

DOI 10.54596/2309-6977-2022-2-138-146

УДК 697.1

МРНТИ 05.23.03

СКОРОСТЬ ОХЛАЖДЕНИЯ ПОМЕЩЕНИЙ В КИРПИЧНЫХ ДОМАХ

Сельдюгаев О.Б., Зиновьев Л.А.

(e-mail: seldugaev@mail.ru, lzinovyev@yandex.ru)

Карагандинский университет им. Е.А. Букетова, Караганда, Казахстан

Аннотация

Был разработан алгоритм и написана программа на языке программирования JavaScript определяющая время охлаждения помещений до 0°C при выключении отопления в зимний период. Алгоритм расчета учитывает потери тепловой энергии через наружные стены и окна через процессы конвективного и лучевого теплообмена. Расчеты проводились для кирпичных элитных и стандартных сталинских и хрущевских домов. При проведении расчетов было выявлено, что в центральных помещениях кирпичных сталинских и хрущевских домов время достижения температуры 0°C при выключении отопления зимой увеличивается на несколько часов при замене стандартных однокамерных стеклопакетов (общая толщина стеклопакета составляет 24 мм) на стандартные двухкамерные стеклопакеты такой же толщины. Также расчеты показали, что в угловых помещениях кирпичных домов замена стандартных однокамерных стеклопакетов на стандартные двухкамерные стеклопакеты общей толщиной 24 мм практически не приводит к увеличению времени охлаждения помещений до 0°C. Если же в угловых помещениях устанавливаются двухкамерные стеклопакеты общей толщиной 44 мм (в данных стеклопакетах ширина воздушного промежутка между стеклами 16 мм) то в зависимости от типа дома время вымерзания данных помещений увеличивается на 2–3 часа. Также расчеты показали, что установка двухкамерных стеклопакетов общей толщиной 44 мм создает в угловых комнатах больший тепловой эффект, чем закладка бокового окна помещения кирпичом по всей толщине оконного проема.

Ключевые слова: Расчет потерь тепловой энергии помещений; стеклопакет; теплоизоляция зданий; вымерзание помещений; снижение потерь тепловой энергии в зданиях; утепление помещений.

КІРПІШ ҮЙЛЕРДІҢ БӨЛМЕЛЕРІН САЛҚЫНДАУ ҚАРҚЫМЫ

Сельдюгаев О.Б., Зиновьев Л.А.

(e-mail: seldugaev@mail.ru, lzinovyev@yandex.ru)

Академик Е.А. Бөкетов атындағы Қарағанды университеті, Қарағанды, Қазақстан

Аңдатпа

Қыста жылытуды өшірген кезде үй-жайларды 0°C дейін салқындату уақытын анықтайтын JavaScript бағдарламалау тілінде алгоритм әзірленді және бағдарлама жазылды. Есептеу алгоритмі конвективті және радиациялық жылу алмасу процестері арқылы сыртқы қабырғалар мен терезелер арқылы жылу энергиясын жоғалтуды ескереді. Есептеулер кірпіш элиталық және стандартты сталиндік және Хрущевтік үйлер үшін жүргізілді. Есептеулер жүргізген кезде, Сталиндік және Хрущевтік кірпіш үйлердің орталық үй-жайларында стандартты бір камералы екі қабатты терезелерді ауыстыру кезінде қыста жылытуды өшірген кезде 0°C-қа жету уақыты бірнеше сағатқа артады (екі қабатты терезенің жалпы қалыңдығы 24 мм) бірдей қалыңдықтағы стандартты екі қабатты терезелермен. Есептеулер сонымен қатар кірпіш үйлердің бұрыштық бөлмелерінде стандартты бір камералы екі қабатты терезелерді жалпы қалыңдығы 24 мм стандартты екі қабатты терезелерге ауыстыру бөлмелердің салқындату уақытын іс жүзінде 0° дейін арттырмайтынын көрсетті. С. Егер бұрыштық бөлмелерде жалпы қалыңдығы 44 мм екі қабатты терезелер орнатылса (бұл екі қабатты терезелерде әйнектер арасындағы ауа саңылауының ені 16 мм), онда үйдің түріне байланысты мұздату. бұл бөлмелердің уақыты 2-3 сағатқа артады. Есептеулер сонымен қатар жалпы қалыңдығы 44 мм болатын екі камералы екі қабатты терезелерді орнату бөлменің бүйірлік терезесін терезе саңылауының бүкіл қалыңдығына кірпішпен төсеуден гөрі бұрыштық бөлмелерде үлкен жылу әсерін тудыратынын көрсетті.

Негізгі сөздер: Үй-жайлардың жылу энергиясының ысыраптарын есептеу; екі қабатты терезе; ғимараттарды жылу оқшаулау; үй-жайларды мұздату; ғимараттардағы жылу энергиясының жоғалуын азайту; бөлмені оқшаулау.

RATE OF COOLING OF ROOMS IN BRICK HOUSES

Seldugaev O.B., Zinoviev L.A.

(e-mail: seldugaev@mail.ru, lzinovyev@yandex.ru)

Karaganda University named after Academician E.A. Buketova, Karaganda, Kazakhstan

Abstract

An algorithm was developed and a program was written in the JavaScript programming language that determines the time for cooling the premises to 0°C when the heating is turned off in the winter. The calculation algorithm takes into account the loss of thermal energy through the outer walls and windows through the processes of convective and radiant heat transfer. The calculations were carried out for brick elite and standard Stalin and Khrushchev houses. When carrying out calculations, it was found that in the central premises of brick Stalinist and Khrushchev houses, the time to reach 0°C when the heating is turned off in winter increases by several hours when replacing standard single-chamber double-glazed windows (the total thickness of the double-glazed window is 24 mm) with standard double-glazed windows of the same thickness. The calculations also showed that in the corner rooms of brick houses, the replacement of standard single-chamber double-glazed windows with standard double-glazed windows with a total thickness of 24 mm practically does not increase the cooling time of the rooms to 0°C. If double-glazed windows with a total thickness of 44 mm are installed in the corner rooms (in these double-glazed windows the width of the air gap between the glasses is 16 mm), then, depending on the type of house, the freezing time of these rooms increases by 2-3 hours. Calculations also showed that the installation of two-chamber double-glazed windows with a total thickness of 44 mm creates a greater thermal effect in the corner rooms than laying a side window of the room with a brick over the entire thickness of the window opening.

Key words: Calculation of losses of thermal energy of premises; double-glazed window; thermal insulation of buildings; freezing of premises; reduction of thermal energy losses in buildings; room insulation.

Введение

С целью определения времени охлаждения до 0°C помещений, находящихся в кирпичных домах зимой при выключении отопления, был разработан алгоритм и написана программа на языке программирования Javascript. Данный язык программирования был выбран в связи с тем, что среда программирования (браузеры), поддерживающая данный язык является наиболее распространенной, не требует дополнительной установки на компьютер и функционирует в любой операционной системе.

Разработанная модель расчета остывания помещений [1] использует следующие значения теплофизических и строительных параметров зданий:

1. толщина стен, м;
2. плотность материала стены, кг/м³;
3. теплоемкость материала стены, Дж/(кг·град);
4. коэффициент теплопроводности материала стены, Вт/(м·град);
5. коэффициент теплоотдачи воздух – материал стены, Вт/(м²·град);
6. коэффициент серости материала стен;
7. площадь поверхности стен, граничащих с уличным воздухом, м²;
8. начальная температура теплых стен, °C;
9. температура наружного холодного воздуха, °C;
10. общая площадь поверхности окон в исследуемом помещении, м²;
11. длина и высота помещения, м;

12. толщина стекол в окнах, м;
13. количество стекол в стеклопакете, n;
14. расстояние между стеклами в стеклопакете d, м;
15. коэффициент теплопроводности стекла установленного в стеклопакете, Вт/(м·град);
16. коэффициент теплоотдачи стекла (стекло-воздух), установленного в стеклопакете Вт/(м²·град).
17. расстояние между гипсокартонным экраном и кирпичной стеной L, м;

Учитывались потери тепловой энергии через окна и стены, граничащие с холодным уличным воздухом как за счет процессов теплопроводности при контакте поверхностей стен и окон с холодным воздухом, так и за счет потерь через тепловое излучение.

Для решения данной задачи был составлен алгоритм, который учитывал отдельно потери тепловой энергии через стеклопакеты и через стены. Потери тепловой энергии учитывали потери через конвективный теплообмен, и отдельно через лучевой теплообмен.

Потери тепловой энергии через оконные стеклопакеты в результате процесса конвективного теплообмена рассчитывались по формуле

$$Q_{\text{тепл.стекла}} = K \times (T_{\text{возд}} - T_{\text{улицы}}) \times S_{\text{стекла}} \quad (1)$$

где $Q_{\text{тепл.стекла}}$ - потери тепловой энергии через окна в результате процесса конвективного теплообмена, $T_{\text{возд}}$ - температура воздуха в теплом помещении, $T_{\text{улицы}}$ - температура уличного холодного воздуха, K – коэффициент теплопередачи оконных стеклопакетов.

Далее находилось количество энергии, потерянное в процессе лучевого теплообмена через общую площадь окон в помещении

$$Q_{\text{на_стекло1}} - Q_{\text{от_стекла1}} = Q_{\text{погл.излуч.стекло}} \quad (2)$$

где $Q_{\text{погл.излуч.стекло}}$ – энергия, потерянная помещением путем процесса лучевого теплообмена через общую площадь окон, $Q_{\text{на_стекло1}}$ – энергия, излучаемая теплыми стенами на окно (полностью поглощается в слое стекла толщиной 0,1 мм).

$$Q_{\text{на_стекло1}} = C_0 \varepsilon (T_{\text{стен}}/100)^4 \times S_{\text{стекла}} \quad (3)$$

где ε – коэффициент серости излучающих стен (стены в помещении сделаны из кирпича, который, как и стекло, имеет коэффициент серости равный 0,92 [4]). C_0 это коэффициент равный 5,67 [Вт/м²×К⁴]. Температура в формулах (3) и (4) указывается в градусах Кельвина. $T_{\text{стен}}$ - температура поверхности теплых стен в помещении, $Q_{\text{от_стекла1}}$ - энергия излучаемая внутренней (находящейся внутри помещения и граничащей с теплым воздухом помещения) поверхностью стекла в комнату

$$Q_{\text{от_стекла1}} = C_0 \varepsilon (T_1/100)^4 \times S_{\text{стекла}} \quad (4)$$

где T_1 – температура поверхности стекла, находящейся в контакте с теплым воздухом помещения.

Зная потери через оконные стеклопакеты путем лучевого и конвективного теплообмена находим общие потери тепловой энергии через окна

$$Q_{\text{стекла}} = Q_{\text{погл.излуч.стекло}} + Q_{\text{тепл.стекла}} \quad (5)$$

Также находится количество тепловой энергии $Q_{\text{тепл.стена}}$, потерянное теплым помещением через общую поверхность наружных стен в результате процесса конвективного теплообмена

$$Q_{\text{тепл.стена}} = (T_{\text{возд}} - T_{\text{улицы}}) \times K_{\text{стен_нар}} \quad (6)$$

где $K_{\text{стен_нар}}$ - коэффициент теплопередачи наружных стен.

Количество тепловой энергии, потерянное теплым помещением через общую поверхность наружных стен в результате процесса лучевого теплообмена

$$Q_{\text{на_наруж_стену}} - Q_{\text{от_наруж_стены}} = Q_{\text{погл.излуч_наруж_стена}} \quad (7)$$

Где $Q_{\text{погл.излуч_наруж_стена}}$ - это количество энергии, потерянное через наружные стены в результате лучевого теплообмена

Зная количество энергии, потерянное в результате лучевого и конвективного теплообмена, находим общее количество потерь тепловой энергии через стены помещения.

$$Q_{\text{наруж_стена}} = Q_{\text{погл.излуч_наруж_стена}} + Q_{\text{тепл_стена}} \quad (8)$$

Зная общие потери тепловой энергии через наружные стены и через оконные стеклопакеты находим общие потери тепловой энергии помещения

$$Q_{\text{помещения}} = Q_{\text{стекла}} + Q_{\text{погл.излуч_наруж_стена}} \quad (9)$$

Было рассчитано время понижения температуры до 0°C в помещениях имеющих однородную структуру стен. В качестве материала стен использовался монолитный красный кирпич (плотность 1900 кг/м³ [2], теплоемкость 880 Дж/кг·град [3]). Начальная температура помещений в момент выключения отопления +18°C, температура уличного воздуха -30°C. Хотя разработанная программа позволяет учитывать скорость ветра при проведении расчетов, скорость ветра считалась равной 0 м/с. При проведении расчетов учитывалось, что помещения не располагаются на первом или на последнем этаже зданий.

Помещения располагаются в следующих типах зданий:

Тип I, Тип II: Элитный и стандартный сталинский дом соответственно (проект 1952 года с кирпичными стенами и бетонными перекрытиями толщиной 0,22 м [4]).

Тип III, Тип IV: Элитный и стандартный кирпичный хрущевский дом соответственно [5].

Дома Тип I и Тип III имеют две несущие кирпичные стены – наружную толщиной 0,64 м (2,5 кирпича + прослойка раствора), и внутреннюю толщиной 0,38 м (1,5 кирпича + прослойка раствора). Толщина межквартирных стен 0,25 м. Толщина наружной (холодной) боковой стены в угловой комнате в элитных сталинских и хрущевских домах 0,64 м. В сталинских домах высота потолка в квартирах 3,2 м [4], в хрущевках 2,5 м [5]. Ширина рассчитываемой жилой комнаты в сталинском доме 3,2 м; в хрущевском доме 3 метра. В комнатах, где отсутствует балкон площадь окна в сталинских домах одинаковая и составляет в помещениях в центре дома 2,85 м², в хрущевских домах площадь окна в центральных помещениях 2,18 м² [6]. В угловых помещениях сталинских и хрущевских домов находятся два окна: в сталинских домах общей площадью 5,7 м², в хрущевских домах 4,36 м² (одно в наружной несущей стене и одно в боковой стене, граничащей с холодным уличным воздухом).

Дома Тип II и Тип IV имеют толщину наружной кирпичной несущей стены 0,51 м (2 кирпича + прослойка раствора), и внутреннюю несущую стену толщиной 0,38 м (1,5 кирпича + прослойка раствора). Толщина межквартирных стен 0,25 м. Толщина наружной боковой (холодной) стены в угловой комнате в стандартных домах 0,51 м.

При проведении расчетов предполагалось, что тепловая энергия в центральных помещениях сталинских и хрущевских домов запасается в боковых стенах помещений, в половой и потолочной бетонной плите, а также в задней несущей стене, находящейся напротив несущей стены, в которой расположены окна. В отличие от центральных помещений, в угловых помещениях домов тепловая энергия запасается, помимо бетонных плит потолка и пола, в задней несущей стене и в одной боковой стене (эта теплая стена граничит с соседним теплым помещением, другая боковая стена граничит с холодным воздухом улицы и в нашей модели не является резервуаром тепловой

энергии). Также в модели не учитывался запас тепловой энергии в передней несущей стене, граничащей с холодным уличным воздухом.

Расчеты проводились для помещений с окнами с двойным и тройным стеклопакетом, а также для помещений с дополнительным утеплением для центральных и угловых помещений.

Центральные помещения

Расчет показал, что при замене стандартного двойного стеклопакета (однокамерный стеклопакет) с толщиной воздушного промежутка 0,016 м между стеклами на двойной стеклопакет с толщиной воздушного промежутка 0,02 м (общая толщина стеклопакетов при этом равна 0,024 м, и 0,028 м), время вымерзания помещений увеличивается:

1) в центре элитных сталинских домов на 2,8 часа (таб. 1), и на 3,2 часа в элитной хрущевке (таб. 1);

2) в центре стандартных сталинских домов на 2,2 часа (таб. 1), и на 2,5 часа в стандартном хрущевском доме (таб. 1).

Также расчеты показали, что в помещениях, находящихся в центре вышеуказанных домов, при замене стандартного двойного стеклопакета с воздушным промежутком между стеклами 0,016 мм на стандартный тройной стеклопакет (двухкамерный стеклопакет) с толщиной воздушного промежутка между стеклами 0,006 м (общая толщина стеклопакетов при этом равна 0,024 м) время вымерзания помещений увеличилось:

1) на 3,4 часа в элитном сталинском доме (таб. 1), и на 4 часа в элитном хрущевском доме (таб. 1);

2) на 2,7 часа в стандартном сталинском доме (таб. 1), и на 3,1 часа в стандартном хрущевском доме (таб. 1).

Таким образом, можно сделать вывод о целесообразности замены в центральных помещениях кирпичных домов двойных стандартных стеклопакетов общей толщиной 0,024 м и толщиной воздушного промежутка между стеклами 0,016 м на широко распространенные стандартные тройные стеклопакеты той же толщины. Тройные стеклопакеты общей толщиной 0,024 м более эффективно удерживают тепловую энергию в помещении по сравнению с двойными стеклопакетами, имеющими воздушный промежуток 0,02 м между стеклами (общая толщина стеклопакета 0,028 м). Данный факт объясняется тем, что в тройном стеклопакете появляется третье стекло, которое возвращает часть тепловой энергии из второго стекла во внутреннее первое стекло тройного стеклопакета через процессы лучевого теплообмена. При этом влияние эффекта возврата тепловой энергии путем переизлучения от второго стекла к первому - внутреннему стеклу в тройном стеклопакете общей толщиной 0,024 м превышает эффект от возрастания термического сопротивления при увеличении воздушного промежутка от 0,016 м до 0,02 м в двойном стеклопакете общей толщиной 0,028 м. Наибольший эффект от замены стандартных двойных стеклопакетов на стандартные тройные стеклопакеты наблюдается в элитных хрущевских домах (4%). Это связано с большой толщиной наружных кирпичных стен, и малой площадью поверхности наружной стены, граничащей с холодным уличным воздухом.

Расчеты показали, что очень целесообразно установить в центральных помещениях кирпичных домов мало применяемые тройные стеклопакеты общей толщиной 0,044 м (толщина воздушных промежутков 0,016 м между стеклами). При их установке время вымерзания центральных помещений значительно возрастает даже по сравнению со

стандартными тройными стеклопакета общей толщиной 0,024 м (в элитных сталинских домах на 9 часов, а в элитных хрущевских на 10 часов (таб. 1)).

Таблица 1 - Время вымерзания до 0°C центральных помещений при выключении отопления при использовании разных стеклопакетов (n – число стекол, d – расстояние между стеклами), час

Тип дома	n = 2, d = 0,016 м	n = 2, d = 0,02 м	n = 3, d = 0,006 м	n = 3, d = 0,016 м
Тип I	106,7	109,5	110,1	119
Тип III	115,6	118,8	119,6	129,7
Тип II	94,2	96,4	96,9	103,7
Тип IV	103,3	105,8	106,4	114,4

Начальная температура +18 °C

Угловые помещения

Для угловых помещений было выявлено очень незначительное (0,4-0,9 часа) увеличение времени вымерзания при замене в вышеуказанных домах стандартного двойного стеклопакета с воздушным промежутком между стеклами 0,016 м на стандартный тройной стеклопакет с толщиной воздушных промежутков 0,006 м (общая толщина стеклопакетов 0,024 м). Преимущество стандартных тройных стеклопакетов перед двойными стеклопакетами с толщиной воздушного промежутка 0,02 м всего 0,2 часа.

Таким образом, можно сделать вывод о малой эффективности замены в угловых комнатах любых кирпичных домов двойных стандартных стеклопакетов общей толщиной 0,024 м, на широко распространенные стандартные тройные стеклопакеты той же толщины.

Это связано с тем, что площадь окон в таких комнатах значительно меньше общей площади наружных холодных стен, через которые происходит основная потеря тепловой энергии (23,8 м² - площадь холодных стен в угловой комнате сталинских домов; 18,4 м² - площадь холодных стен в угловой комнате хрущевских домов; 5,7 м² и 4,36 м² – площадь окон в угловой комнате сталинского и хрущевского дома).

Также было рассчитано время охлаждения угловых помещений с боковым окном, полностью по толщине заложённым кирпичом. При этом в наружной несущей стене боковой комнаты остается одно окно (n = 3, d = 0,006 м). Расчеты показали, что во всех типах домов при полностью заложённом по толщине (0,5 – 0,64 м) боковом окне время вымерзания угловых помещений крайне незначительно возрастает по сравнению с угловыми помещениями с двумя окнами и аналогичными стеклопакетами.

При замене во всех типах домов стандартных стеклопакетов (n = 2, d = 0,016 м) в 2 окнах на тройные стеклопакеты (n = 3, d = 0,016 м) время вымерзания боковых комнат увеличится от 2 до 2,5 часов в зависимости от типа дома (таб. 2), что дает больший эффект в сравнении с помещениями с полностью заложённым окном в боковой стене. То есть более рациональна установка тройного стеклопакета (n = 3, d = 0,016 м), чем заделка окна в боковой стене помещения.

Таблица 2 - Время вымерзания до 0°C угловых помещений с двумя и одним окном при выключении отопления при использовании разных стеклопакетов (n – число стекол, d – расстояние между стеклами), час.

Тип дома	Два окна n = 2, d = 0,016 м	Два окна n = 2, d = 0,02 м	Два окна n = 3, d = 0,006 м	Одно окно n = 3, d = 0,006 м	Два окна n = 3, d = 0,016 м
Тип I	29,01	29,62	29,76	30,44	31,63
Тип III	30,72	31,38	31,53	32,26	33,6
Тип II	25,7	26,16	26,27	26,54	27,71
Тип IV	27,2	27,7	27,8	28,13	29,41

Начальная температура +18°C.

Утепление угловых помещений

Расчеты показали, что тепловые характеристики угловых помещений кирпичных домов значительно уступают характеристикам центральных помещений. Угловые помещения, например, в сталинских домах вымерзают более чем в 3 раза быстрее, чем центральные помещения (таб. 1 и таб. 2). Это происходит из-за меньшего запаса тепла в угловом помещении (отсутствует запас тепловой энергии в боковой стене, граничащей с холодным уличным воздухом). Кроме того, в угловом помещении значительно больше площадь стен, граничащих с холодным уличным воздухом, что приводит к большим теплопотерям.

С целью выяснить, как влияет утепление стен на скорость вымораживания угловых помещений, были проведены расчеты скорости охлаждения утепленных угловых помещений, имеющих 2 окна с установленными в них тройными стеклопакетами с толщиной воздушных промежутков по 0,016 м. Были просчитаны варианты охлаждения помещений у которых были утеплены только боковые стены и помещений у которых было проведено утепление как боковой стены, так и передней несущей стены. Утепление стен проводилось путем установки дополнительных экранов из гипсокартона на расстоянии $L = 0,02$ м от основной кирпичной стены. Расстояние 0,02 м было использовано исходя из результатов проведенных нами экспериментов. Они показали, что при толщине воздушного промежутка 0,02 м между экраном и основной стеной потери тепловой энергии наименьшие из-за большого термического сопротивления воздушного промежутка. Если же увеличить толщину воздушного промежутка более 0,02 м, то начинается процесс конвекции, что уменьшает теплоизолирующие свойства воздушного промежутка. При этом влияние толщины гипсокартона на скорость вымерзания помещения не учитывалось, так как теплопроводность гипсокартона на порядок больше, чем теплопроводность воздушного промежутка между основной стеной и гипсокартонным экраном.

Результаты расчетов показаны в таблице 3.

Таблица 3 - Время вымерзания до 0°C угловых утепленных помещений при выключении отопления (два окна, n = 3, d = 0,016 м, L=0,02 м), час.

Тип дома	Неутепленное помещение	Утеплена только боковая стена	Двойное утепление боковой стены	Утеплена две стены	Двойное утепление двух стен
Тип I	31,63	39,6	43,2	56	75,6

Тип III	33.6	42.5	46.6	59,3	79.9
Тип II	27,71	35.5	38.8	52,9	73.1
Тип IV	29.41	38.2	41.96	56	77.3

Начальная температура +18°C.

Расчеты показали, что утепление только боковых стен путем установки одного дополнительного экрана из гипсокартона увеличивает время вымерзания угловых помещений в сталинских и хрущевских домах на 8 и 9 часов (на 25% и 27%). То есть даже утепление одним слоем гипсокартона боковой холодной стены значительно улучшает тепловые характеристики углового помещения, но все равно эти характеристики остаются значительно хуже, чем у помещений, расположенных в центре дома.

Если произвести утепление боковой стены двумя слоями утеплителя разделенных одинаковыми воздушными промежутками (0,02 м) то время вымерзания угловых помещений опять увеличится, но менее значительно (на 9% и 9.7% соответственно).

В случае утепления как боковой, так и передней стены углового помещения расчеты показали очень значительное увеличение времени вымерзания угловых помещений в случае одинарного утепления (на 76-77% в элитных домах и на 90-91% в стандартных). То есть расчеты однозначно показывают, что значительно экономичнее производить утепление в один слой обеих холодных стен боковых помещений, чем утеплять только одну боковую стену даже несколькими слоями утеплителя.

Заключение:

1) При проведении утеплительных работ в кирпичных зданиях в помещениях, находящихся в центре зданий, рекомендуется вместо двойных стандартных стеклопакетов общей толщиной 0,024 м устанавливать тройные стеклопакеты той же общей толщины с шириной воздушных промежутков между стеклами 0,006 м или тройные стеклопакеты общей толщиной 0,044 м с шириной воздушных промежутков между стеклами 0,016 м. Также расчеты позволяют предположить, что для центральных помещений кирпичных домов верно правило, что при увеличении толщины стены, граничащей с холодным уличным воздухом, на полкирпича (0,125 м) время вымерзания помещения увеличивается на 12-13 часов.

2) В угловых помещениях кирпичных домов замена стандартных двойных стеклопакетов общей толщиной 0,024 м на тройные стеклопакеты той же толщины очень незначительно повышает теплофизические характеристики помещения, и проводить данную замену нецелесообразно. Это связано с тем, что в данных угловых помещениях потери тепловой энергии через окна в несколько раз меньше потерь тепловой энергии через стены, граничащие с холодным уличным воздухом. Также установка тройных стеклопакетов общей толщиной 0,044 м в угловых помещениях стандартных и элитных сталинских домов, а также в стандартных хрущевских домах более предпочтительна, чем закладка бокового окна по всей толщине оконного проема кирпичом.

3) Очень целесообразно проводить утепление боковых помещений кирпичных домов путем установки дополнительных экранов (например, экранов из гипсокартона) по всей площади стен, граничащих с холодным уличным воздухом. При этом необходимо чтобы толщина воздушного промежутка между экранами и кирпичной стеной была 0,02 м.

Литература:

1. Кудусов А.С., Сельдюгаев О.Б., Бурков М.А. Method of calculation of thermal loss energy in double and triple glass packaging // Вестник Карагандинского университета, серия «Физика», Караганда, изд. КарГУ №3(91), 2018, С. 79-82.
2. ГОСТ 530-2012: Кирпич и камень керамические [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://docs.cntd.ru/document/1200100260_
3. СНиП 23-02 Расчетные теплотехнические показатели кирпичных кладок из сплошного кирпича [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://tehtab.ru/Guide/GuideMaterials/BuildingMaterials/BuildingBricksSolid/>
4. Нормы строительного проектирования, 1954 г. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://www.norm-load.ru/SNiP/old-snip/snip_54/226-230.htm.
5. Строительные нормы и правила. Часть 2. Раздел В. Глава 10. Жилые здания. // Государственный комитет совета министров СССР по делам строительства Москва, 1958 г.
6. ГОСТ 11214-2003 (Блоки оконные деревянные с листовым остеклением. Технические условия) [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://docs.cntd.ru/document/1200031990_

References:

1. Kudusov A.S., Sel'dyugaev O.B., Burkov M.A. Method of calculation of thermal loss energy in double and triple glass packaging // Vestnik Karagandinskogo universiteta, seriya «Fizika», Karaganda, izd. KarGU №3(91), 2018, С. 79-82.
2. GOST 530-2012: Kirpich i kamen' keramicheskie [Elektronnyj resurs] - Rezhim dostupa: <https://docs.cntd.ru/document/1200100260>.
3. SNiP 23-02 Raschetnye teplotekhnicheskie pokazateli kirpichnyh kladok iz sploshnogo kirpicha [Elektronnyj resurs] - Rezhim dostupa: <https://tehtab.ru/Guide/GuideMaterials/BuildingMaterials/BuildingBricksSolid/>.
4. Normy stroitel'nogo proektirovaniya, 1954 g. [Elektronnyj resurs] - Rezhim dostupa: http://www.norm-load.ru/SNiP/old-snip/snip_54/226-230.htm.
5. Stroitel'nye normy i pravila. Chast' 2. Razdel V. Glava 10. Zhilye zdaniya. // Gosudarstvennyj komitet soveta ministrov SSSR po delam stroitel'stva Moskva, 1958 g.
6. GOST 11214-2003 (Blokii okonnye derevyannye s listovym ostekleniem. Tekhnicheskie usloviya) [Elektronnyj resurs] - Rezhim dostupa: <https://docs.cntd.ru/document/1200031990>.