

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
ПОЛОЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНСТИТУТ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ВИЛЬНЮССКОГО ТЕХНИЧЕСКОГО
УНИВЕРСИТЕТА им. ГЕДЕМИНАСА
БЕЛОЦЕРКОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (УКРАИНА)
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ г. ЛЕЙРИИ (ПОРТУГАЛИЯ)
АРИЭЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ (ИЗРАИЛЬ)
ПЕРМСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ (РОССИЯ)
ПЕТРОЗАВОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (РОССИЯ)

**АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС:
ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ, ИННОВАЦИИ**

Электронный сборник статей
международной научной конференции,
посвященной 50-летию Полоцкого государственного университета

(Новополоцк, 5-6 апреля 2018 г.)

Под редакцией
канд. техн. наук, доцента А. А. Бакатовича;
канд. техн. наук, доцента Л. М. Парфеновой

Новополоцк
Полоцкий государственный университет
2018

Редакционная коллегия:

А. А. Бакатович (председатель), Л. М. Парфенова (зам. председателя),
А. С. Катульская (отв. секретарь), Е. Д. Лазовский,
Т. И. Королева, В. Е. Овсейчик

АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС: ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ, ИННОВАЦИИ [Электронный ресурс] : электронный сборник статей международной научной конференции, посвященной 50-летию Полоцкого государственного университета, Новополоцк, 5–6 апр. 2018 г. / Полоцкий государственный университет ; под ред. А. А. Бакатовича, Л. М. Парфеновой. – Новополоцк, 2018. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).

Рассмотрены вопросы архитектуры и градостроительства в современных условиях, прогрессивные методы проведения инженерных изысканий и расчета строительных конструкций. Приведены результаты исследований ресурсо- и энергосберегающих строительных материалов и технологий, энергоресурсосберегающие и природоохранные инновационные решения в инженерных системах зданий и сооружений. Рассмотрены организационные аспекты строительства и управления недвижимостью, проблемы высшего архитектурного и строительного образования.

Для научных и инженерно-технических работников исследовательских, проектных и производственных организаций, а также преподавателей, аспирантов, магистрантов и студентов строительных специальностей учреждений образования.

Сборник включен в Государственный регистр информационного ресурса. Регистрационное свидетельство № 3671815379 от 26.04.2018.

Компьютерный дизайн К. В. Чулковой, В. А. Крупенина.

Технический редактор О. П. Михайлова.

Компьютерная верстка Т. А. Дарьяновой.

211440, ул. Блохина, 29, г. Новополоцк, Беларусь
тел. 8 (0214) 53 53 92, e-mail: a.bakatovich@psu.by; l.parfenova@psu.by

УДК 697:721.011.25

КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ
ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ЗДАНИЙ С ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ЧЕРДАКАМИ
С ЦЕЛЮ МИНИМИЗАЦИИ ТЕПЛОПОТРЕБЛЕНИЯ ОТ ВНЕШНИХ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ

В.И. Липко, С.В. Ланкович

Полоцкий государственный университет, Беларусь
email: kafedratgsv@mail.ru, s.lankovich@psu.by

В целях решения проблем энергоресурсосбережения в градостроительстве предлагается применение инновационной технологии модернизированных чердачных жилых зданий с использованием навесных вентилируемых светопрозрачных фасадных систем в сочетании с теплыми чердаками.

Ключевые слова: *энергосбережение, рекуперация, модернизация, вторичные энергоисточники, технологический чердак.*

TECHNOLOGICAL IMPROVEMENTS
TO ENERGY-EFFICIENT BUILDINGS
WITH TECHNOLOGICAL ATTICS TO MINIMIZE HEAT FROM EXTERNAL ENERGY

V. Lipko, S. Lankovich

Polotsk State University, Belarus
email: kafedratgsv@mail.ru, s.lankovich@psu.by

In order to solve the problems of energy saving in urban planning offers innovative technology modernized attic of residential buildings using the ventilated façade systems, translucent glass in conjunction with warm attics.

Keywords: *energy saving, recovery, modernization secondary energy sources, technology attic.*

Согласно действующей нормативной базе вентиляция жилых зданий осуществляется за счет инфильтрации путем неорганизованного поступления наружного приточного воздуха в жилые помещения через неплотности в наружных ограждающих конструкциях, форточки или другие приточные устройства. Все энергозатраты на нагрев наружного воздуха, которые значительно превышают теплотери через наружные ограждающие конструкции зданий, компенсируются системой отопления. Удаление вентиляционного воздуха осуществляется из кухонь, ванных и санузлов (помещений с зонами максимального выделения вредностей) организованным путем через вытяжные каналы, с последующим выбросом теплого воздуха в атмосферу через секционные вытяжные шахты. Такая технологическая схема отопления и вентиляции зданий является энергозатратной, так как не использует вторичные и природные энергоисточники.

Для снижения энергопотребления от внешних источников системами отопления и вентиляции зданий необходима модернизация технологических схем и конструктивного исполнения, создание новых технологических решений, разработка теоретических основ тепломассообменных процессов, методики аналитического расчета и проектирования систем отопления и вентиляции зданий с герметичными ограждающими конструкциями по критерию энергоресурсосбережения [2, 3].

В целях повышения энергоэффективности при эксплуатации зданий и повышения надежности в создании комфортных условий проживания системами отопления и вентиляции, разработана технологическая схема вентиляции зданий с использованием объема чердака в качестве не вытяжной, а приточной вентиляционной камеры, при которой значительно снижаются теплопотери и максимально используются вторичные и природные источники энергоресурсов для отопления и вентиляции зданий [4, 5].

Предлагаемое конструктивное решение верхней части многоэтажного здания поясняется принципиальной схемой технологического чердака, представленной на рисунке 1.

В процессе эксплуатации здания технологический чердак работает как объемная вентиляционная приточная камера в следующем аэродинамическом режиме. Наружный воздух при естественной вентиляции за счет сил гравитации, а при вынужденной циркуляции за счет работы крышного вентилятора 15 поступает внутрь чердака через отверстие с регулируемой решеткой 2 в наружных стенах 1, в котором аккумулирует трансмиссионную теплоту, теряемую зданием через перекрытие верхнего этажа 3, а также теплоту солнечной радиации, воспринимаемую через верхнее покрытие 4 и далее через входной патрубок 6 поступает в рекуператор 5, в котором дополнительно подогревается за счет теплоты, содержащейся в вытяжном воздухе, а окончательно догревается в калорифере 10 до расчетных значений температуры, который подключен к внешнему теплоисточнику (на рисунке не показан), после чего по приточному 11 и распределительным воздуховодам подается в вентилируемые помещения [1].

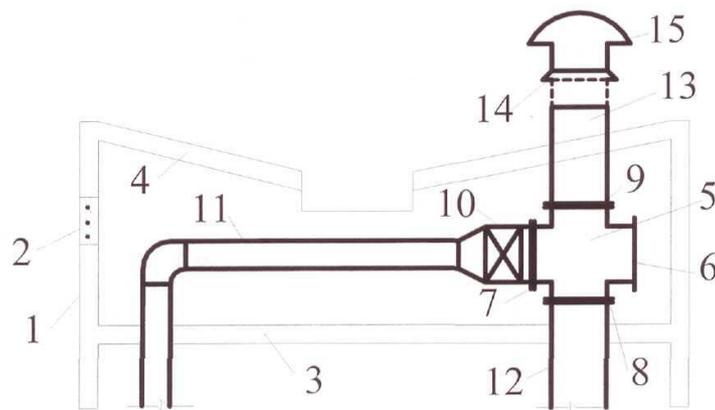


Рисунок 1. – Технологический чердак здания

Предлагаемая конструкция чердака представляет собой инновационную модернизацию всех известных и применяемых ранее конструкций чердаков зданий и предназначена для широкого внедрения в практику градостроительства благодаря многоступенчатой схеме использования вторичных энергоресурсов и природной теплоты солнечной радиации с целью снижения энергоемкости при строительстве и эксплуатации жилья и улучшения условий проживания.

Для минимизации теплопотребления от внешних энергоисточников и снижения материальных и энергетических затрат при строительстве и эксплуатации зданий с улучшенными качествами воздушной среды и комфортными условиями проживания предлагается энергоресурсоэффективное устройство тепловой вентиляции с использованием вторичных и природных энергоисточников.

Устройство тепловой вентиляции, представленное на рисунке 2, состоит из вытяжного канала 5 с ответвлениями 6 для подключения поэтажной разводки вытяжной вентиляции, к которой сверху через первый патрубок 1 присоединена теплообменная камера 7, выполненная в виде пластинчатого теплоутилизатора, установленного в объёме технологического чердака 8 и имеющая второй патрубок 2, который через выводной канал 9, воздушный клапан 10 и крышный вентилятор 11 открыт в атмосферу, третий патрубок 3 теплообменной камеры 7 с установленным воздушным фильтром 12 открыт в объём технологического чердака 8, а четвертый патрубок 4 с воздухонагревателем 13 соединён с воздухораспределительной системой 14 приточного вентиляционного воздуха и через ответвления 15 подключен к поэтажной разводке приточного воздуха, технологический чердак 8 через регулирующую решётку 16 аэродинамически соединён со щелевым каналом 17, образованным наружным вертикальным ограждением 19 здания и навесным вентилируемым светопрозрачным фасадом 18 и имеющим сверху воздушный клапан 20, а снизу – щелевое отверстие 21, открытое в атмосферу.

Принцип работы устройства тепловой вентиляции заключается в том, что тёплый отработанный вытяжной вентиляционный воздух под действием сил гравитации по вытяжному каналу 5 поднимается вверх, способствуя его удалению через ответвления 6 поэтажной разводки из вентилируемых помещений, и через первый патрубок 1 поступает в тепловую камеру 7 пластинчатого теплоутилизатора, в которой через теплообменные поверхности отдаёт теплоту наружному воздуху и через патрубок 2, выводной канал 9, воздушный клапан 10 или крышный вентилятор 11 удаляется в атмосферу, формируя, таким образом, вытяжной аэродинамический контур тепловой вентиляции здания.

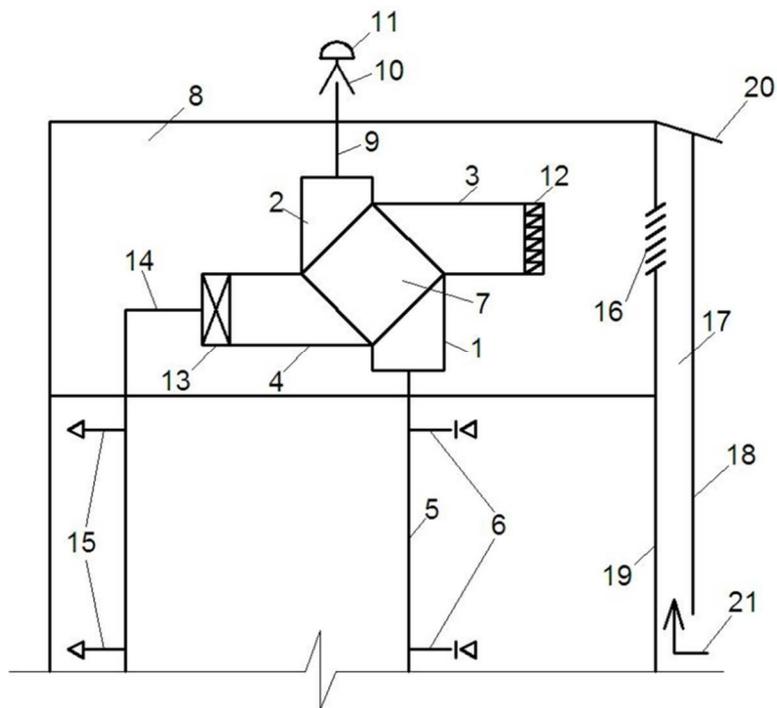


Рисунок 2. – Принципиальная схема устройства тепловой вентиляции

Одновременно с этим работает приточный аэродинамический контур, в котором наружный воздух под действием разряжения в здании, создаваемого вытяжным аэродинамическим контуром, через щелевое отверстие 21 поступает в щелевой канал 17, где воспринимает и аккумулирует с наружной поверхности наружных ограждающих конструкций стен и окон трансмиссионную теплоту, теряемую зданием круглосуточно в течение всего отопительного периода, а в дневное время суток дополнительно воспринимает и аккумулирует теплоту прямой и рассеянной солнечной радиации через навесной вентилируемый светопрозрачный фасад за счёт парникового эффекта и по щелевому каналу 17 при движении снизу вверх наружный приточный воздух, предварительно подогретый за счёт вторичных и природных энергоисточников через отверстие с регулируемой решёткой 16 поступает в технологический чердак 8, выполняющий дополнительные функции объёмной приточной вентиляционной камеры, в которой происходит дополнительный подогрев наружного приточного воздуха за счёт теплоты, теряемой через горизонтальные поверхности наружных ограждений потолка в течение всего отопительного периода и горизонтальную поверхность верхнего покрытия чердака за счёт прямой и рассеянной солнечной радиации в дневное время суток, а далее наружный приточный воздух через воздушный фильтр 12 и третий патрубок 3 поступает в теплообменную камеру, где воспринимает и аккумулирует через теплообменные пластины теплоту, содержащуюся в вытяжном воздухе, а затем через четвертый патрубок 4 проходит через воздухонагреватель 13, в котором осуществляется окончательный нагрев его до расчётных значений по температуре $t_{пр}$, необходимой для компенсации всех теплопотерь помещений, обслуживаемых тепловой вентиляцией, которая через воздухораспределительную систему 14 и ответвления 18 подключена к поэтажной разводке приточного воздуха.

Устройство тепловой вентиляции способно работать на любых видах энергии от внешнего источника, так как калорифер воздухонагревателя 13 может быть электрическим или подключаться к местной или централизованной системе теплоснабжения.

В тёплый летний период навесной светопрозрачный фасад и технологический чердак здания используются для защиты от солнечной радиации путём открытия воздушного клапана 20, создающего при этом интенсивное движение воздуха снизу вверх в щелевом канале 17 под действием сил гравитации и разнонаправленного ветрового давления с наветренной стороны, обеспечивающего горизонтальное перемещение воздуха в объёме технологического чердака, что таким образом создает интенсивное охлаждение вертикальных и горизонтальных наружных ограждающих конструкций и способствует снижению энергопотребления системами кондиционирования микроклимата зданий при холодоснабжении.

Рациональное использование тепловой и электрической энергии, природных и вторичных источников, утилизации тепловых отходов и низкопотенциальных вторичных энергетических ресурсов позволяет значительно снизить энергопотребление в строительной отрасли и повысить термодинамическую эффективность в коммунально-бытовой сфере экономики.

По результатам выполненных расчетов по минимизации теплопотребления от внешних энергоисточников на отопление и вентиляцию жилых модернизированных зданий с технологическими чердаками видно, что при базовой нагрузке на систему отопления $Q_{от} = 149\ 159$ Вт нагрузка снижается на 73,5% и составляет $Q_{от} = 39\ 406$ Вт, а при значениях $t_n = -3,2^\circ\text{C}$ выше средних значений за отопительный период не только полностью исключается нагрузка на обогрев и вентиляцию здания от внешних энергоисточников (рис. 3), но и обеспечивается значительная экономия материальных средств и энергоресурсов (рис. 4) [4].

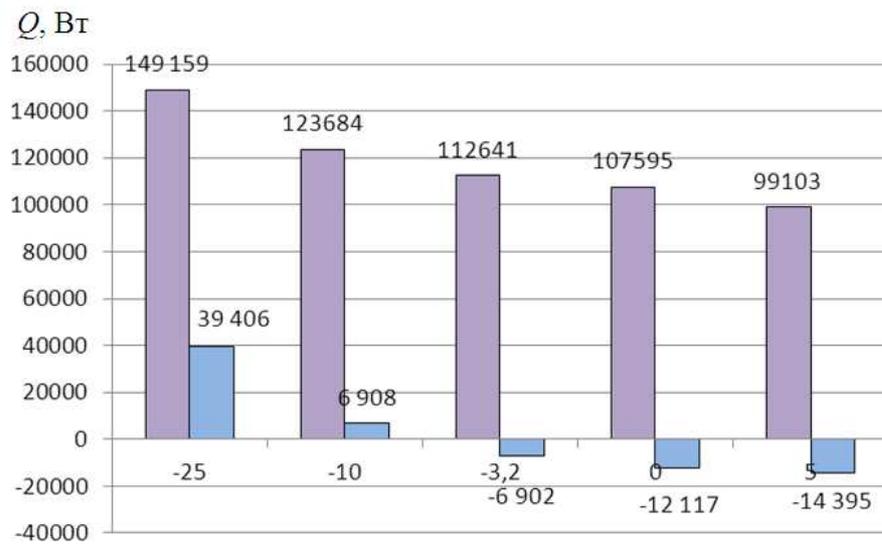


Рисунок 3. – Изменение нагрузки на систему отопления при модернизации здания

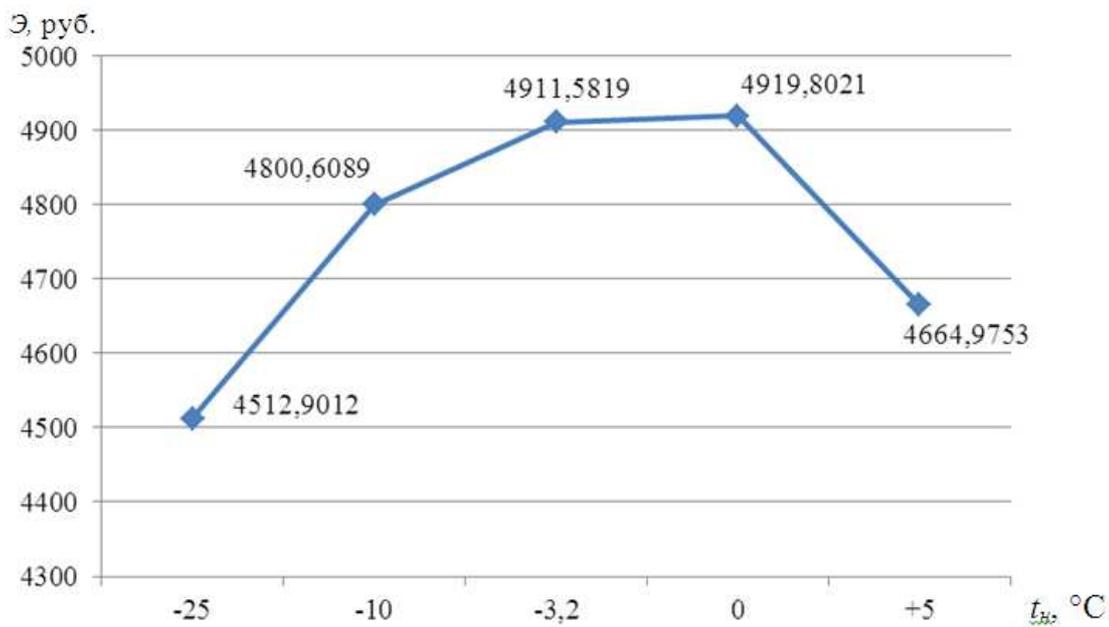


Рисунок 4 – Экономический эффект от модернизации жилого здания

Выполненные исследования доказали, что перспективным направлением в области совершенствования отопительно-вентиляционной техники и энергетического оборудования зданий являются приточно-вытяжные системы вентиляции зданий, в которых возможно применение энергоэффективных приемов снижения теплопотребления за счет рекуперации трансмиссионной теплоты, утилизации теплоты удаляемого воздуха, использования солнечной и ветровой энергии как нескончаемых природных источников, а также круглогодичного использования низкопотенциальной теплоты в системах кондиционирования микроклимата. В таких системах расходы на вентиляцию за счет утилизации теплоты удаляемого воздуха снижаются более чем на 70%, упрощается автоматизация и повышается надежность в результате понижения водяного объема системы, снижается опасность размораживания системы воздушного обогрева и упрощается диспетчеризация и дистанционное управление при компьютеризации, снижается энергопотребление насосного оборудования.

Рациональное использование тепловой и электрической энергии, природных и вторичных источников, утилизация тепловых отходов и низкопотенциальных вторичных энергетических ресурсов на основе передовых достижений науки и техники, позволяющих снизить энергопотребление в строительной отрасли и повысить термодинамическую эффективность в коммунально-бытовой сфере экономики, являются в настоящее время стратегической базой при дальнейшем решении практических задач по снижению энергоемкости в градостроительстве [6, 7].

ЛИТЕРАТУРА

1. Рекуперативное устройство приточно-вытяжной вентиляции здания : пат. № 8381 Респ. Беларусь : МПК F24D7/00/ В.И. Липко, С.В. Липко ; дата публ.: 04.03.2012.
2. Липко, В.И. Инновационная модернизация систем тепловоздухоснабжения чердачных зданий по критерию энергосбережения / В.И. Липко, С.В. Ланкович // Вестник Брестского государственного технического университета. Серия, Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология. – 2015. – № 2. – С. 52–55.
3. Липко, В.И. Энергоресурсоэффективное тепловоздухоснабжение чердачных зданий / В.И. Липко, С.В. Ланкович, А.С. Лапезо // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия F. Строительство. Прикладные науки. – 2015. – № 16. С. 89–97.
4. Ланкович, С.В. Конструктивно-технологическая инновационная разработка энергоэффективных систем тепловой вентиляции зданий с технологическими чердаками с использованием вторичных и природных энергоресурсов для минимизации теплопотребления от внешних энергоисточников / С.В. Ланкович, В.И. Липко // Вестник науки и образования Северо-Запада России. – 2017. – Т. 3, № 4. – С. 37–43.
5. Липко В.И. Энергоресурсоэффективные системы тепловоздухоснабжения жилых зданий повышенной теплозащиты / В.И. Липко, О.Н. Широкова, А.С. Лапезо // Новое в технике и технологии в текстильной и легкой промышленности : материалы докладов Междунар. науч.-техн. конф. / Витеб. гос. технол. ун-т. – 2015. – С. 285–287.
6. Липко, В.И. Энергоресурсоэффективное тепловоздухоснабжение гражданских зданий: в 2 т. / В.И. Липко. – Т. 1. – Новополоцк : Полоц. гос. ун-т, 2004. – 212 с.
7. Липко, В.И. Энергоресурсоэффективное тепловоздухоснабжение гражданских зданий: в 2 т. / В.И. Липко. – Т. 2. – Новополоцк : Полоц. гос. ун-т, 2004. – 392 с.