

Министерство образования Республики Беларусь

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«ПОЛОЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УДК 697.9
№ госрегистрации 20180573

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной работе
_____ Д.О. Глухов
“ ___ ” _____ 20__ г.

ОТЧЁТ
О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ

ЭНЕРГОРЕСУРСОЭФФЕКТИВНЫЕ ИНЖЕНЕРНЫЕ СИСТЕМЫ
ТЕПЛОВОЗДУХОСНАБЖЕНИЯ ЗДАНИЙ

Научный руководитель
к.т.н., доцент

В. И. Липко

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Руководитель темы к.т.н., доцент	_____	В. И. Липко (введение, заключение)
Исполнитель темы научный сотрудник	_____	С. В. Ланкович (раздел 1, 2 и 4, подразделы 3.1 и 3.2)
Исполнитель темы научный сотрудник	_____	В.А. Зафатаев (подраздел 2.3)
Исполнитель темы научный сотрудник	_____	А. С. Лапезо (подразделы 2.2, 2.4, 3.3, 3.4 и 3.5)
Нормоконтролер	_____	Л. В. Ищенко

РЕФЕРАТ

Отчёт 129 с., 64 рис., 7 табл., 42 источника, 5 прил.

ЭНЕРГОРЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ, ОТОПЛЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ,
ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИЯ, ТЕПЛООБМЕННИК, РЕГУЛИРУЕМАЯ ИНФИЛЬТРАЦИЯ,
ВЕНТИЛИРУЕМЫЕ НАВЕСНЫЕ ФАСАДЫ

Объектом исследования являются здания с наружными ограждениями повышенной теплозащиты и герметичности.

Цель работы – конструктивно-технологические усовершенствования систем энергоресурсоэффективного тепловоздухоснабжения зданий с наружными ограждениями повышенной теплозащиты и герметичности, снижающими энергопотребление от внешних источников за счёт широкого использования вторичных и природных энергоресурсов и разработать методику расчёта и проектирования на базе основных положений теории аэродинамики и тепломассообмена.

Задача исследования – нормализация микроклимата в зданиях с наружными ограждающими конструкциями повышенной теплозащиты и герметичности от внешних воздействий, снижение металло- и энергоёмкости инженерных систем тепловоздухоснабжения, минимизация теплотребления за счёт широкого использования вторичных и природных энергоисточников, совершенствование технических средств, технологических приёмов и практических результатов в строительной отрасли и коммунально-бытовом секторе экономики Республики Беларусь.

Предметом исследования являются закономерности аэродинамических, термодинамических и тепломассообменных процессов инновационной технологии тепловоздухоснабжения энергоэффективных зданий.

Методология и методы исследования в процессе работы проводились с системным подходом к анализу физических процессов, аналитическими и экспериментальными исследованиями, моделированием и статистическими методами обработки результатов эксперимента.

Результаты работы: разработаны энергоресурсоэффективные конструктивно-технологические усовершенствования инженерных систем тепловоздухоснабжения жилых зданий, с применением энергоэффективных систем и устройств тепловоздухоснабжения зданий с наружными ограждениями повышенной теплозащиты и герметичности, направленные на улучшение санитарно-гигиенических условий комфортного проживания с решением экологических и экономических проблем, минимизацией энергопотребления от внешних энергоисточников за счёт многоступенчатых схем использования возобновляемых и природных энергоресурсов.

Степень внедрения: результаты использованы в учебном процессе и госбюджетной темкафедры теплогазоводоснабжения и вентиляции Полоцкого государственного университета, в деятельности института повышения квалификации и проектного института реконструкции и строительства Полоцкого государственного университета, деятельности УП «Экспериментальная база «Ветринская»».

Область применения: в учебном процессе строительных специальностей, проектировании, строительстве и эксплуатации инженерных систем жилых и административных зданий

Экономическая эффективность: результаты исследований способствуют уменьшению энергозатрат и доли энергопотребления в жилищно-коммунальном секторе экономики РБ.

Прогнозные предложения о развитии объекта исследования: необходимы дальнейшие исследования энергоресурсоэффективных конструктивно-технологических усовершенствований инженерных систем тепловоздухоснабжения зданий.

СОДЕРЖАНИЕ

	<i>стр.</i>
Введение	6
1 Анализ современного состояния инженерных систем тепловоздухоснабжения зданий с наружными ограждающими конструкциями повышенной теплозащиты и герметичности	7
1.1 Анализ действующих систем тепловоздухоснабжения зданий.....	7
1.2 Резервы снижения материальных затрат и энергоресурсов в системах тепловоздухоснабжения зданий.....	16
1.3 Проблемы жилищного строительства и пути их решения.....	19
2 Конструктивно-технологические усовершенствования систем тепловоздухоснабжения жилых зданий.....	21
2.1 Инновационная технология тепловоздухоснабжения зданий с модернизированными технологическими чердаками и навесными вентилируемыми светопрозрачными фасадами.....	21
2.2 Энергоресурсоэффективное тепловоздухоснабжение зданий с технологическими чердаками и рекуперацией вторичной теплоты	34
2.3 Инновационное устройство тепловой вентиляции многоэтажных зданий.....	45
2.4 Устройство приточной вентиляции здания с регулируемой инфильтрацией наружного воздуха по инновационной технологии тепловоздухоснабжения зданий...	56
2.5 Здание с утепляющей оболочкой по инновационной технологии	60
3 Теоретические основы и методические рекомендации предлагаемых конструктивно-технологических решений для энергоэффективных зданий.....	68
3.1 Методика расчета воздухо-воздушного теплообменника.....	68
3.2 Методика расчёта систем воздушного отопления зданий.....	75
3.3 Моделирование тепломассообменных процессов и конструктивный расчёт кожухотрубного теплообменника отопительно-вентиляционной системы здания по инновационной технологии.....	81
3.4 Тепловой расчёт кожухотрубного теплообменника-утилизатора по безразмерным комплексам.....	89
3.5 Научно-методические разработки по расчёту тепловой вентиляции зданий с многочисленной технологией рекуперации возобновляемых энергоресурсов.....	97
4 Результаты экспериментальных исследований конструктивно-технологических усовершенствований модернизированных систем тепловоздухоснабжения зданий с наружными ограждающими конструкциями	

повышенной теплозащиты и герметичности	105
4.1 Вариантное проектирование конструктивно-методического исполнения экспериментального стенда для испытания теплоутилизатора.....	105
4.1.1 Экспериментальный стенд для испытания серийно выпускаемых теплообменников заводского изготовления.....	105
4.1.2 Экспериментальный стенд для испытания теплоутилизатора авторской разработки с центробежным вентилятором.....	107
4.1.3 Экспериментальный стенд для испытания теплоутилизатора авторской разработки с канальным вентилятором и компьютерной фиксацией параметров.....	113
4.2 Анализ результатов экспериментальных исследований теплоутилизатора авторской разработки.....	117
Заключение	121
Список использованных источников	122
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	125
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	126
ПРИЛОЖЕНИЕ В.....	127
ПРИЛОЖЕНИЕ Г.....	128
ПРИЛОЖЕНИЕ Д.....	129

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Шонина Н.А., Вентиляция для многоэтажных жилых зданий [Электронный ресурс]. URL: http://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=5599 (дата обращения: 05.10.2018).
2. Малахов М. А., Савенков А. Е. Опыт проектирования естественно-механической вентиляции в жилых зданиях с теплыми чердаками [Электронный ресурс]. URL: http://www.abok.ru/for_spec/html (дата обращения: 05.10.2018).
3. Рекомендации по проектированию железобетонных крыш с «тёплым» чердаком для многоэтажных жилых зданий//ЦНИИЭП жилища.- Стройиздат,1986.-24с.
4. Малявина Е. Г., Бирюков С. В., Дианов С. Н., Вентиляция жилых домов с теплым чердаком [Электронный ресурс]. URL: http://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=2399 (дата обращения: 05.10.2018)
5. Табунщиков Ю. А., Бродач М. М., Шилкин Н. В. Опыт реконструкции многоквартирного жилого дома в Копенгагене [Электронный ресурс]. URL: http://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=1660 (дата обращения: 05.10.2018).
6. Патент № 8998, Республика Беларусь, МПК F24D7/00. Устройство приточной вентиляции здания, совмещенной с его обогревом / Липко В.И., Липко С.В., Самохвал Е.А., Широкова О.Н.; заявитель и патентообладатель Полоцкий государственный университет. - №и20120681; заявл. 16.07.2012; опубл. 28.02.2013 / Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці.- 2013.
7. Энергоэффективное автономное тепловоздухоснабжение малоэтажных герметичных зданий, О. Н. Широкова, В. И. Липко // Материалы 3-й международной научно-практической конференции «Проблемы инновационного биосферно-совместимого социально-экономического развития в строительном, жилищно-коммунальном и дорожном комплексах». – Брянск, 2013. – Том 2. – с. 81-88.
8. Патент № 947, Республика Беларусь, МПК E06B7/02,7/10.Приточный вентиляционный оконный блок / Липко В.И.; заявитель и патентообладатель Полоцкий государственный университет. - №и20020379; заявл. 04.12.2002; опубл. 30.09.2003/Афіцыйны бюл. /Нац. цэнтр інтэлектуал.уласнасці.- 2003.
9. В. И. Липко, Е. С. Добросольцева, С. В. Ланкович, Построение физической и математической моделей к вопросу теории расчета рекупративного теплообмена при инфильтрации приточного воздуха через энергосберегающие вентилируемые двухслойные стеклопакеты с утилизацией трансмиссионной теплоты // Материалы 3-й международной научно-практической конференции «Проблемы инновационного биосферно-совместимого социально-экономического развития в строительном, жилищно-коммунальном и дорожном комплексах». – Брянск, 2013. – Том 2. – с. 75-81.
10. СНБ 3.02.04-03 Жилые здания / Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь. – Минск. – 2003
11. Липко В. И. Вентиляция герметизированных зданий. Т.1 – Новополоцк: Полоцкий государственный университет, 2000 г. – 300 с ил.
12. Липко В. И. Вентиляция герметизированных зданий. Т.2 – Новополоцк: Полоцкий государственный университет, 2000 г. – 246 с ил.Липко
13. Липко В.И. Энергоресурсоэффективное тепловоздухоснабжение гражданских зданий. В 2-х томах. Т.1 – Новополоцк: Полоцкий государственный университет, 2004 г. – 212 с.: ил.
14. Липко В.И. Энергоресурсоэффективное тепловоздухоснабжение гражданских зданий. В 2-х томах. Т.2 – Новополоцк: Полоцкий государственный университет, 2004 г. – 212 с.: ил.
15. Технологический чердак здания: патент 9618и. Республика Беларусь, МПК (2006.01) E04H1/02/ В.И. Липко, Е.С. Добросольцева, С.В. Липко, С.В. Ланкович; заявитель Полоцкий государственный университет. - №и20130302; заявл. 09.04.2013; опубл. 30.10.2013 // Афіцыйны бюл / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці.- 2013.

16. Рекуперативное устройство приточно-вытяжной вентиляции здания: патент № 8381, Республика Беларусь, МПК F24D7/00/ В.И.Липко, С.В.Липко; заявитель и патентообладатель Полоцкий государственный университет. - №и20120004; заявл. 01.02.2012; опубл. 04.03.2012г./ 4 с.: ил.

17. Ланкович С. В. Инновационная модернизация технологических чердаков и разработка теоретических основ тепломассообменных процессов многоэтажных зданий - Магистерская диссертация, Новополоцк 2015

18. Технический кодекс установившейся практики: ТКП 45-2.04-43-2006 (02250). Строительная теплотехника. Строительные нормы проектирования. - Минск: Минстройархитектуры Респ. Беларусь, 2007. - 32 с.

19. СНБ. 4.02.01-03 Отопление вентиляция и кондиционирование воздуха. - Минск: Минстройархитектуры, 2003.

20. Методика расчета рекуперативного теплообмена при инфильтрации приточного воздуха через двухслойный вентилируемый оконный стеклопакет, В. И. Липко, Е. С. Добросольцева, С. В. Ланкович // Тезисы докладов международной научно-практической конференции «Технологические тенденции повышения промышленной экологической безопасности, охраны окружающей среды, рациональной и эффективной жизнедеятельности человека». - Минск, 2013. - с. 347-355.

21. Устройство приточно-вытяжной вентиляции здания: пат. 7952 Республика Беларусь, МПК (2011) F24F7/00/ В.И.Липко, С.В.Липко; заявитель Полоцкий государственный университет. - №и20110378; заявл. 13.05.2011; опубл. 15.11.2011//Афіцыйны бюл/Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці.- 2011.

22. Богословский, В.Н. Строительная теплофизика (теплофизические основы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха): учебник для вузов. - М.: Высш. школа, 1970. - 376 с.

23. Строительная климатология: СНБ 2.04.02-2000 / Минстройархитектуры Респ. Беларусь. - Минск, 2001

24. Заявка на патент на изобретение «Устройство тепловой вентиляции» №а 20180415 от 04.10.2018

25. Русланов, Г.В. Отопление и вентиляция жилых и гражданских зданий / Г.В. Русланов, Э.Л. Ямпольский. - Киев: Будивельник, 1983. - 272 с.

26. Заявка на патент на изобретение «Устройство приточной вентиляции здания» от 09.11.2018г.

27. Воздухоприточное устройство: Патент №4963, Республика Беларусь, МПК F24F13/08, Липко В.И.; заявитель и патентообладатель Полоцкий государственный университет. - №а19990196; заявл. 26.02.1999; опубл. 30.03.2003г. // Афіцыйны бюл / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. - 4с.: ил.- 2003.

28. Вентиляционное приточное устройство: Патент №4410, Республика Беларусь, МПК F24F13/08, Липко В.И., Борвонов В.А.; заявитель и патентообладатель Полоцкий государственный университет. - №а19981165; заявл. 23.12.1998; опубл. 30.03.2002г. // Афіцыйны бюл / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. - 4с.: ил.- 2003.

29. Пеноплэкс. Теплоизоляционные плиты. ОАО ЦНИИПромзданий, г. Москва, 2004г.

30. Здание с утепляющей оболочкой: патент Евразийское патентное ведомство 008576 / Л.Н. Данилевский, В.М. Пилипенко, В.А. Потерщук. - Опубл. 29.06.2007.

31. Отопительно-вентиляционная система здания: пат. 1134 Респ. Беларусь, МПК F 24 D 7/00 / В.И. Липко; заявитель Полоц. Гос. ун-т. - № и 20030177; заявл. 21.04.03; опубл. 30.12.03 // Афіцыйны бюл./ Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. - 2004. - №2. - С. 125

32. Баркалов Б.В., Карпис Е.Е. Кондиционирование воздуха в промышленных, общественных и жилых зданиях. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. Стройиздат, 1982. - 312с.

33. Богословский В.Н., Поз, М.Я. Теплофизика аппаратов утилизации тепла систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха. - М. Стройиздат, 1983. - 320с., ил.

34. Патент № 5954А, Республика Беларусь, МПК F24F7/04/, E04F 17/04/ Оголовок вытяжного вентиляционного блока / Липко В.И., Борвонов В.А.; заявитель и патентообладатель Полоцкий государственный университет. - №а; 20000367 заявл. 18.04.2000; опубл. 30.03.2004

35. Фасадная система ПОЛИАПЛАН. Рекомендации по проектированию и применению для строительства и реконструкции зданий. - М.: ЦНИИЭП жилища, 2003. – 90 с.

36. Хрусталёв, Б.М. К вопросу теплового режима приквартирных остеклённых пространств/Б.М. Хрусталёв, В.Д. Акельев, В.Д. Сизов//Строительная наука и техника. – 2011. - №1. – С. 17-21.

37. Патент № 892, Республика Беларусь, МПК (2002) F24F13/08/ Устройство приточной вентиляции здания / Липко В.И., Бендо А.Н.; заявитель и патентообладатель Полоцкий государственный университет. - №и20020288; заявл. 15.10.2002; опубл. 30.06.2003

38. Бажан П.И. и др. Справочник по теплообменным аппаратам / П.И. Бажан, Г.Е.Каневец, В.М.Селиверстовю – М.: Машиностроение, 1989. – 367с.

39. Оптимизация конструкции рекуперативных теплообменников и схем их использования / Данилевский Л.Н. // Строительная наука и техника. – 2007 №6 – с.55-60

40. Тарифы на тепловую энергию для населения [Электронный ресурс]

41. Руководство по эксплуатации устройства для измерения и контроля температуры УКТ38-Щ4-ТС

42. Заявка на патент на изобретение «Здание с утепляющей оболочкой» от 19.12.2018г.