Семенова Эльвира Евгеньевна. Формирование микроклимата жилых зданий старой застройки при их модернизации : Дис. ... канд. техн. наук : 05.23.03 Воронеж, 2006 124 с. РГБ ОД, 61:06-5/1446

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

C:\Users\Pavel\AppData\Local\Temp\Rar$DIa0.596\media\image1.jpeg

На правах рукописи

СЕМЕНОВА ЭЛЬВИРА ЕВГЕНЬЕВНА

ФОРМИРОВАНИЕ МИКРОКЛИМАТА ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ СТАРОЙ ЗАСТРОЙКИ ПРИ ИХ МОДЕРНИЗАЦИИ

1. - Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение

ДИССЕРТАЦИЯ на соискание учёной степени кандидата технических наук

Научный руководитель:

д-р. техн. наук, профессор А.И. Скрыпник

Воронеж - 2006

**Содержание**

ВВЕДЕНИЕ 4

* 1 МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ МИКРОКЛИМАТА И

СОСТАВА ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ В ЖИЛЫХ ЗДАНИЯХ 8

1. Анализ решений по обеспечению теплозащиты и энергосбере­жения жилых зданий 9
2. Анализ решений по обеспечению воздухообмена, шумозащиты

и инсоляции в помещениях 12

1. Санитарно-гигиенические требования к параметрам воздушной среды в жилых помещениях 15
2. Выводы 25

2 УСЛОВИЯ И ЗАВИСИМОСТИ ПРИВЕДННРШ ПАРАМЕТРОВ

» МИКРОКЛИМАТА ЗДАНИЙ СТАРОЙ ЗАСТРОЙКИ К

СОВРЕМЕННЫМ ТРЕБОВАНИЯМ 27

1. Условия формирования нормативных параметров микроклимата

Ф зданий старой застройки 30

1. Влияние режима вентиляции жилых помещений на параметры теплового, воздушного и санитарно-гигиенического комфорта при мо­дернизации зданий.... \* 42
2. Тепл о-влажностный режим модернизируемых наружных ограж­дений зданий старой застройки. 58
3. Инфильтрационно-сорбционные процессы при движении на­ружного воздуха через пористый утеплитель наружных ограждений зда­ний 60
4. Диффузионные процессы проникновения загрязняющих ве­ществ через воздухопроницаемые материалы 66
5. Выводы 70

* 3 ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ РАБОТЫ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ТЕПЛОВОГО, ВОЗДУШНОГО И САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКОГО КОМФОРТА В ЗДАНИЯХ ПРИ

А А *Ж* Л Л *і* Sk А Л ■ А *ЗС* Л Л. *Ж* АА^^ А Л *Ж* Л А А\_^ -А/х. А JL» А А *J* A A *ail* А^^ \* А А Ж А А А А *Ж* А

ИХ МОДЕРНИЗАЦИИ 72

*0* 3.1 Процессы переноса загрязняющих веществ и влаги через порис­тый утеплитель наружных стен 72

1. Определение теплотехнических и воздухопроницаемых харак­теристик пористых утеплителей 75
2. Результаты испытаний на воздухопроницаемость пористо­волокнистых утеплителей 82
3. Влияние аэродинамических факторов на состояние воздушной среды в помещениях зданий старой застройки 87
4. Результаты испытания моделей зданий в аэродинамической ус­тановке 91
5. Выводы 96

* 4 ВОЗДУШНО-ТЕПЛОВАЯ, ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ И

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ МОДЕРНИЗАЦИИ ЗДАНИЙ

* СТАРОЙ ЗАСТРОЙКИ 98

1. Показатели мониторинга загрязненности атмосферного воздуха жилой застройки 98

® 4.2 Влияние воздухообменных процессов на состояние воздушной

среды жилых помещений 102

1. Сорбция загрязняющих веществ пористо-волокнистыми мате­риалами 106
2. [Экономическая и энергетическая оценка модернизации зданий старой застройки 109](#bookmark33)
3. Выводы 112

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ 113

Список использованных источников 114

Приложение А 122

1Т 1 ЛЛ

* Приложение Б 123

Приложение В 124

\*

з

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность работы. Дома средней этажности старой застройки 1950 - 1980 годов прошлого столетия с заниженными планировочными решениями и выполненные по ранее действовавшим нормам и правилам не соответствуют современным нормативным параметрам микроклимата и санитарно- гигиеническим требованиям. Кроме этого, тенденции городского строительства по уплотненному размещению нового строительства на площадках сущест­вующих жилых зданий, а также развитие городских автотранспортных сетей поставили перед специалистами в области обеспечения микроклимата ряд трудных задач,

Действующий СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий», как и ранее действовавший СНиП 11-3-79\*, основан на принципе двухуровневого нормиро- вания теплозащитных качеств наружных ограждений зданий. Первый из них- обеспечение санитарно-гигиенической безопасности, второй - снижение расхо- дования природных энергетических ресурсов. Федеральным Законом № 184-ФЗ от 27.12.2002г. «О техническом регулировании» предусматривается обязатель- ность соблюдения норм безопасности, к которым следует отнести санитарно- гигиенические нормы, устанавливающие допустимое воздействие на здоровье человека. Допускается регулирование параметров по другим направлениям на основе территориальных технических регламентов.

Современные санитарно-эпидемиологические требования СанПиН

1. 00 не допускают превышения концентраций загрязняющих веществ (ЗВ) в воздухе жилых помещений выше среднесуточных предельно­допустимых значений (ПДКСХ), что при норме фоновых концентраций в на­ружном воздухе не выше максимально разовых предельно-допустимых значе­ний (ПДКмр.) обеспечить это условие затруднительно. Особенно это касается места расположения жилого массива вблизи автомобильных магистралей и промышленных объектов. Возникшие новые строения вокруг мест расположе­ния зданий старой застройки изменили аэродинамический режим зданий, что может привести к ухудшению микроклимата в жилых помещениях и интенси­фикации режимов проникновения ЗВ в них.

Теплозащитные свойства ограждающих конструкций зданий старой за­стройки в 2,5...3 раза ниже действующих нормативных требований, вызывая повышенное теплопотребление. Стремление к снижению поступления наруж­ного воздуха, преимущественно через неплотности светопрозрачных огражде­ний для снижения потребной тепловой энергии, осложняет обеспечение жилых помещений требуемой кратностью воздухообмена.

Поэтому значительную актуальность приобретает разработка методов модернизации жилых зданий старой застройки с обеспечением нормируемых параметров микроклимата, состава воздушной среды и энергосбережения в жи­лых помещениях без отселения жильцов на период проведения работ.

Такой подход позволяет также эффективно решить экономические и соци­альные вопросы, так как не изменяется место проживания жильцов, а стоимость модернизации наружных ограждений существенно ниже стоимости строитель­ства нового здания.

Диссертационная работа выполнялась в соответствии с НИР Минобразова­ния РФ «Разработка методов и структур вентиляционных систем, предотвра­щающих негативные экологические ситуации», «Разработка систем теплогазо- снабжения с целью экономии теплоэнергетических ресурсов».

Целыо работы является формирование теплового, воздушного и влажно­стного режимов зданий старой застройки при их модернизации с учетом требо­ваний экономии энергоресурсов и качества наружного воздуха.

Поставленная цель определила главные задачи исследования:

1. Разработать схему модернизации зданий старой застройки с учетом влияния воздухопроницаемости и термического сопротивления ограждающих конструкций на микроклимат жилых помещений.
2. Установить математические зависимости по определению влияния воз­духопроницаемости пористых утеплителей наружных ограждающих конструк- ций на температуру поступающего воздуха в помещение, кратность воздухооб- мена в помещении и рекуперацию тепловых потерь.
3. Определить влияние толщины, пористости утеплителей наружных стен, возникающего перепада давления от действия гравитационных и ветровых сил на величину поступающего воздуха в помещения.
4. Выполнить экспериментальные работы по определению коэффициентов воздухопроницаемости пористо-волокнистых утеплителей.
5. Выполнить экспериментальные работы по определению аэродинамиче- ских коэффициентов зданий с учётом влияния на них сложившейся уплотнен- ной застройки различной этажности.
6. Установить влияние проникновения в помещение с наружным воздухом загрязняющих веществ за счет сорбирующих свойств пористых воздухопрони­цаемых утеплителей.

Научная новизна работы заключается в следующем:

1. Разработан вариант схемы модернизации наружных ограждающих кон­струкций зданий старой застройки с использованием пористого воздухопрони- цаемого утеплителя для поступления через него наружного воздуха в помеще­ние и снижения тепловых потерь.
2. Получены математические зависимости:

* теплового потока, уходящего из воздушной прослойки через утеплитель в наружный воздух от его воздухопроницаемости;
* температуры подогрева воздуха в воздушной прослойке от термическо­го сопротивления теплопередаче стены здания и поверхностей воздушной про­слойки;

- рекуперации уходящего из помещения тепла от воздухопроницаемости пористого утеплителя.

1. Установлены зависимости влияния толщины и пористости утеплителя, возникающего перепада давления на утеплителе от действия гравитационных и ветровых сил на величину поступающего воздуха в жилые помещения.
2. Экспериментально определены коэффициенты воздухопроницания по­ристо-волокнистых утеплителей в зависимости от толщины материала и возни­кающего перепада давления на них.
3. Экспериментально определены аэродинамические коэффициенты зда­ний, учитывающие влияние на них сложившейся уплотненной застройки зда­ний различной этажности.
4. Установлена зависимость снижения проникновения в помещение загряз­няющих веществ с наружным воздухом, за счет сорбирующих свойств порис­тых воздухопроницаемых утеплителей и сменных фильтрующих элементов.

На защиту выносятся:

1. Схема модернизации наружных ограждающих конструкций и математи­ческие зависимости, при совместном решении которых определяются парамет­ры теплового, воздушного и влажностного режимов в жилых помещениях, со­ответствующих уровню нормативных требований.
2. Зависимости влияния толщины и пористости утеплителя, возникающего перепада давления на утеплителе от действия гравитационных и ветровых сил на величину поступающего воздуха в жилые помещения.
3. Результаты экспериментального определения характеристик воздухопро­ницаемых пористо-волокнистых утеплителей в зависимости от толщины мате­риала и возникающего перепада давления от действия гравитационных и ветро­вых сил на ограждающие конструкции зданий.
4. Результаты экспериментального определения аэродинамических коэффи­циентов зданий учитывающие влияние на них сложившейся уплотняющейся застройки различной этажности,
5. Результаты определения влияния сорбционной способности воздухопро­ницаемых пористых материалов, используемых в качестве утеплителей наруж- ных стен и сменных фильтрующих элементов, при инфильтрации через них за­грязнённого вредными веществами наружного воздуха.

Обоснованность и достоверность научных результатов, выводов и ре­комендаций, содержащихся в работе подтверждается использованием основ­ных фундаментальных законов тепло- и массообмена, соответствием результа­тов экспериментальных работ, выполненных с использованием современных методов и поверенных приборов, позволяющих провести эксперименты с до- пустимой погрешностью 12%.

Практическое значение работы заключается в развитии и эксперимен- тальном дополнении научной информации о тепло- массообменных, диффузи- онных и аэродинамических процессах в ограждающих конструкциях зданий, разработке подходов и методов выполнения модернизации зданий старой за­стройки применительно к центральной зоне России в условиях, отвечающих социально - бытовым интересам проживающих.

Результаты выполненных исследований внедрены в ОАО «Термит» г. Во­ронежа при реконструкции жилого дома, в учебном процессе на кафедре ото­пления и вентиляции, на кафедре проектирования промышленных, гражданских зданий и сооружений Воронежского государственного архитектурно- строительного университета.

Апробация работы. Основные положения и результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на следующих научно-технических кон­ференциях:

* Международной научно-практической конференции в Белгородском ГТАСМ «Рациональные энергосберегающие конструкции, здания и сооружения в строительстве и коммунальном хозяйстве» (г. Белгород, 2002);
* 6-ой Международной научно-практической конференции «Высокие тех­нологии в экологии» (г. Воронеж, 2003);
* 4-ой Международной научно-практической конференции «Проблемы энерго-и ресурсосбережения в промышленном и жилищно- коммунальном комплексах» (г. Пенза, 2003);
* 8-ой Международной научно-практической конференции «Высокие тех­нологии в экологии» (г, Воронеж, 2005).
* 58, 59, 60 - ой научно-технических конференциях ВГАСУ (г. Воронеж, 2003-2005 г.г.).

Публикации. По результатам выполненных исследований опубликовано в различных изданиях 7 печатных статей общим объемом 24 станицы, из них лично автору принадлежит 18 страниц. Выпущено четыре учебных пособия, два из них с грифом УМО, общим объемом 664 страницы. Из них лично автору принадлежит 259 страниц. Объем и структура диссертации. Диссертация со- стоит из введения, четырех глав, общих выводов, списка литературы из 149 на­именований. Диссертация изложена на 124 страницах машинописного текста и содержит 22 рисунка, 31 таблицу.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

® цаемого утеплителя для поступления через него наружного воздуха в помеще­ние. Схема обеспечивает: инфильтрацию наружного воздуха через утеплитель в воздушную прослойку и через регулируемый воздушный канал - в жилое по­мещение; подогрев поступающего воздуха в помещение уходящим тепловым потоком; нормативную кратность воздухообмена и снижение тепловых потерь.

1. Для установления влияния толщины, теплопроводности и воздухопрони­цаемости пористого утеплителя модернизируемой стены на температуру и воз­духообмен в помещении получены математические зависимости:

* теплового потока, уходящего из воздушной прослойки через утеплитель в наружный воздух от его воздухопроницаемости;
* температуры подогрева воздуха в воздушной прослойке от термическо­го сопротивления теплопередачи стены здания и поверхностей воздушной про­слойки;

ф - рекуперации уходящего из помещения тепла от воздухопроницаемости

пористого утеплителя.

Совместное решение этих зависимостей позволяет определить темпера­туру подогрева поступающего воздуха в помещение и снижение тепловых по­терь в зависимости от величины воздухопроницаемости утеплителя.

1. Установлены зависимости величины поступающего в помещение наруж­ного воздуха от пористости и толщины утеплителя, перепада давления при дей­ствии на его поверхность гравитационных и ветровых сил. По этим зависимо- стям определяется тип утеплителя и требуемая его площадь для нормируемого поступления воздуха.
2. Экспериментально определены коэффициенты воздухопроницаемости

А пористо-волокнистых утеплителей, по значениям которых устанавливается

кратность воздухообмена в помещении с учетом требуемой площади утеплите-

*J* 1 /1 *ф*

1. Экспериментально определены аэродинамические коэффициенты зданий сложившейся уплотненной застройки различной этажности, определяющие ве-

• личину поступления загрязненного наружного воздуха в помещение.

1. Установлена зависимость снижения проникновения с наружным возду- хом загрязняющих веществ в помещение за счет сорбирующих свойств порис- тых воздухопроницаемых утеплителей и сменных фильтрующих элементов. Толщина и площадь утеплителя, определенные по полученным зависимостям, позволяют в течение длительного времени сорбировать загрязняющие вещест­ва, а периодически возникающие режимы эксфильтрации воздуха - десорбиро­вать их.
2. Абрамович Г.Н. Прикладная газовая динамика. - М.: Наука, 1969. - 819с.

**Список использованных источников**

® 2 Алексеев И.Ю. Регулируемая система вентиляции жилых помещений //

АВОК. - 2001. - № 5 - С. 50-52 .

1. Ананьев А.И. Санация зданий - ключевой вопрос // Строительная газе- та. -2004. - №5 - С.2
2. Ананьев А.И. Энегроэкономичные кирпичные стены для жилых зданий //Жилищное строительство - 2000. - №1 - С.20-22.
3. Ананьев А.И. Состояние нормативной базы при проектировании долго- вечных энергоэкономичных зданий // Жилищное строительство. “1998. - №4 - С.11-16.
4. Анис В.А. Влияние воздухопроницаемости на проектирование систем климатизации //.АВОК. - 2003. - №2 - С. 32-37.
5. Арсен К. Маликов. Тепловой микроклимат помещения. Оценка и про­ектирование // АВОК. - 1999. - №4 - С. 16-20.

*ф* 8 Атлас Окружающая среда и здоровье населения России. - М.: ПИМС,

1995. - 201с.

1. Баженов Ю.М. Технология бетона. Учеб. пособие. М.: Высшая школа, 1987.-234с.
2. Банхиди Л. Тепловой микроклимат помещений. - М.: Стройиздат,.
3. -238с.
4. Батчер С., Чарлсон Р. Введение в химию атмосферы. - М. Мир, 1977. - 267с.
5. Беляев B.C. Повышение теплозащиты наружных ограждающих конст- рукций // Жилищное строительство. - 1998. - №3 - С.22-26.
6. Блази В. Справочник проектировщика. Строительная физика. - М.: Техносфера, 2004. - 476с.
7. Богословский В.Н., Сканави А.Н. Отопление. - М.: Стройиздат, 1991.- 731с.
8. Богословский В.Н. Строительная теплофизика. — М.: Высшая школа,
9. -412с.

• 16 Богословский В.Н. Аспекты создания здания с эффективным использо­

ванием энергии // АВОК. - 2000. - №5 - С. 34-39.

1. Богословский В.Н. Проблемы развития строительной теплофизики зда­ний на современном уровне // АВОК. -1990. - №1 -.С.17-19.
2. Богословский В.Н. Тепловой режим здания. - М.: Стройиздат, 1979. - 248с.
3. Бодров В.И., Бодров М.В. Микроклимат зданий и сооружений. Ниж­ний Новгород: Арабеск, 2001. -386с.
4. Борискина И.В. Проектирование современных оконных систем граж­данских зданий. - М.: АСВ, 2003. - 301с.

*щ* 21 Брилинг Р.Е. Воздухопроницаемость ограждающих конструкций и ма­

териалов. - М.: Стройиздат, 1948. - 98с.

1. Булгаков С.Н. Энергосберегающие технологии вторичной застройки реконструируемых жилых кварталов. - М.: Российская академия архитектуры и строительных наук, 2002. - 138с.
2. Бутцев Б. Разумная вентиляция - что это такое? // АВОК. - 2003. - №5 - С.5.
3. Войткевич С.В., В.В.Закруткин В.В. Основы геохимии. - М.: Высшая школа, 1976. -328с.
4. Временные санитарные нормы ВСН 58-88(Р). Организация и проведе­ние реконструкции, ремонта и технического обслуживания зданий. - М.: Стройиздат, 1989. - 270с.
5. Гаврилова Р.И. и др. Сорбционная влажность и коэффициенты паро- проницаемости пенопластов и перлитопластбетонов // Труды института НИИ строительной физики, выпуск 17. - М.:НИИСФ, 1976. - С.8-11.
6. Гигиенический комфорт жилища /Обзорная информация №9, ЦНТИ по гражданскому строительству и архитектуре, М.: Стройиздат, 1982. - 28 с.
7. Гигиеническая оценка загрязнения воздуха городов выбросами авто­транспорта. Отчет по НИР ВНТИЦентр, №Б2977864, 1973. - 133с.
8. ГОСТ 30494-96. Здания жилые и общественные. Параметры микрокли­мата в помещениях. Межгосударственный стандарт, 1999.
9. Грудзинский М.М. и др. Отопление и вентиляция системы здании по­вышенной этажности. - М.: Стройиздат, 1982. - 254 с.
10. Гримитлин М.И. Распределение воздуха в помещениях. - С.-Пб.: ГУПМ, 1994. - 307с.
11. Губернский Ю.Д., Исмаилов Д.И. Гигиеническая значимость ионно­озонного комплекса в условиях жилых и общественных зданий // Вестник АМН СССР №8, 1978.-278с.
12. Губернский Ю.Д., Лицкевич **В.К.** Жилище для человека. - М.: Стройиз­дат, 1991.-226 с.
13. Дашко Э.Л. О совершенствовании принципов проектирования теплоза- щиты жилых зданий. Сб. науч. тр. - М.: ЦНИЭП жилища, 1982. - С.3-12.
14. Дацюк Т.А., Дерюгин В.В., Леонтьева Ю.Н. Совершенствование прин­ципов расчета систем обеспечения микроклимата зданий. Новосибирск: Из- вестия вузов. Строительство №8, 2002. - С.65-69.
15. Дроздов В.А., Савин В.К. Теплообмен в светопрозрачных ограждающих конструкциях. - М.: Стройиздат, 1979. - 29бс.
16. Жужиков В.А. Теория и практика разделения суспензий. М.: Химия, 1968. -391с.
17. Идельчик И.Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям. М.: Машиностроение, 1975. - 560с.
18. Информационно-экологический справочник о выбросах загрязняющих веществ в атмосферу на территории Российской Федерации за 1986.. .1996гг. Санк-Петербург, 1998. - 118с.
19. Козлов А.Т., Васильев А.А., Зайцев А.Ф. и др. Эколого-экономические проблемы региона. - Воронеж: ВГЛТАД996. - 164с.
20. Карло Коззи. Автономные воздухоочистители: новые идеи // АВОК. -
21. -№5 -С. 12-14.
22. Корниенко С.В. Температурный режим вентилируемых стен // Жилищ­ное строительство. - 2002. - №12 - С.7-9.
23. Корчаго И.Г. Обеспечение экологической безопасности в жилищном строительстве // Экология жилища. - 1998 - №12 - С.21-23.
24. Кувшинов Ю.Я. Теоретические основы обеспечения микроклимата по­мещений / Монография. - М.: ABC, 2004. - 104 с.
25. Лыков А.В. Тепломассообмен. Справочник. М.: Энергия, 1972. - 540с.
26. Мазус М.Г. и др. Фильтры для улавливания промышленных пылей. М.: Машиностроение, 1985. - 239с.