего основания, [$м^2$·°С/Вт]:_____

Коэффициент теплопроводности материала теплоизоляционного слоя, [$м^2$·°С/Вт]:_____

Толщина несущего основания, [м]:_____

Толщина теплоизоляционного слоя, [м]:_____

Таблица контроля дефектов и коэффициентов влияния дефектов

Зазор в стыке плит утеплителя															
Размер, [мм]	1	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	10
Длина, [м]															
Коэффициент влияния дефекта в пределах захватки – k =															
Зазор в стыке кронштейна с плитой утеплителя															
Размер, [мм]	1	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	15
Кол-во, [шт]															
Коэффициент влияния дефекта в пределах захватки – k =															
Отслоение плит утеплителя от основания															
Размер, [мм]	1	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	10
Площадь, [$м^2$]															
Коэффициент влияния дефекта в пределах захватки – k =															
Нарушение устройства стыка основания с плитой перекрытия															
Размер, [мм]	1	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	50
Длина, [м]															
Коэффициент влияния дефекта в пределах захватки – k =															
Коэффициент совместного влияния дефектов в пределах захватки – k =															

Представитель лица, осуществляющего строительство, выполнившего наружные ограждающие конструкции, (подрядчика) по вопросам строительного контроля:

_____

(должность, фамилия, инициалы, подпись)

Представители иных лиц:

_____

(должность, фамилия, инициалы, подпись)

Контрольный лист учета дефектов теплозащиты (страница 1)

СВОДНАЯ ВЕДОМОСТЬ КОНТРОЛЯ СООТВЕТСТВИЯ НАРУЖНЫХ СТЕН С УСТРОЙСТВОМ НФС ТРЕБОВАНИЯМ ТЕПЛОВОЙ ЗАЩИТЫ

Объект капитального строительства

_____

(наименование, почтовый или строительный адрес объекта капитального строительства)

Застройщик или технический заказчик

_____

(наименование, ОГРН, ИНН, почтовые реквизиты, телефон/факс – для юридических лиц, фамилия, имя, отчество, паспортные данные, место проживания, телефон/факс – для физических лиц)

Лицо, осуществляющее строительство, выполнившее работы по устройству наружных ограждающих конструкций (подрядчик)

_____

(наименование, ОГРН, ИНН, почтовые реквизиты, телефон/факс – для юридических лиц, фамилия, имя, отчество, паспортные данные, место проживания, телефон/факс – для физических лиц)

Лицо, осуществляющее подготовку проектной (рабочей) документации

_____

(наименование, ОГРН, ИНН, почтовые реквизиты, телефон/факс – для юридических лиц, фамилия, имя, отчество, паспортные данные, место проживания, телефон/факс – для физических лиц)

Даты: начала работ «___» _____ 20 ___ ., окончания работ «___» _____ 20 ___ г.

Сводная таблица контроля дефектов теплозащиты

Дата и время	№ захватки	Тип участка	Рабочее значение приведенного сопротивления теплопередаче, [м2·°С/Вт]	Площадь захватки, [м²]	Коэффициент теплопроводности материала несущего основания, [Вт/м·°С]	Коэффициент теплопроводности материала теплоизоляционного слоя, [Вт/м·°С]	Толщина несущего основания, [м]	Толщина теплоизоляционного слоя, [м]	Коэффициент совместного влияния дефектов теплозащиты	Фактическое значение приведенного сопротивления теплопередаче наружной стены в пределах захватки, [м2·°С/Вт]	Промежуточное фактическое значение приведенного сопротивления теплопередаче наружных стен, [м2·°С/Вт]	Примечание
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
Уточненное значение приведенного сопротивления теплопередаче наружных стен с устройством НФС												

Представитель застройщика или технического заказчика:

_____

(должность, фамилия, инициалы, подпись)

Представитель лица, осуществляющего строительство, выполнившего наружные ограждающие конструкции (подрядчика):

_____

(должность, фамилия, инициалы, подпись)

Представитель лица, осуществляющего строительство, выполнившего наружные ограждающие конструкции, (подрядчика) по вопросам строительного контроля:

_____

(должность, фамилия, инициалы, подпись)

Представитель лица, осуществляющего подготовку проектной (рабочей) документации:

_____

(должность, фамилия, инициалы, подпись)

Представители иных лиц:

_____

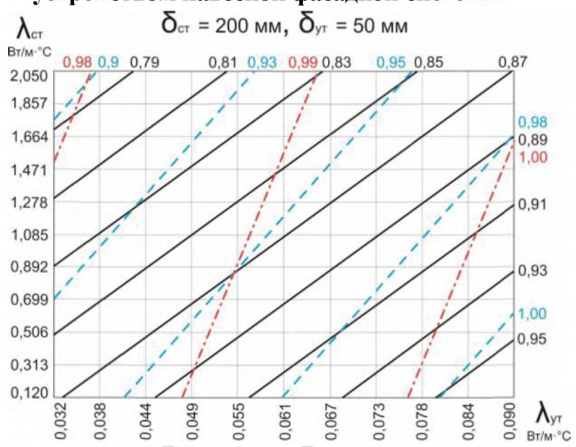
(должность, фамилия, инициалы, подпись)

Сводная ведомость контроля (страница 2)

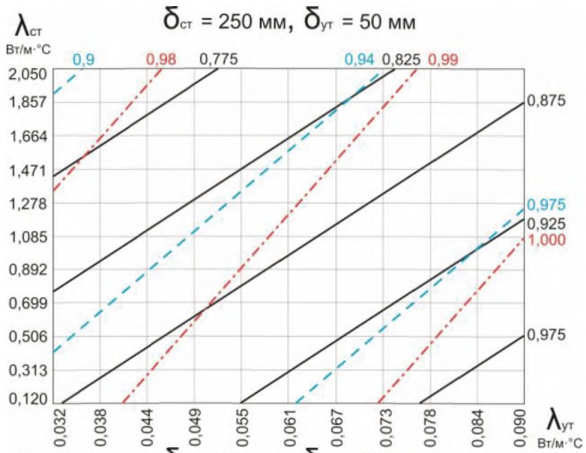
Приложение 7. Коэффициенты влияния дефектов теплозащиты ограждающих конструкций зданий с устройством НФС

7.1. Коэффициенты совместного влияния дефектов на теплозащиту глухого участка наружной стены с устройством навесной фасадной системы

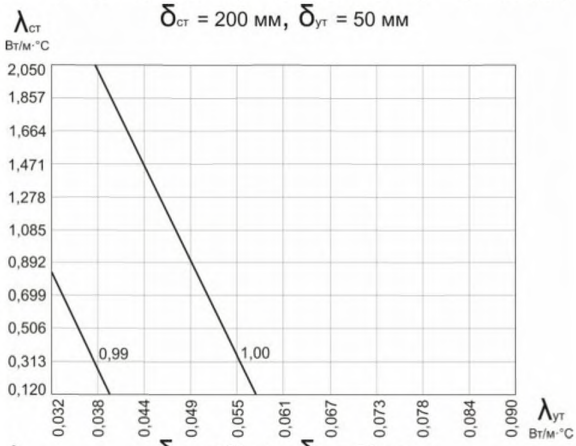
а



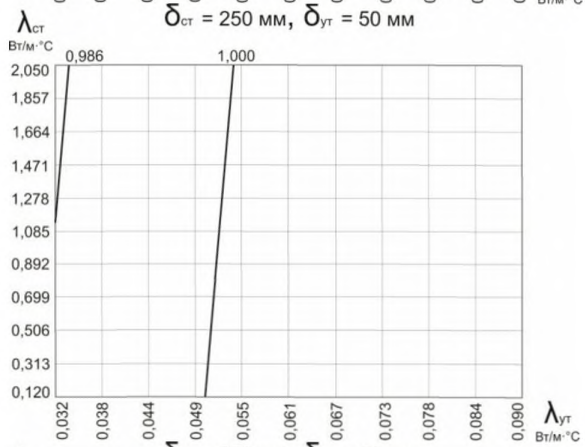
г



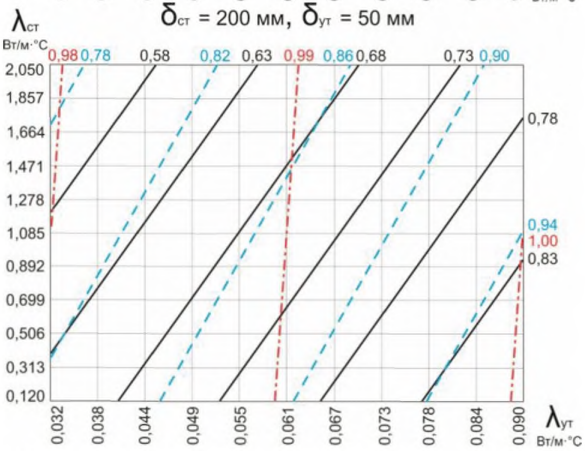
б



д



в



е

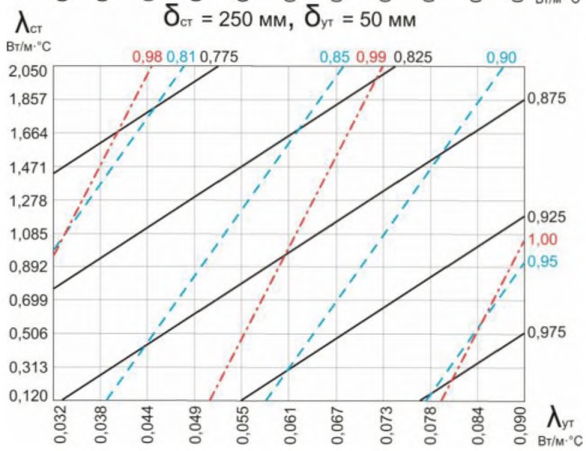


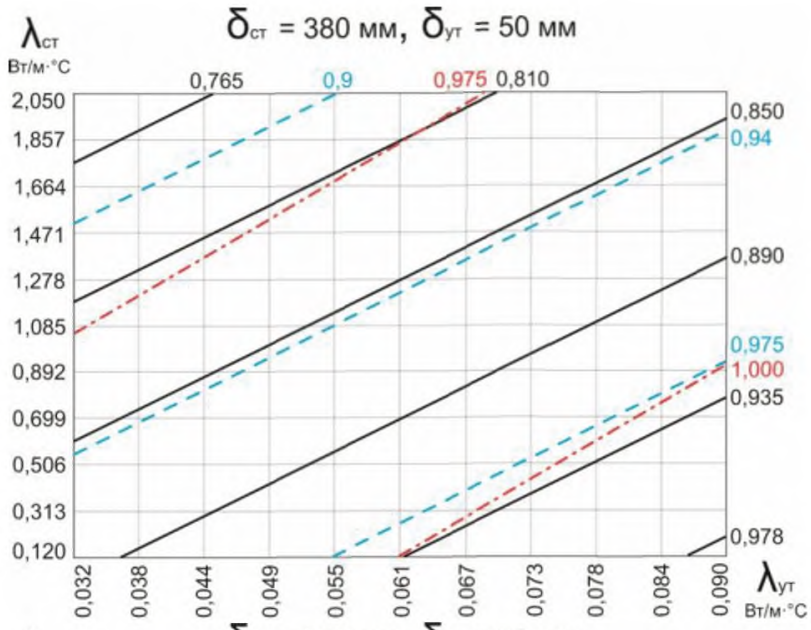
Рис. 7.1-1. Зависимость коэффициента влияния дефектов теплозащиты k от коэффициента теплопроводности утеплителя $\lambda_{ут}$ и коэффициента теплопроводности основания $\lambda_{ст}$ при заданных значениях толщин основания и утеплителя:
а, г – зазор в стыке плит утеплителя; б, д – зазор в стыке кронштейна и плит утеплителя;
в, е – отслоение плит утеплителя от основания;

———— при величине отклонения 10 мм (для зазора в стыке плит утеплителя), 15 мм (для зазора в стыке кронштейна и плит утеплителя), 10 мм (для отслоения плит утеплителя от основания)

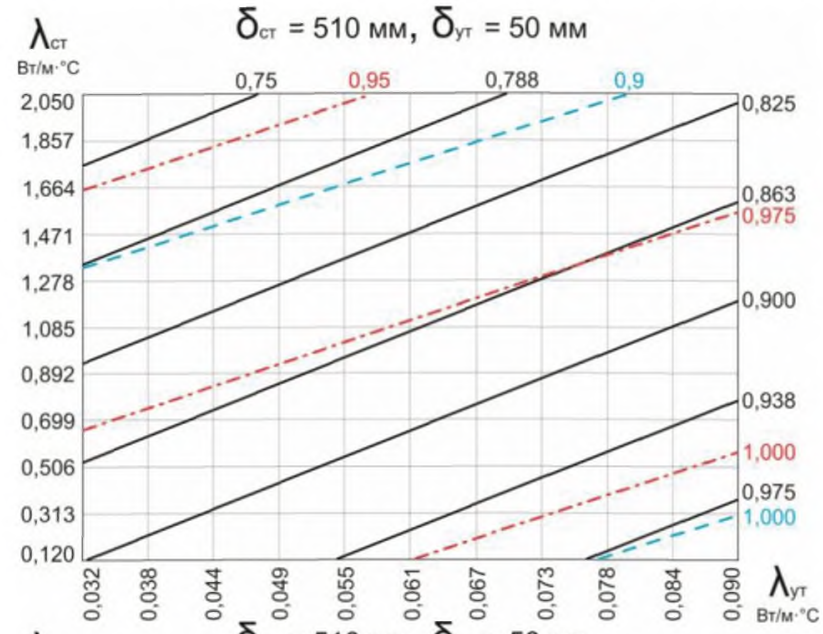
– – – при величине отклонения 5 мм (для зазора в стыке плит утеплителя), 5 мм (для отслоения плит утеплителя)

– · – · – при величине отклонения 2 мм (для зазора в стыке плит утеплителя), 1 мм (для отслоения плит утеплителя)

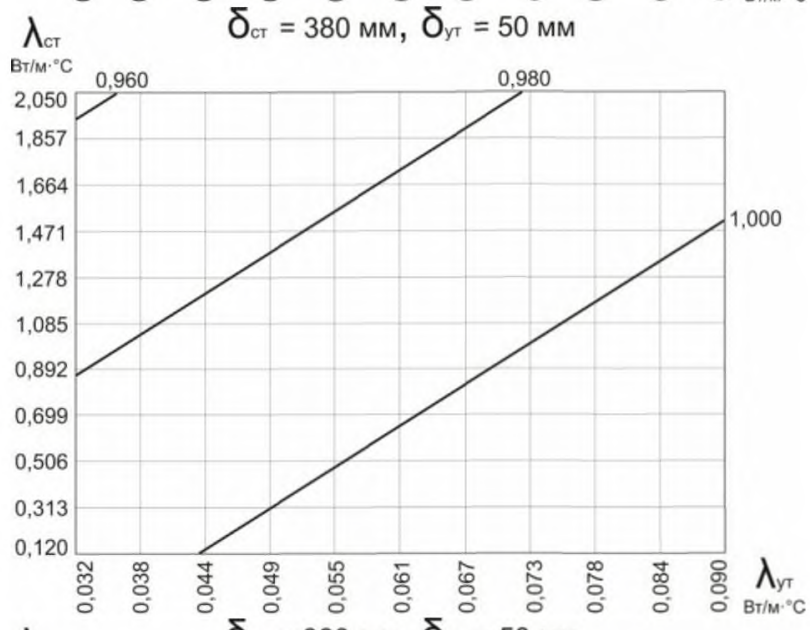
а



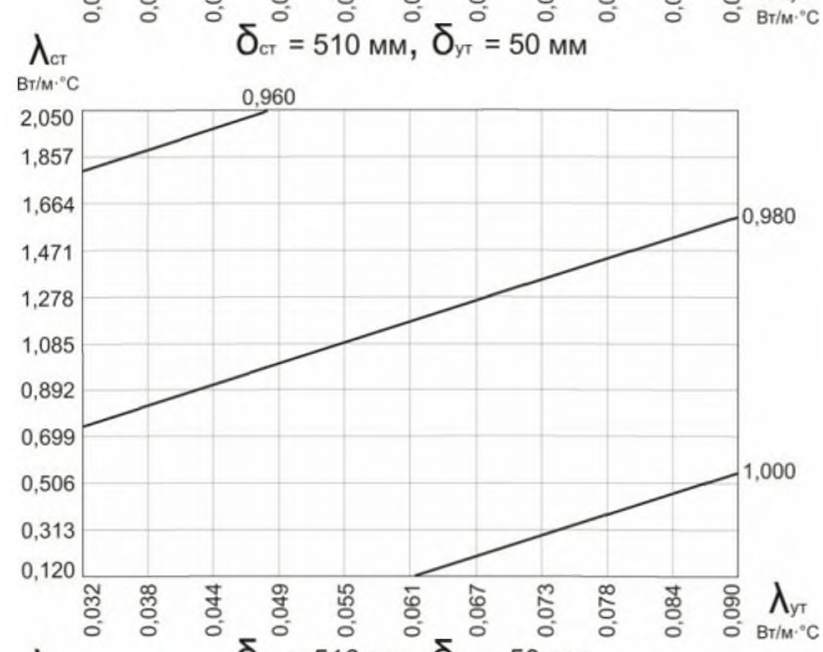
г



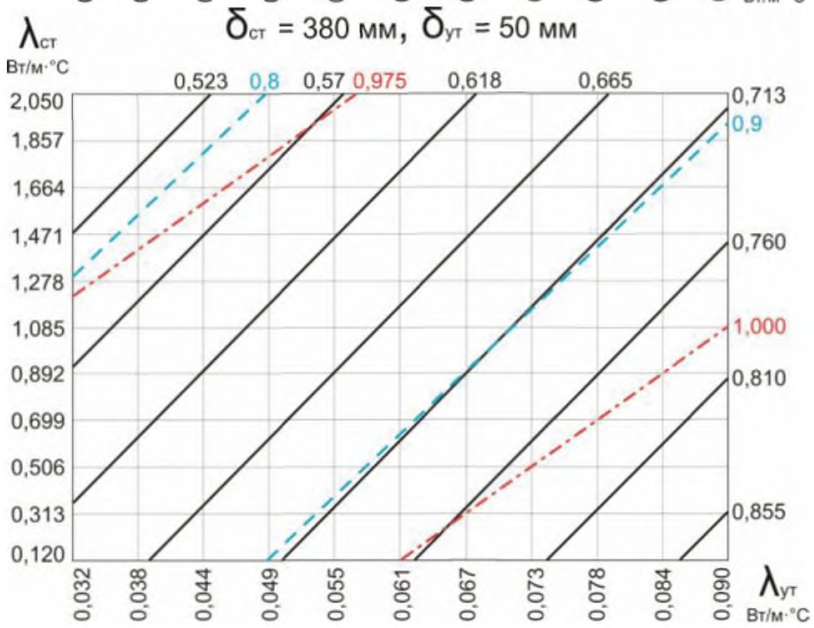
б



д



в



е

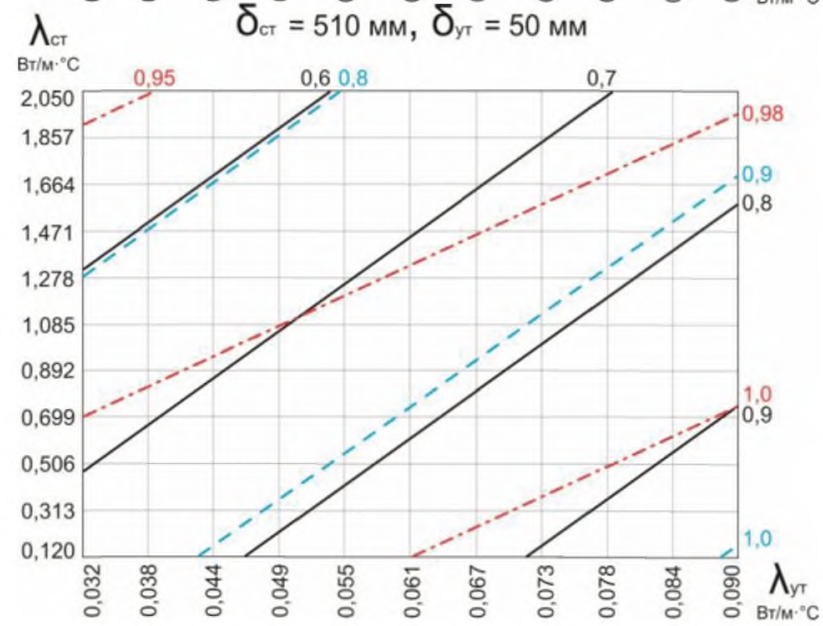


Рис. 7.1-2. Зависимость коэффициента влияния дефектов теплозащиты *k* от коэффициента теплопроводности утеплителя $\lambda_{ут}$ и коэффициента теплопроводности основания $\lambda_{ст}$ при заданных значениях толщин основания и утеплителя:
а, г – зазор в стыке плит утеплителя; б, д – зазор в стыке кронштейна и плит утеплителя;
в, е – отслоение плит утеплителя от основания;

— при величине отклонения 10 мм (для зазора в стыке плит утеплителя), 15 мм (для зазора в стыке кронштейна и плит утеплителя), 10 мм (для отслоения плит утеплителя от основания)
– – при величине отклонения 5 мм (для зазора в стыке плит утеплителя), 5 мм (для отслоения плит утеплителя)
– · – при величине отклонения 2 мм (для зазора в стыке плит утеплителя), 1 мм (для отслоения плит утеплителя)

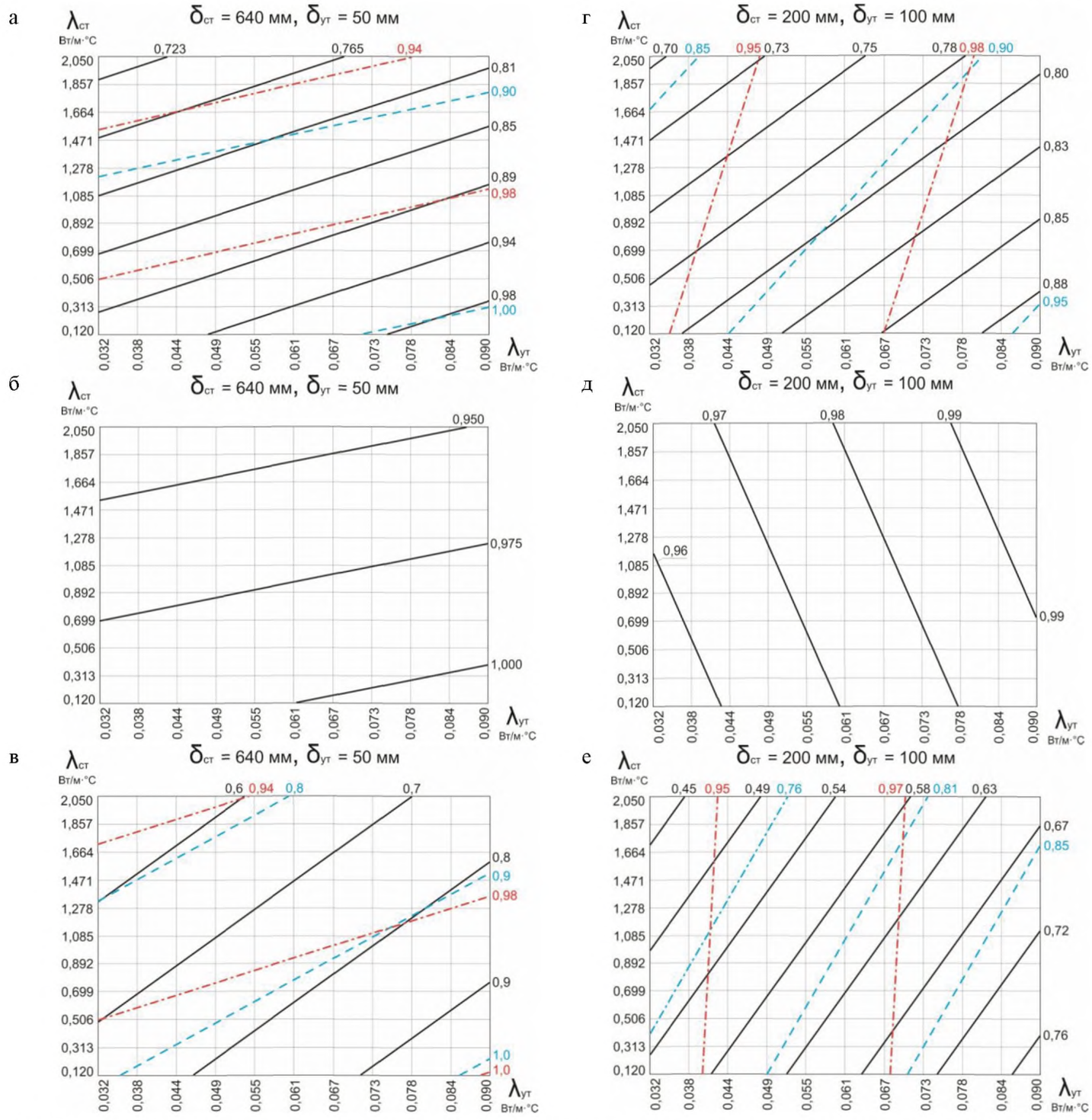


Рис. 7.1-3. Зависимость коэффициента влияния дефектов теплозащиты k от коэффициента теплопроводности утеплителя $\lambda_{ут}$ и коэффициента теплопроводности основания $\lambda_{ст}$ при заданных значениях толщин основания и утеплителя:
а, г – зазор в стыке плит утеплителя; б, д – зазор в стыке кронштейна и плит утеплителя;
в, е – отслоение плит утеплителя от основания;

при величине отклонения 10 мм (для зазора в стыке плит утеплителя), 15 мм (для зазора в стыке кронштейна и плит утеплителя), 10 мм (для отслоения плит утеплителя от основания)

при величине отклонения 5 мм (для зазора в стыке плит утеплителя), 5 мм (для отслоения плит утеплителя)

при величине отклонения 2 мм (для зазора в стыке плит утеплителя), 1 мм (для отслоения плит утеплителя)

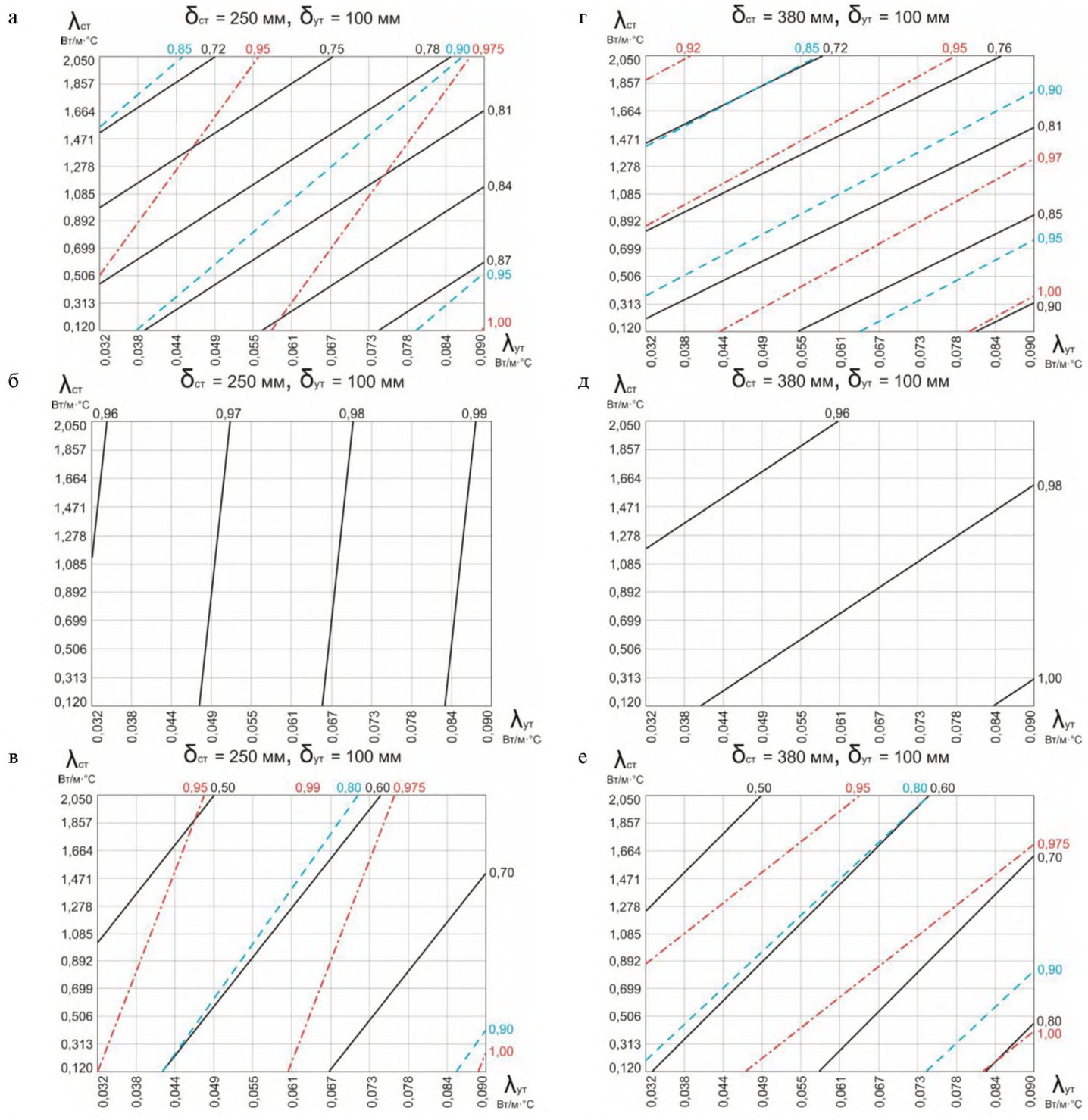


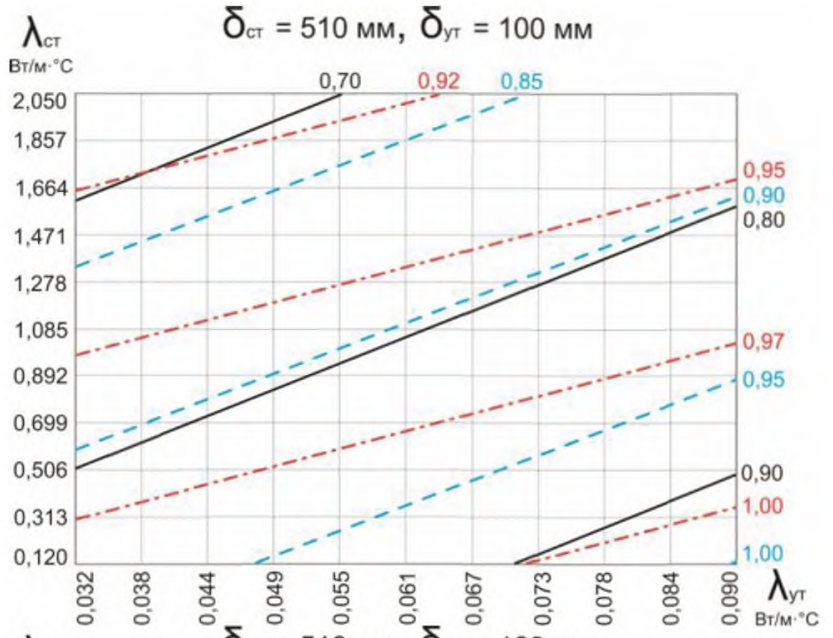
Рис. 7.1-4. Зависимость коэффициента влияния дефектов теплозащиты k от коэффициента теплопроводности утеплителя $\lambda_{ут}$ и коэффициента теплопроводности основания $\lambda_{ст}$ при заданных значениях толщин основания и утеплителя:
а, г – зазор в стыке плит утеплителя; б, д – зазор в стыке кронштейна и плит утеплителя;
в, е – отслоение плит утеплителя от основания;

при величине отклонения 10 мм (для зазора в стыке плит утеплителя), 15 мм (для зазора в стыке кронштейна и плит утеплителя), 10 мм (для отслоения плит утеплителя от основания)

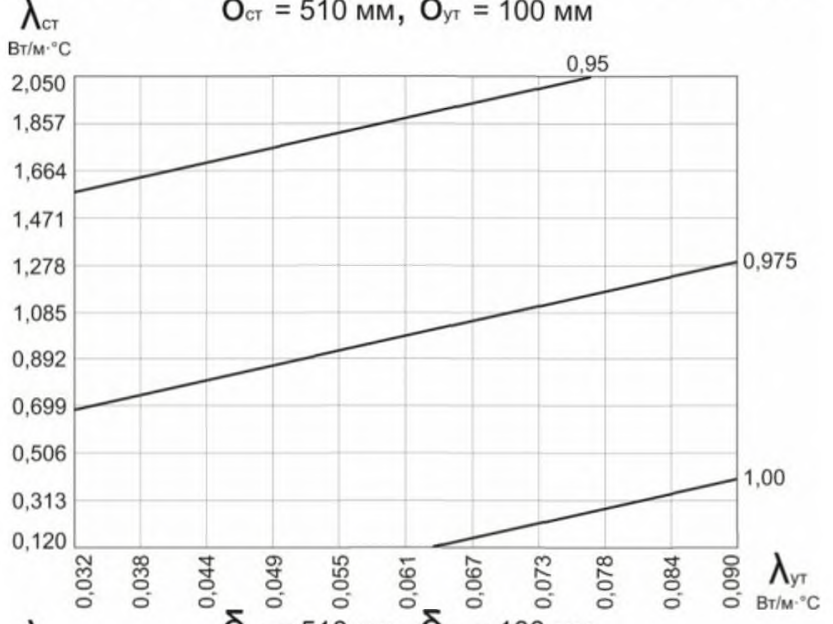
при величине отклонения 5 мм (для зазора в стыке плит утеплителя), 5 мм (для отслоения плит утеплителя)

при величине отклонения 2 мм (для зазора в стыке плит утеплителя), 1 мм (для отслоения плит утеплителя)

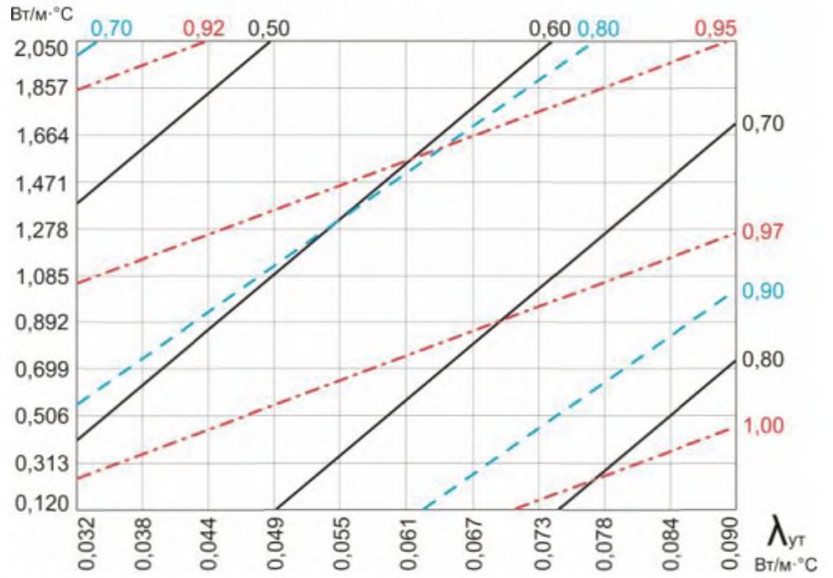
а



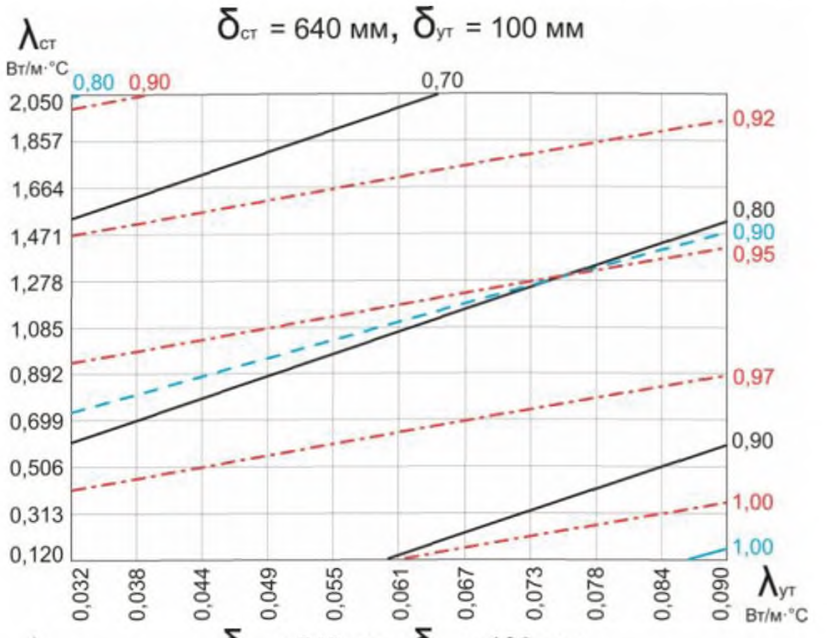
б



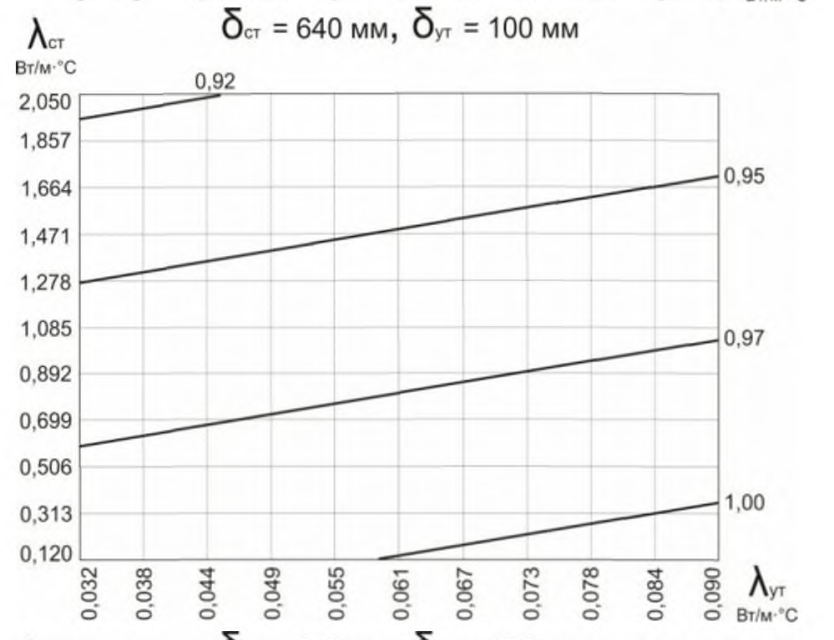
в



г



д



е

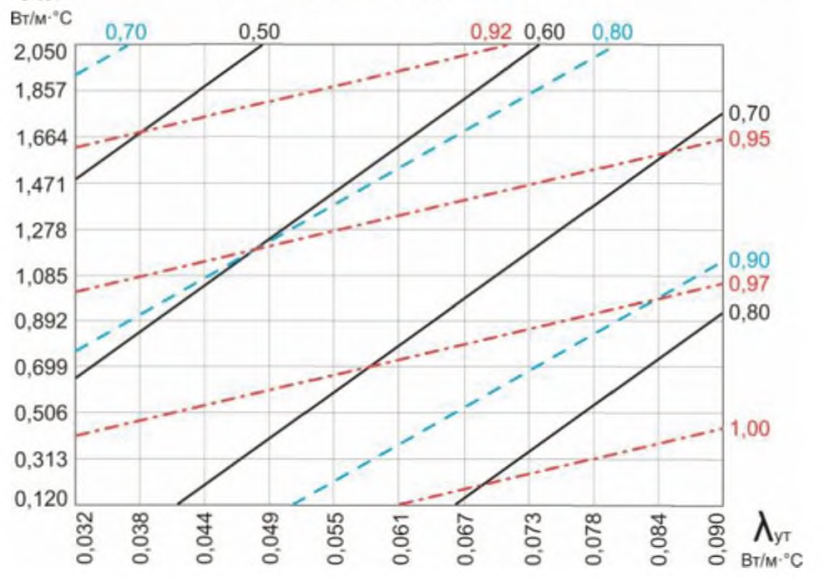


Рис. 7.1-5. Зависимость коэффициента влияния дефектов теплозащиты *k* от коэффициента теплопроводности утеплителя $\lambda_{ут}$ и коэффициента теплопроводности основания $\lambda_{ст}$ при заданных значениях толщин основания и утеплителя:
а, г – зазор в стыке плит утеплителя; б, д – зазор в стыке кронштейна и плит утеплителя;
в, е – отслоение плит утеплителя от основания;

— при величине отклонения 10 мм (для зазора в стыке плит утеплителя), 15 мм (для зазора в стыке кронштейна и плит утеплителя), 10 мм (для отслоения плит утеплителя от основания)
— — при величине отклонения 5 мм (для зазора в стыке плит утеплителя), 5 мм (для отслоения плит утеплителя)
— · — при величине отклонения 2 мм (для зазора в стыке плит утеплителя), 1 мм (для отслоения плит утеплителя)

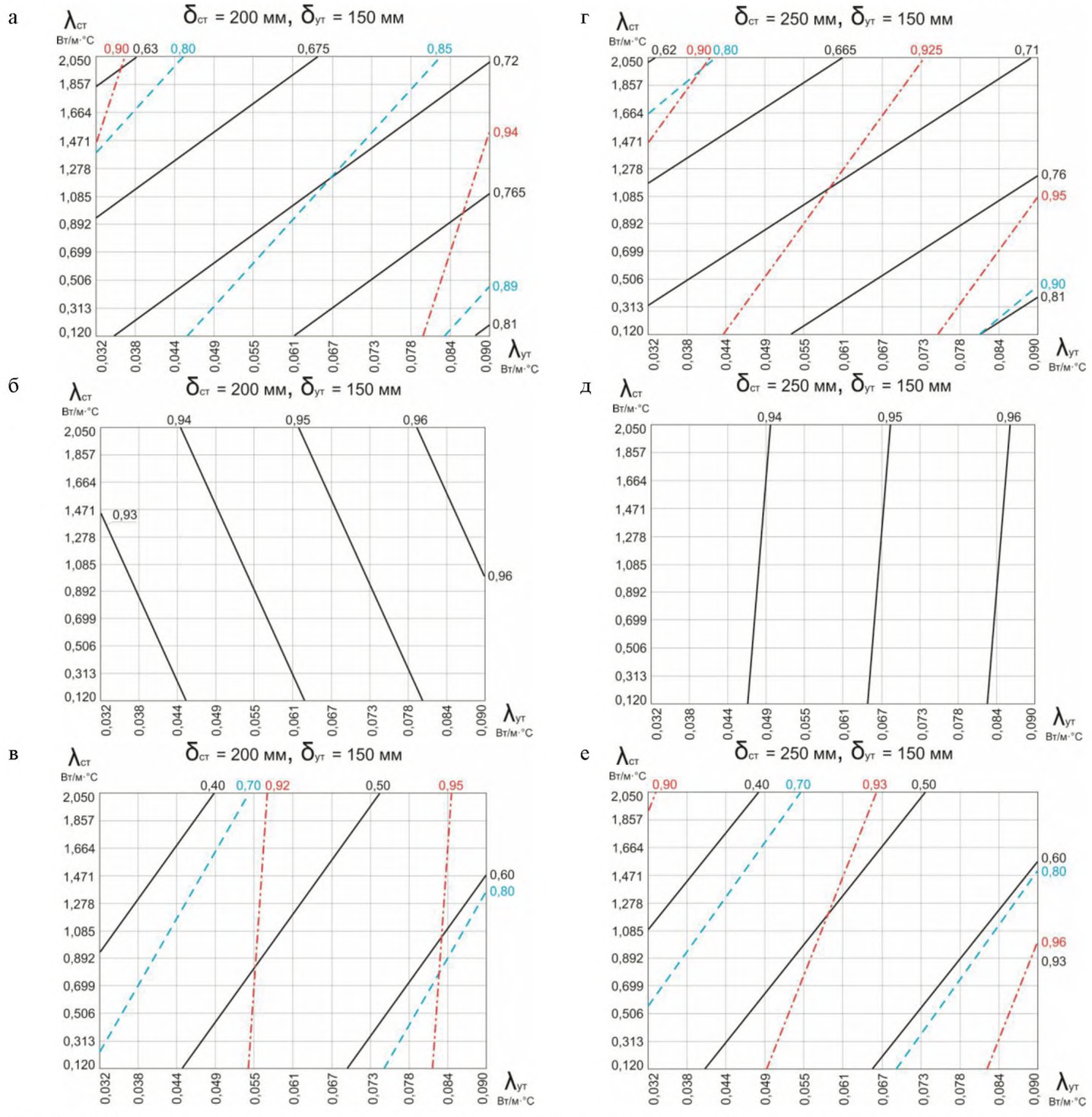


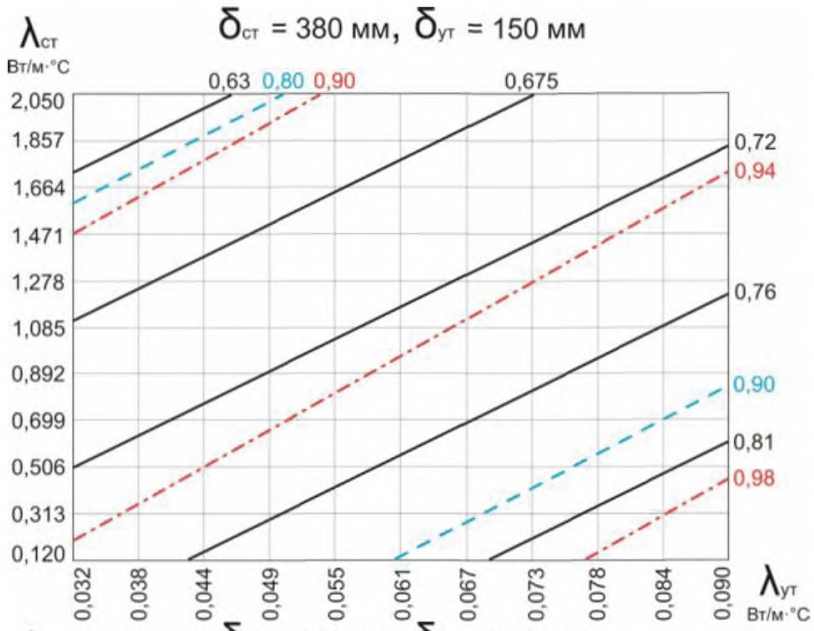
Рис. 7.1-6. Зависимость коэффициента влияния дефектов теплозащиты k от коэффициента теплопроводности утеплителя $\lambda_{ут}$ и коэффициента теплопроводности основания $\lambda_{ст}$ при заданных значениях толщин основания и утеплителя:
а, г – зазор в стыке плит утеплителя; б, д – зазор в стыке кронштейна и плит утеплителя;
в, е – отслоение плит утеплителя от основания;

при величине отклонения 10 мм (для зазора в стыке плит утеплителя), 15 мм (для зазора в стыке кронштейна и плит утеплителя), 10 мм (для отслоения плит утеплителя от основания)

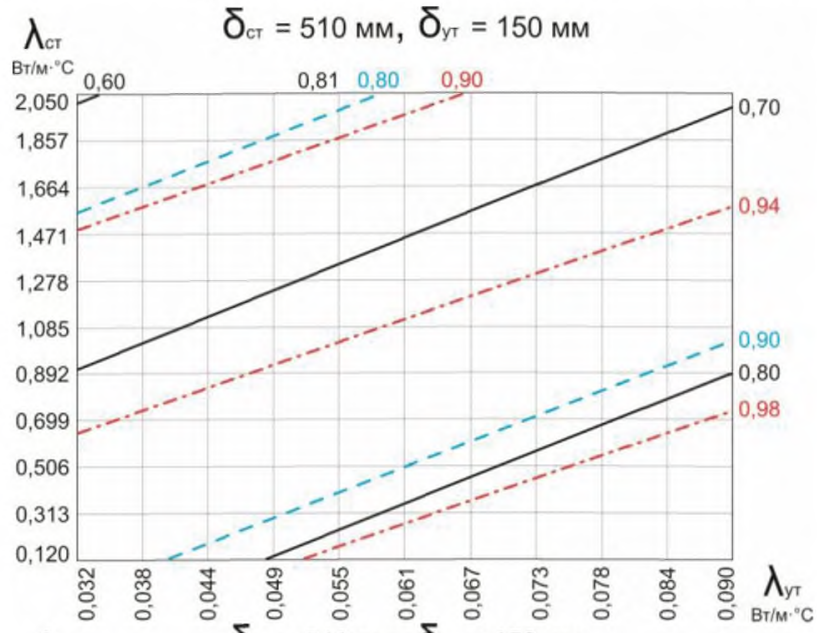
при величине отклонения 5 мм (для зазора в стыке плит утеплителя), 5 мм (для отслоения плит утеплителя)

при величине отклонения 2 мм (для зазора в стыке плит утеплителя), 1 мм (для отслоения плит утеплителя)

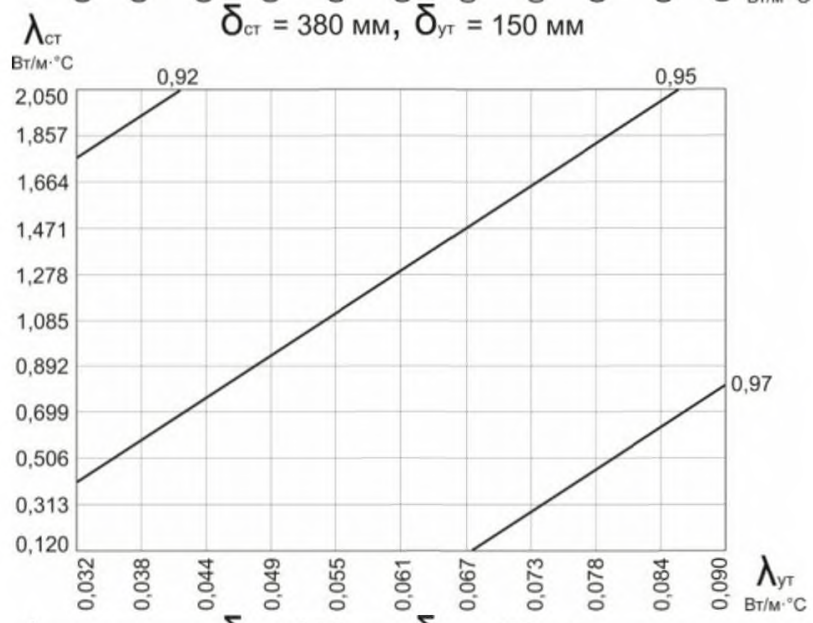
а



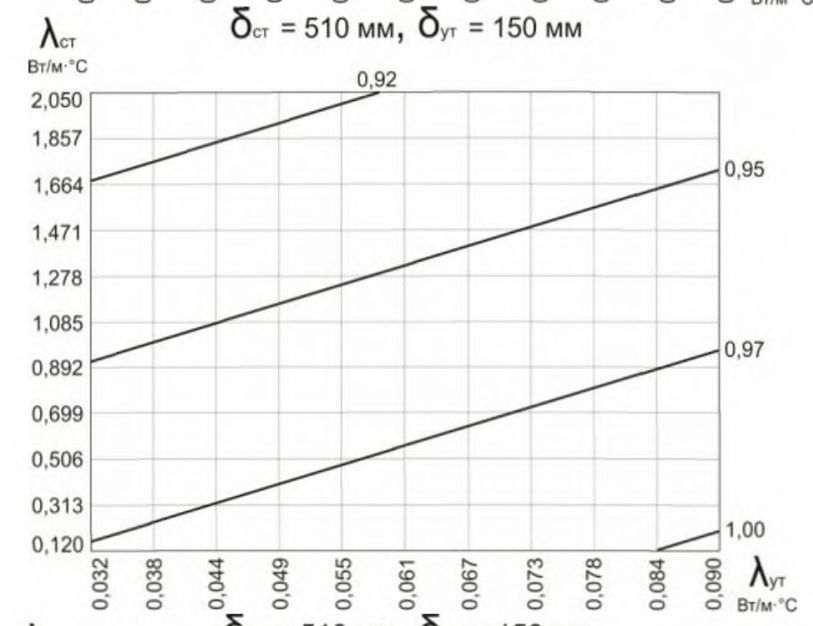
г



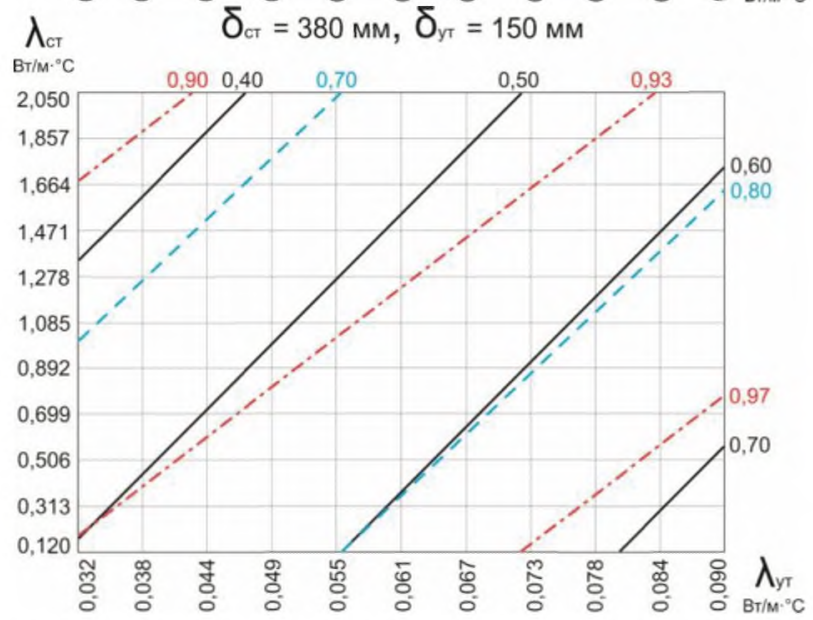
б



д



в



е

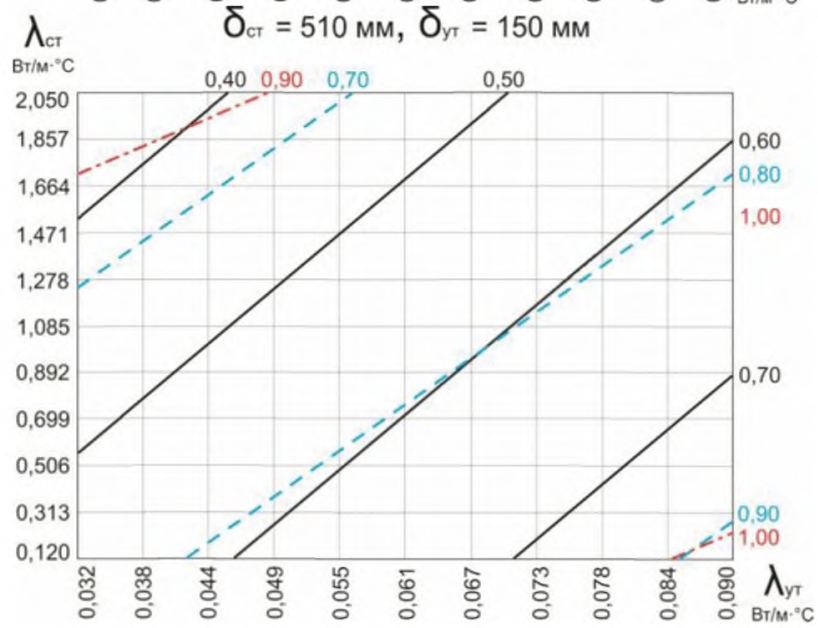


Рис. 7.1-7. Зависимость коэффициента влияния дефектов теплозащиты *k* от коэффициента теплопроводности утеплителя $\lambda_{ут}$ и коэффициента теплопроводности основания $\lambda_{ст}$ при заданных значениях толщин основания и утеплителя:
а, г – зазор в стыке плит утеплителя; б, д – зазор в стыке кронштейна и плит утеплителя;
в, е – отслоение плит утеплителя от основания;

— при величине отклонения 10 мм (для зазора в стыке плит утеплителя), 15 мм (для зазора в стыке кронштейна и плит утеплителя), 10 мм (для отслоения плит утеплителя от основания)

– – при величине отклонения 5 мм (для зазора в стыке плит утеплителя), 5 мм (для отслоения плит утеплителя)

– · – при величине отклонения 2 мм (для зазора в стыке плит утеплителя), 1 мм (для отслоения плит утеплителя)

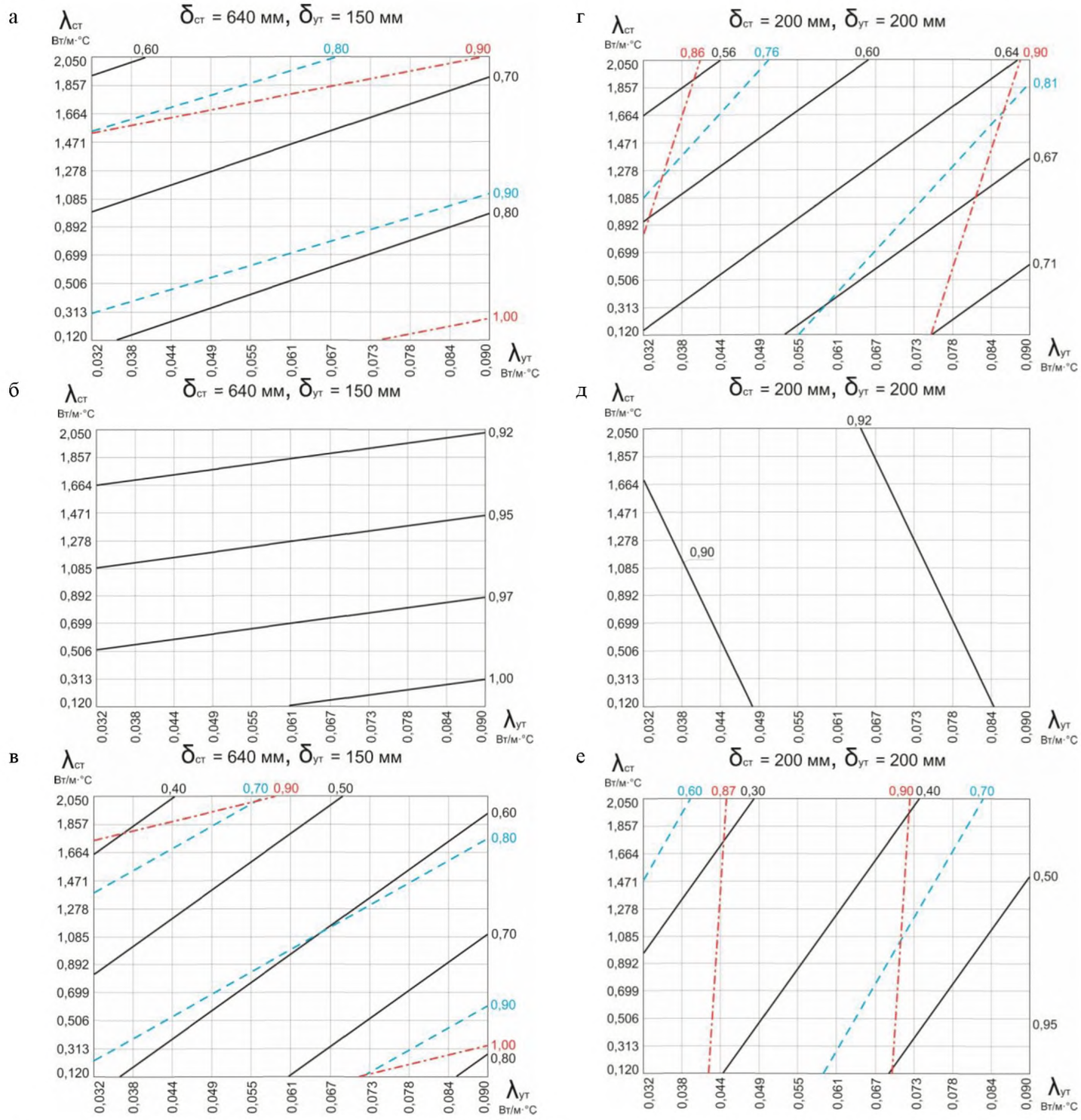


Рис. 7.1-8. Зависимость коэффициента влияния дефектов теплозащиты k от коэффициента теплопроводности утеплителя $\lambda_{ут}$ и коэффициента теплопроводности основания $\lambda_{ст}$ при заданных значениях толщин основания и утеплителя:
а, г – зазор в стыке плит утеплителя; б, д – зазор в стыке кронштейна и плит утеплителя;
в, е – отслоение плит утеплителя от основания;

при величине отклонения 10 мм (для зазора в стыке плит утеплителя), 15 мм (для зазора в стыке кронштейна и плит утеплителя), 10 мм (для отслоения плит утеплителя от основания)

при величине отклонения 5 мм (для зазора в стыке плит утеплителя), 5 мм (для отслоения плит утеплителя)

при величине отклонения 2 мм (для зазора в стыке плит утеплителя), 1 мм (для отслоения плит утеплителя)

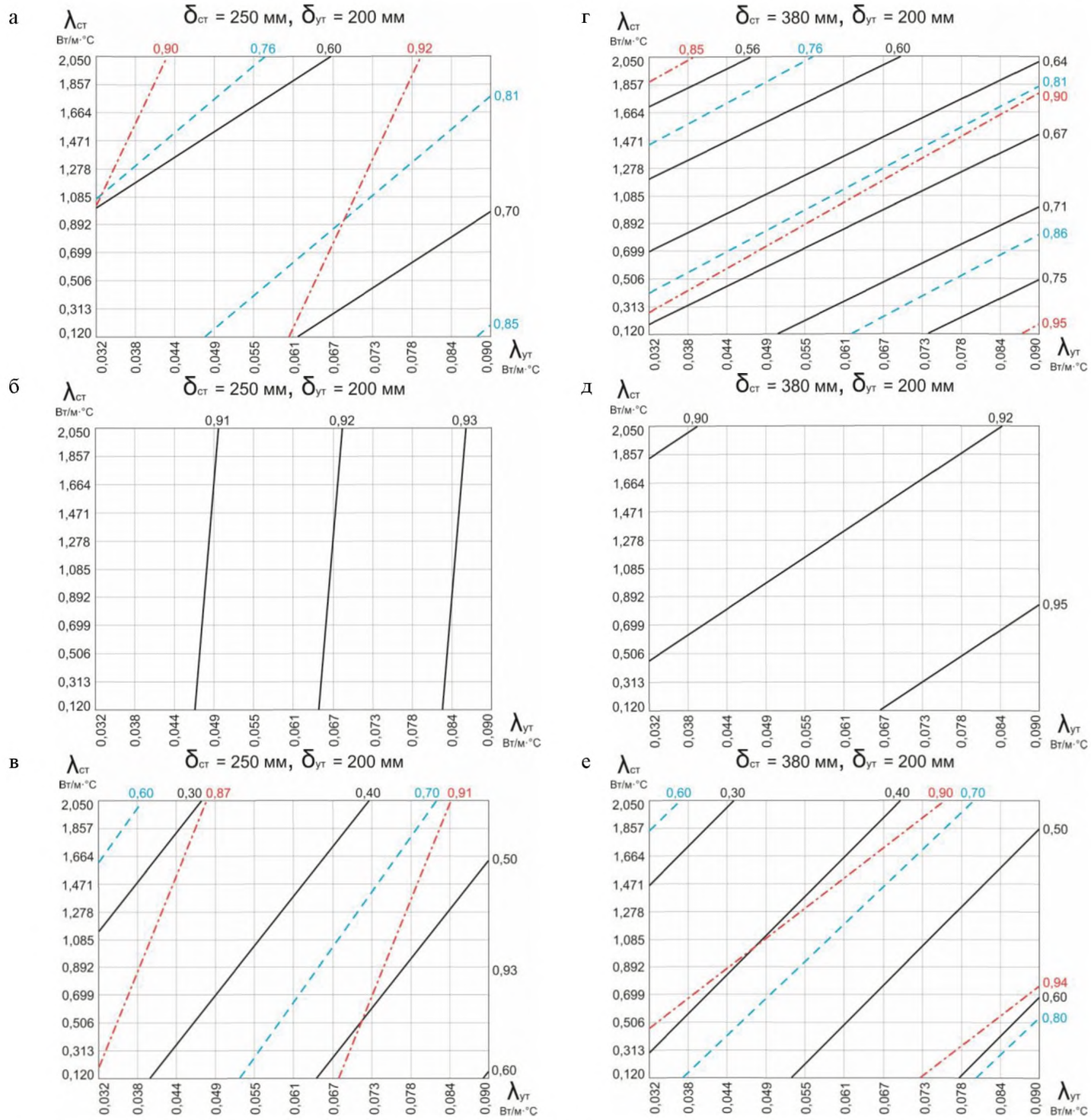


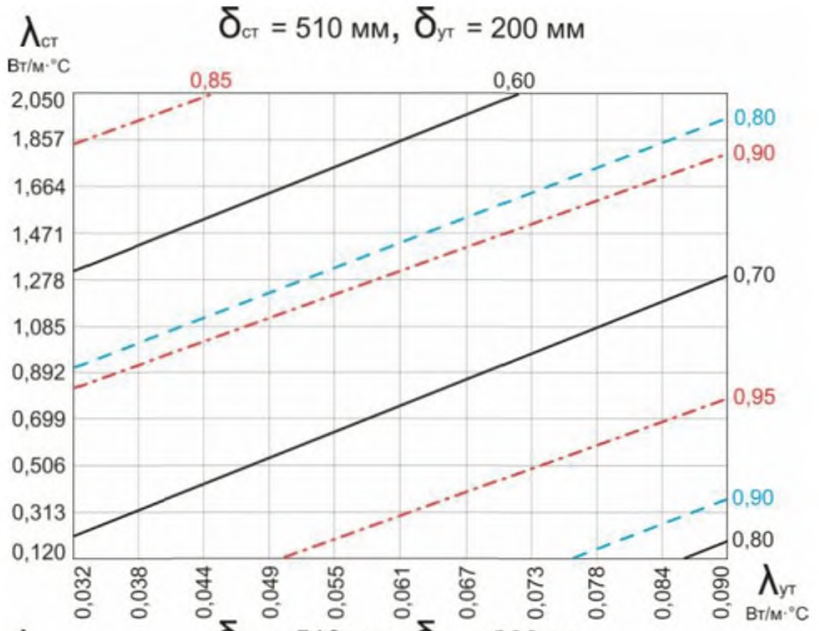
Рис. 7.1-9. Зависимость коэффициента влияния дефектов теплозащиты k от коэффициента теплопроводности утеплителя $\lambda_{ут}$ и коэффициента теплопроводности основания $\lambda_{ст}$ при заданных значениях толщин основания и утеплителя:
а, г – зазор в стыке плит утеплителя; б, д – зазор в стыке кронштейна и плит утеплителя;
в, е – отслоение плит утеплителя от основания;

при величине отклонения 10 мм (для зазора в стыке плит утеплителя), 15 мм (для зазора в стыке кронштейна и плит утеплителя), 10 мм (для отслоения плит утеплителя от основания)

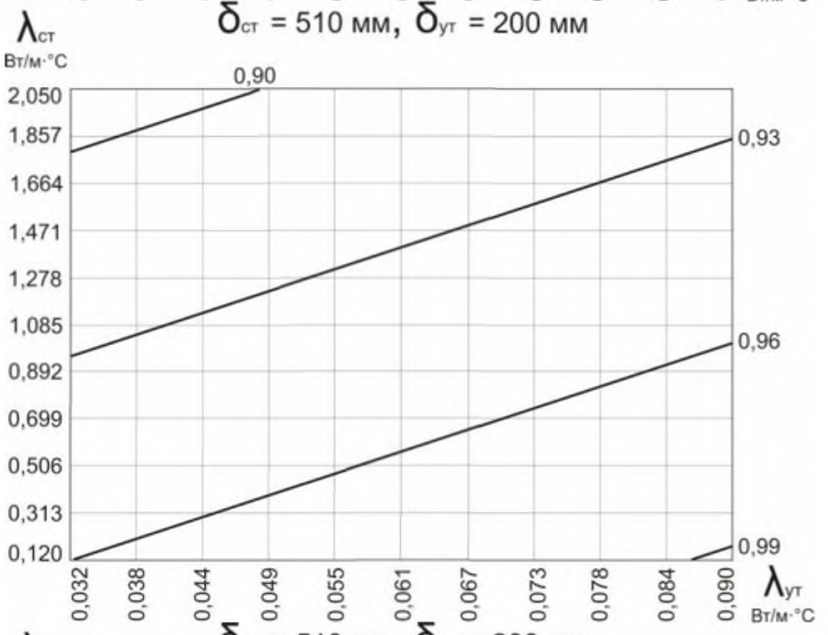
при величине отклонения 5 мм (для зазора в стыке плит утеплителя), 5 мм (для отслоения плит утеплителя)

при величине отклонения 2 мм (для зазора в стыке плит утеплителя), 1 мм (для отслоения плит утеплителя)

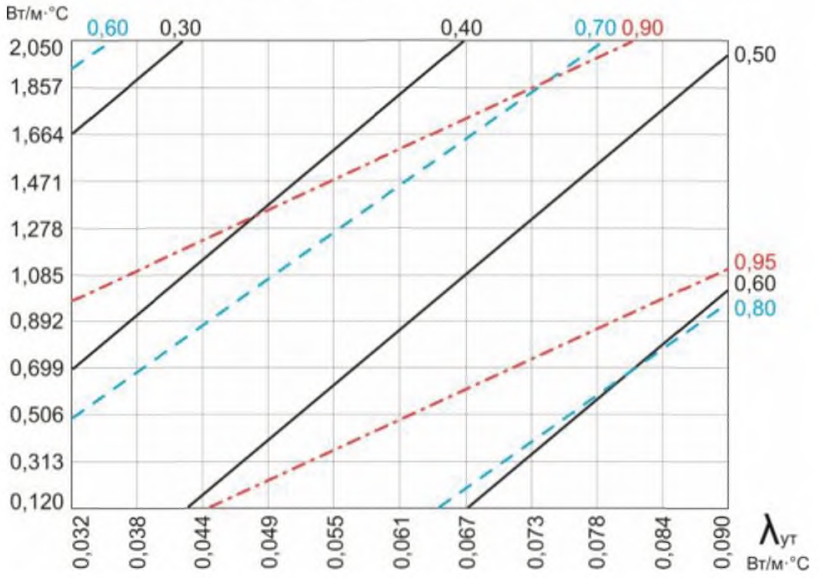
а



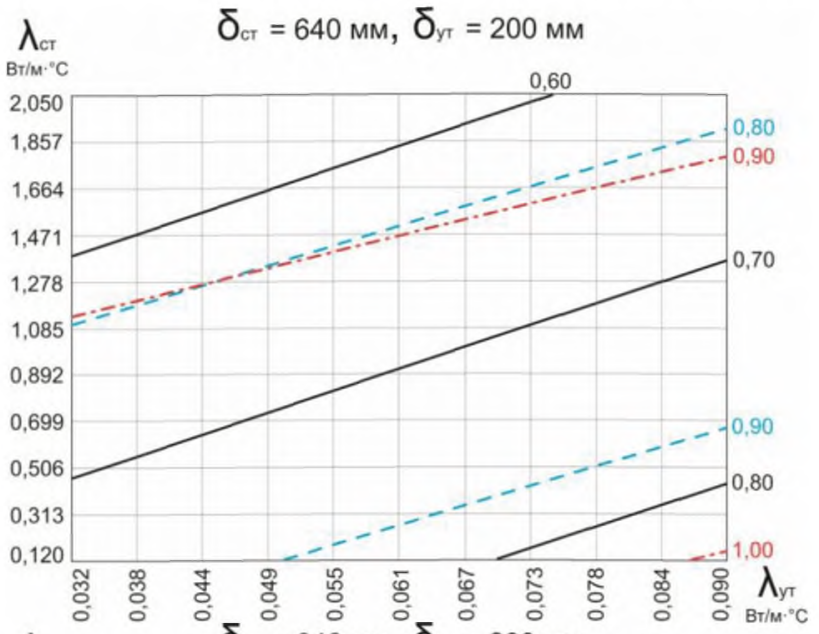
б



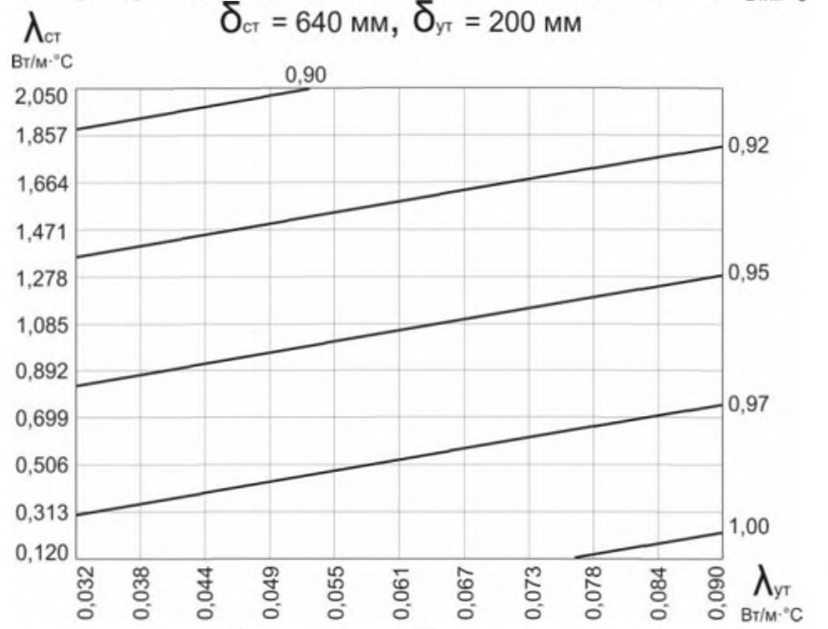
в



г



д



е

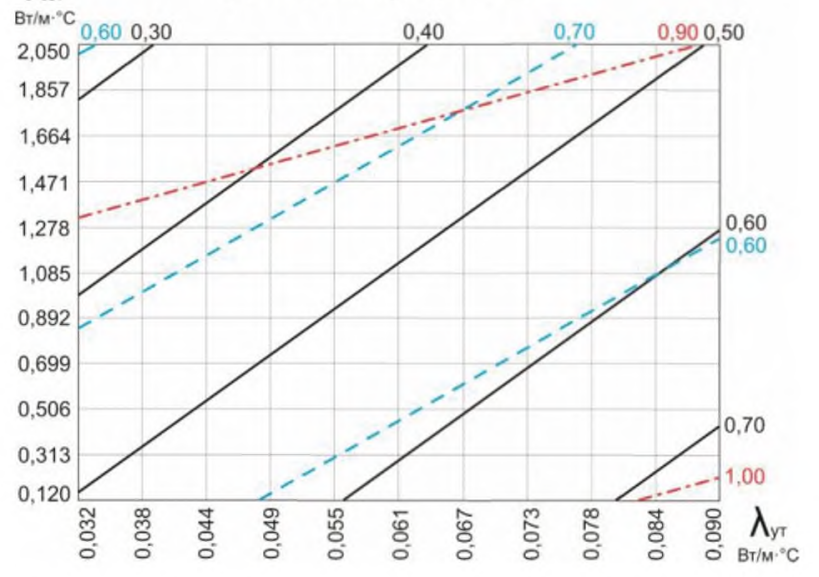


Рис. 7.1-10. Зависимость коэффициента влияния дефектов теплозащиты k от коэффициента теплопроводности утеплителя $\lambda_{ут}$ и коэффициента теплопроводности основания $\lambda_{ст}$ при заданных значениях толщин основания и утеплителя:

а, г – зазор в стыке плит утеплителя; б, д – зазор в стыке кронштейна и плит утеплителя;

в, е – отслоение плит утеплителя от основания;

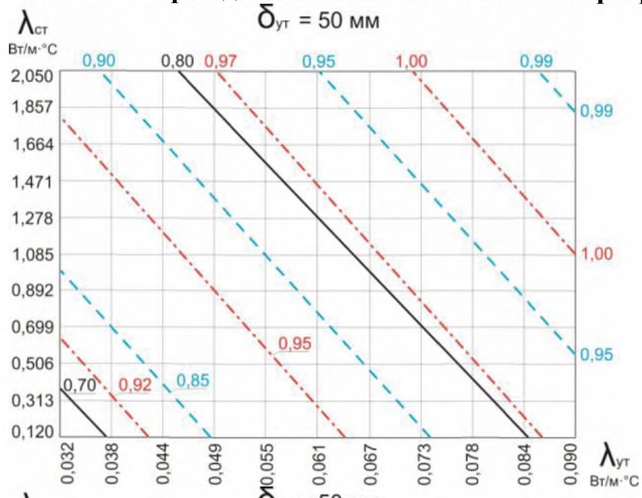
при величине отклонения 10 мм (для зазора в стыке плит утеплителя), 15 мм (для зазора в стыке кронштейна и плит утеплителя), 10 мм (для отслоения плит утеплителя от основания)

при величине отклонения 5 мм (для зазора в стыке плит утеплителя), 5 мм (для отслоения плит утеплителя)

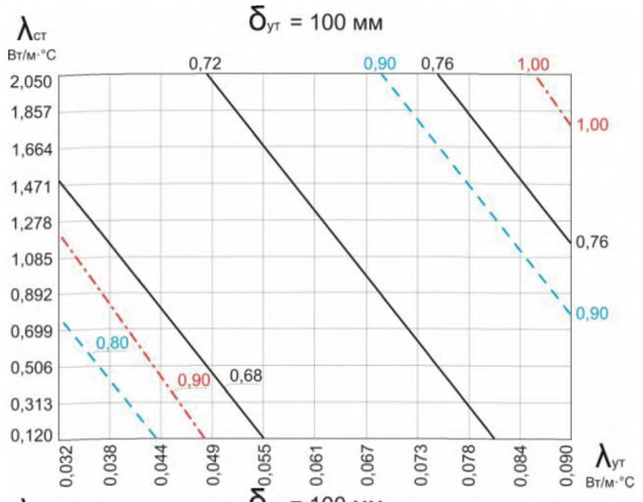
при величине отклонения 2 мм (для зазора в стыке плит утеплителя), 1 мм (для отслоения плит утеплителя)

7.2. Коэффициенты совместного влияния дефектов на теплозащиту участка наружной стены с устройством навесной фасадной системы в зоне плиты перекрытия

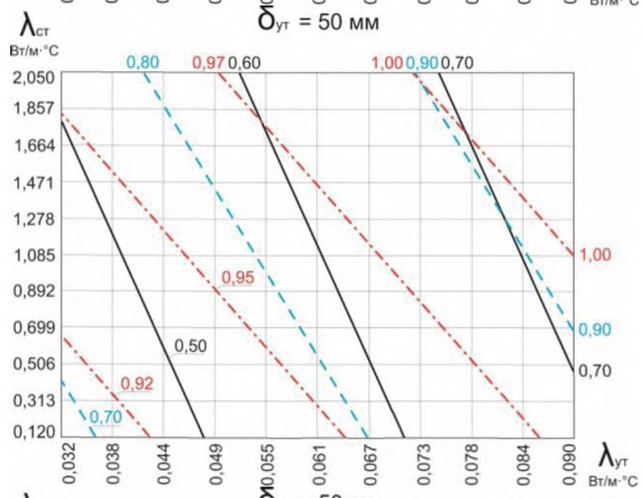
а



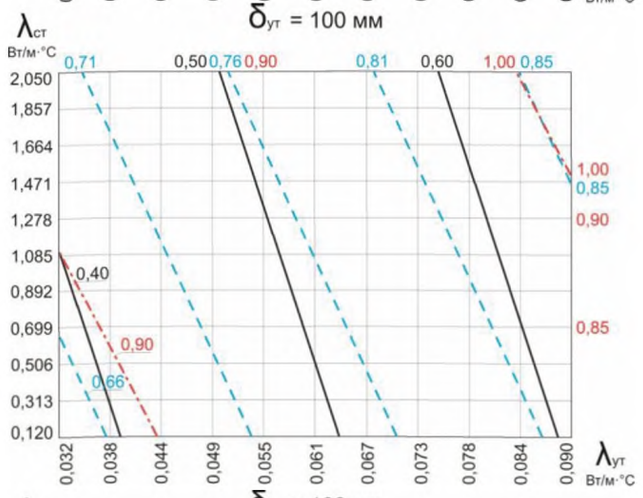
г



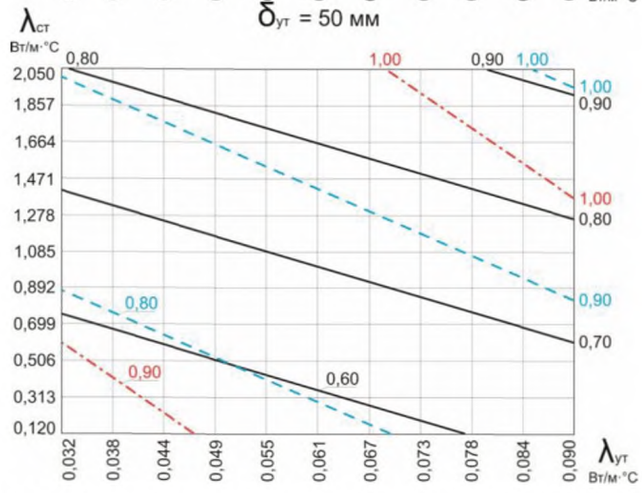
б



д



в



е

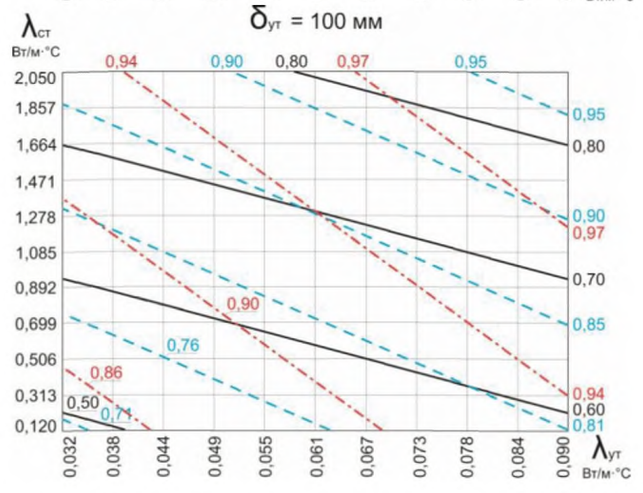


Рис. 7.2-1. Зависимость коэффициента влияния дефектов теплозащиты k от коэффициента теплопроводности утеплителя $\lambda_{ут}$ и коэффициента теплопроводности основания $\lambda_{ст}$ при заданных значениях толщин основания и утеплителя:
а, г – зазор в стыке плит утеплителя; б, д – отслоение плит утеплителя от основания;
в, е – зазор в деформационном шве между основанием и плитой перекрытия;

———— при величине отклонения 10 мм (для зазора в стыке плит утеплителя), 10 мм (для отслоения плит утеплителя от основания), 50 мм (для зазора в деформационном шве между основанием и плитой перекрытия)

– – – при величине отклонения 5 мм (для зазора в стыке плит утеплителя), 5 мм (для отслоения плит утеплителя от основания), 25 мм (для зазора в деформационном шве между основанием и плитой перекрытия)

— · — при величине отклонения 2 мм (для зазора в стыке плит утеплителя), 1 мм (для отслоения плит утеплителя от основания), 10 мм (для зазора в деформационном шве между основанием и плитой перекрытия)

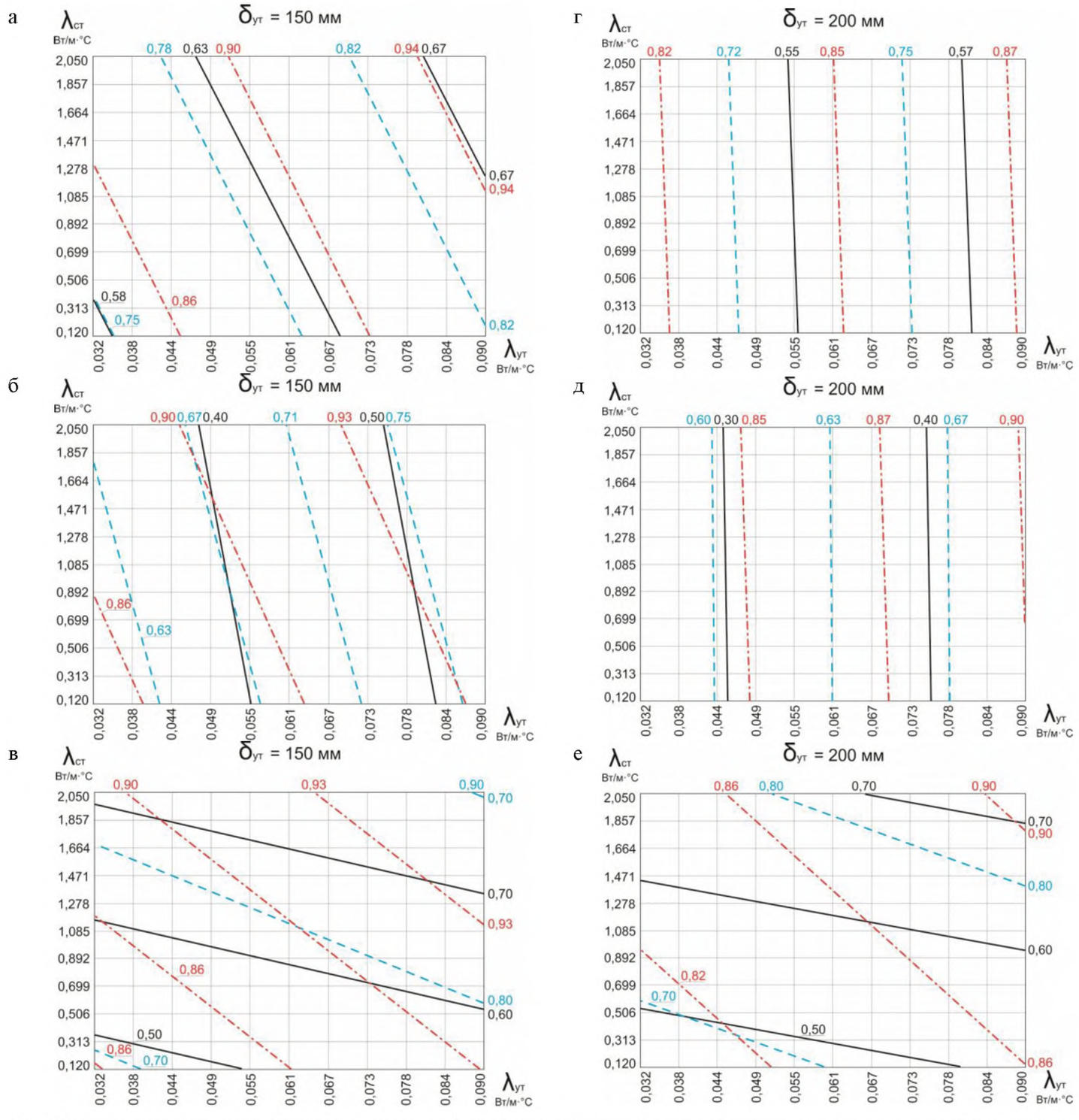


Рис. 7.2-2. Зависимость коэффициента влияния дефектов теплозащиты k от коэффициента теплопроводности утеплителя $\lambda_{ут}$ и коэффициента теплопроводности основания $\lambda_{ст}$ при заданных значениях толщин основания и утеплителя:
а, г – зазор в стыке плит утеплителя; б, д – отслоение плит утеплителя от основания;
в, е – зазор в деформационном шве между основанием и плитой перекрытия;

при величине отклонения 10 мм (для зазора в стыке плит утеплителя), 10 мм (для отслоения плит утеплителя от основания), 50 мм (для зазора в деформационном шве между основанием и плитой перекрытия)

при величине отклонения 5 мм (для зазора в стыке плит утеплителя), 5 мм (для отслоения плит утеплителя от основания), 25 мм (для зазора в деформационном шве между основанием и плитой перекрытия)

при величине отклонения 2 мм (для зазора в стыке плит утеплителя), 1 мм (для отслоения плит утеплителя от основания), 10 мм (для зазора в деформационном шве между основанием и плитой перекрытия)

Приложение 8. Пример расчета приведенного сопротивления теплопередаче фрагмента наружных стен с устройством навесных фасадных систем с учетом влияния дефектов теплозащиты

Исходные данные:

- объект – реконструируемое двухэтажное здание в г. Челябинск;
- назначение здания – административное;
- конструктивное решение наружных стен – кирпичная кладка из сплошного глиняного кирпича на цементно-песчаном растворе, толщина – 510 мм;
- расчетная температура внутреннего воздуха – t_{int} = +20 °С;
- расчетная относительная влажность внутреннего воздуха – φ_{int} = 55%;
- расчетная температура точки росы – t_d = +10,7 °С;
- минимально допустимая расчетная температура внутренней поверхности наружных стен – τ_{int} = +16 °С;
- расчетная температура наружного воздуха – t_{ext} = -34 °С;
- влажностный режим помещений – нормальный;
- зона влажности – сухая;
- условия эксплуатации – «А»;
- коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности наружных стен – α_{int} = +8,7 Вт/(м^2·°С);
- коэффициент теплоотдачи наружной поверхности наружных стен – α_{int} = +10,8 Вт/(м^2·°С);

Расчетные значения коэффициентов теплопроводности материалов принимались в соответствии с приложением «Д» СП 23-101-2004 «Проектирование тепловой защиты зданий» или на основании данных протоколов соответствующих испытаний.

Для наружных стен (условия эксплуатации «А»):

- внутренняя штукатурка – цементно-песчаный раствор γо = 1800 кг/м3, λА = 0,76 Вт/(м2·°С), толщина 20 мм;
- кирпичная кладка из сплошного глиняного кирпича на цементно-песчаном растворе γ_o = 1800 кг/м^3, $\lambda_{А,эксп}$ = 0,91 Вт/(м^2·°С), толщина 380 мм;
- плиты минераловатные ЗАО «Минеральная вата» γ_o = 100 кг/м^3, $\lambda_А$ = 0,042 Вт/(м^2·°С), толщина 150 мм;
- расчетное значение приведенного сопротивления теплопередаче наружных стен:

$$R_o^{np} = r \cdot R_o = 0{,}9 \cdot \left(\frac{1}{8{,}7} + \frac{0{,}02}{0{,}76} + \frac{0{,}38}{0{,}88} + \frac{0{,}15}{0{,}042} + \frac{1}{10{,}8} \right) = 3{,}82 \ (\text{м}^2 \cdot °\text{С})/\text{Вт};$$

В рамках проводимого операционного контроля качества наружного утепления ограждающих конструкций размер захватки по высоте соответствовал высоте этажа, а ее длина определялась из расчета часовой выработки звена из двух человек и составила – $A_э$ = 8 м^2 (рисунок 8.1-1).

Результаты проверки работ по утеплению ограждающих конструкций на захватке, осуществляемой линейным инженерно-техническим работником, заносятся в контрольные листы учета дефектов теплозащиты, которые входят в состав исполнительной документации при устройстве наружных стен с НФС, представленных характерным участком I типа.

Результаты операционного контроля:

По результатам операционного контроля определено среднее значение отслоения плит утеплителя от основания – 1,8 мм.

С помощью приложения В определены коэффициенты влияния дефектов теплозащиты:

- зазор (2 мм) в стыке плит утеплителя – k = 0,93;
- зазор (5 мм) в стыке плит утеплителя – k = 0,84;
- зазор (5 мм) в стыке кронштейна и плит утеплителя – k = 0,98;

– протяженность зазора (2 мм) в стыке плит утеплителя, приходящаяся на 1 м^2 – $l_{2мм} = L_{2мм} / A_з = 11м / 8м^2 = 1{,}375м^{-}$;

– протяженность зазора (5 мм) в стыке плит утеплителя, приходящаяся на 1 м^2 –

– $l_{5мм} = L_{5мм} / A_з = 4м / 8м^2 = 0{,}5м^{-}$;

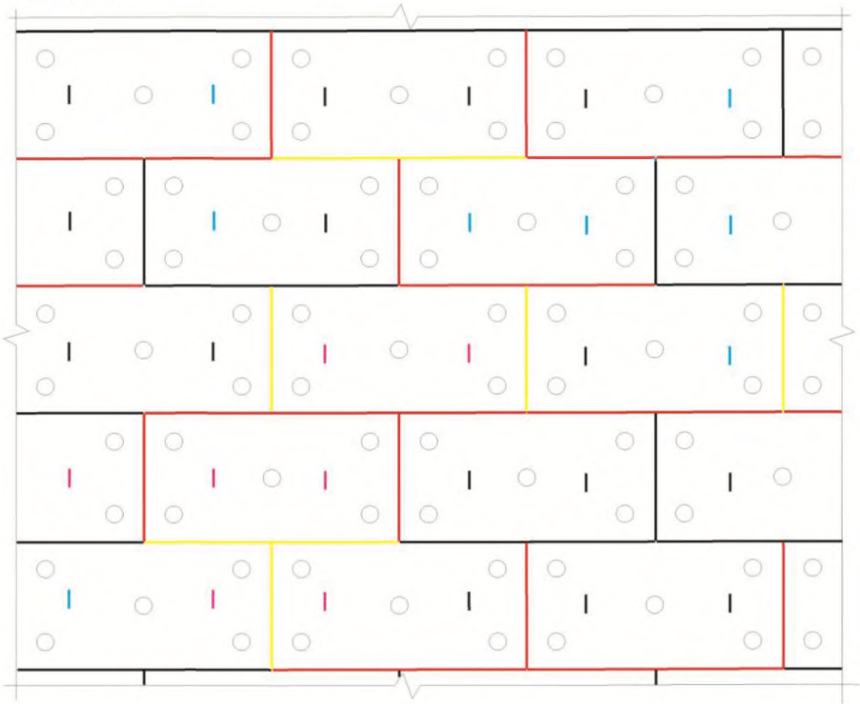


Рис. 8.1-1. Карта дефектов теплозащиты при операционном контроле качества работ по наружному утеплению

	отклонения отсутствуют	
	зазор в стыке плит утеплителя 2 мм	$L_{2мм}$ = 11 м
	зазор в стыке плит утеплителя 5 мм	$L_{5мм}$ = 4 м
	зазор в стыке кронштейна и плит утеплителя 5 мм	$N_{5мм}$ = 8 шт
	зазор в стыке кронштейна и плит утеплителя 15 мм	$N_{15мм}$ = 6 шт

– количество зазоров (5 мм) в стыке кронштейна и плит утеплителя, приходящаяся на 1 м^2 – $n_{5мм} = N_{5мм} / A_з = 8шт / 8м^2 = 1шт / м^2$;

– количество зазоров (15 мм) в стыке кронштейна и плит утеплителя, приходящаяся на 1 м^2 – $n_{15мм} = N_{15мм} / A_з = 6шт / 8м^2 = 0{,}75шт / м^2$;

Коэффициент влияния зазоров в стыке плит утеплителя:

$$k_1 = (1{,}375 \cdot (0{,}93 - 1) + 1) \cdot (0{,}5 \cdot (0{,}84 - 1) + 1) = 0{,}832;$$

Коэффициент влияния зазоров в стыке кронштейна и плит утеплителя:

$$k_2 = (1 \cdot (0{,}98 - 1) + 1) \cdot (0{,}75 \cdot (0{,}94 - 1) + 1) = 0{,}936;$$

Коэффициент влияния отслоения плит утеплителя от основания:

$$k_3 = (1 \cdot (0{,}88 - 1) + 1) = 0{,}88;$$

Коэффициент влияния дефектов теплозащиты в пределах захватки:

$$k = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 = 0{,}832 \cdot 0{,}936 \cdot 0{,}88 = 0{,}685;$$

Уточненное значение приведенного сопротивления теплопередачи фрагмента наружных стен в пределах захватки:

$$R_{cor} = R_o^{пр} \cdot k = 3{,}82 \cdot 0{,}685 = 2{,}62 \text{ (м}^2 \cdot ^\circ\text{C)/Вт};$$

$$R_{\min} = R_o^{пр} \cdot 0{,}63 = 3{,}82 \cdot 0{,}63 = 2{,}41 \text{ (м}^2 \cdot ^\circ\text{C)/Вт};$$

$$R_{req} = \left(t_{\text{int}} - t_{ext}\right) / \Delta t^{n} \cdot \alpha_{\text{int}} = \left(20 + 34\right) / 4 \cdot 8{,}7 = 1{,}55\,(\text{м}^2 \cdot °\text{C})/\text{Вт};\ R_{cor} > R_{\min} > R_{req}.$$

На рисунке 8.1-2 представлен контрольный лист учета дефектов теплозащиты захватки при операционном контроле качества.

КОНТРОЛЬНЫЙ ЛИСТ УЧЕТА ДЕФЕКТОВ ТЕПЛОЗАЩИТЫ НАРУЖНЫХ СТЕН С УСТРОЙСТВОМ НФС

Объект капитального строительства
Двухэтажное административное здание по улице Тимирязева 19, стр.3, г. Челябинска
(наименование, почтовый или строительный адрес объекта капитального строительства)

Лицо, осуществляющее строительство, выполнившее работы по устройству наружных ограждающих конструкций (подрядчик)
ООО «Южуралстрой», 7415056547, 454000, 7414445
(наименование, ОГРН, ИНН, почтовые реквизиты, телефон/факс – для юридических лиц, фамилия, имя, отчество, паспортные данные, место проживания, телефон/факс – для физических лиц)

Представитель лица, осуществляющего строительство, выполнившего наружные ограждающие конструкции, (подрядчика) по вопросам строительного контроля
Иванов И.И., инженер отдела контроля качества ООО «Южуралстрой»
(должность, фамилия, инициалы, реквизиты документа о представительстве)

Даты: начала работ «02» июня 2013 г., окончания работ «05» августа 2013 г.

Общее количество захваток: 100.
Порядковый номер захватки: 3.
Местоположение в осях и по отметке: северный фасад.
Тип участка наружной стены в пределах захватки: I тип.

Эскиз наружной стены в пределах захватки (с указанием дефектов)



Коэффициент теплопроводности материала несущего основания, [м²·°С/Вт]: 0,91
Коэффициент теплопроводности материала теплоизоляционного слоя, [м²·°С/Вт]: 0,042
Толщина несущего основания, [м]: 0,38.
Толщина теплоизоляционного слоя, [м]: 0,15.

Таблица контроля дефектов и коэффициентов влияния дефектов

Зазор в стыке плит утеплителя															
Размер, [мм]	1	2	...	...	5	...	...	...	...	...	...	...	...	...	10
Длина, [м]		11			4										
Коэффициент влияния дефекта в пределах захватки – k =														0,832	
Зазор в стыке кронштейна с плитой утеплителя															
Размер, [мм]	1	...	...	...	5	...	...	...	...	...	...	...	...	...	15
Кол-во, [шт]					8										6
Коэффициент влияния дефекта в пределах захватки – k =														0,936	
Отслоение плит утеплителя от основания															
Размер, [мм]	1	...	1,8	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	10
Площадь, [м²]			8												
Коэффициент влияния дефекта в пределах захватки – k =														0,88	
Коэффициент совместного влияния дефектов в пределах захватки – k =														0,685	

Представитель лица, осуществляющего строительство, выполнившего наружные ограждающие конструкции, (подрядчика) по вопросам строительного контроля:

инженер ОКК ООО «Южуралстрой» Иванов И.И.

Рис. 8.1-2. Контрольный лист учета дефектов теплозащиты захватки при операционном контроле качества

gost.e-ecolog.ru