



УДК 697:721.011.25

**КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ИННОВАЦИОННАЯ РАЗРАБОТКА
ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ СИСТЕМ ТЕПЛОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ ЗДАНИЙ С
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ЧЕРДАКАМИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВТОРИЧНЫХ И
ПРИРОДНЫХ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ ДЛЯ МИНИМИЗАЦИИ ТЕПЛОПОТРЕБЛЕНИЯ
ОТ ВНЕШНИХ ЭНЕРГОИСТОЧНИКОВ**

С.В. Ланкович, В.И. Липко

**CONSTRUCTIVE-TECHNOLOGICAL INNOVATIVE DEVELOPMENT OF ENERGY-
EFFICIENT SYSTEMS HEAT VENTILATION OF BUILDINGS WITH
TECHNOLOGICAL ATTICS USING RECYCLED AND NATURAL ENERGY
RESOURCES TO MINIMIZE THE CONSUMPTION OF EXTERNAL ENERGY
SOURCES**

S.V. Lankovich, V.I. Lipko

Аннотация. 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.

Abstract: 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.

Key words: 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. При этом все энергозатраты на нагрев наружного воздуха компенсируются системами отопления, которые значительно превышают теплотери через наружные ограждающие конструкции зданий. Удаление вентиляционного воздуха осуществляется из зон максимального выделения вредностей (кухонь, ванных и санузлов) организованным путем через вытяжные каналы, открывающиеся в объемы теплых чердаков, с последующим выбросом теплого воздуха в атмосферу через секционные вытяжные шахты. Такая технологическая схема тепловоздухоснабжения зданий является архиэнергозатратной, 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.

В целях повышения энергоэффективности при эксплуатации зданий и повышения надежности в создании комфортных условий проживания системами тепловоздухоснабжения разработана технологическая схема вентиляции зданий с использованием объема чердака в качестве не вытяжной, а приточной вентиляционной камеры, при которой значительно снижаются безвозвратные теплотери и максимально

используются вторичные и природные источники энергоресурсов для отопления и вентиляции зданий [2, 3].

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

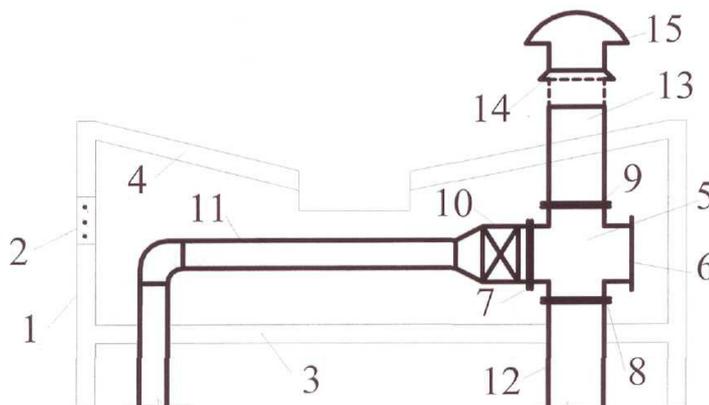


Рисунок 1 – Технологический чердак здания

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 теплотребления 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 рис. 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 объеме 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 объем технологического чердака 8, а четвертый патрубок 4 с воздухонагревателем 13 соединен 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.

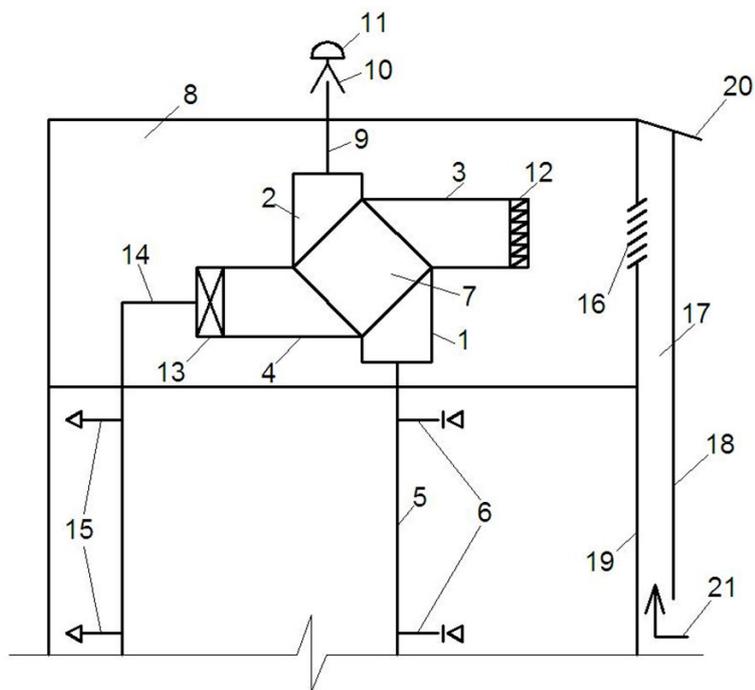


Рисунок 2 – Принципиальная схема устройства тепловой вентиляции

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 тепловоздухоснабжение жилых модернизированных зданий с технологическими чердаками видно, что при базовой нагрузке на систему отопления $Q_{от} = 149159$ Вт нагрузка на систему отопления снижается на 73,5% и составляет $Q_{лот} = 39406$ 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].

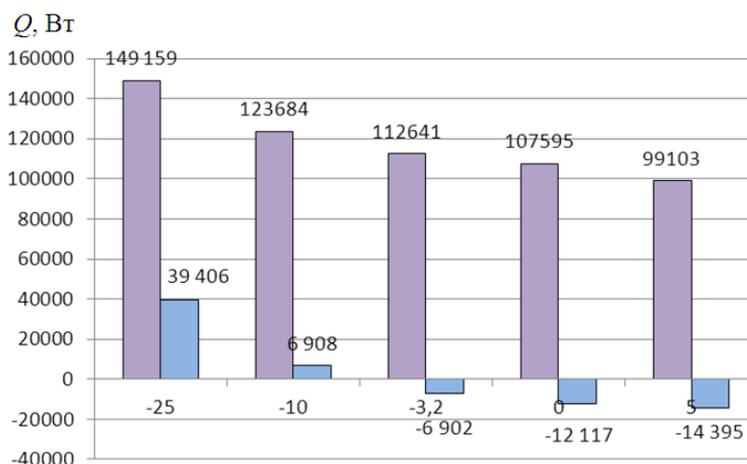


Рисунок 3 – Изменение нагрузки на систему отопления при модернизации здания

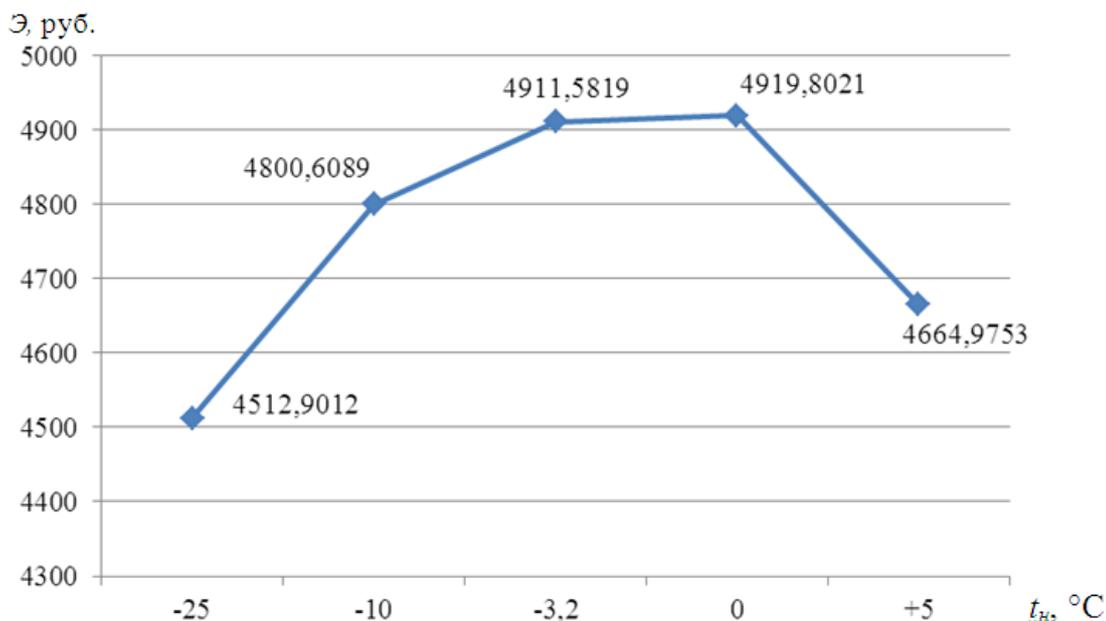


Рисунок 4 – Экономическая эффективность модернизации жилого здания

Выполненные исследования убедительно доказали, что наиболее перспективным направлением в области дальнейшего 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 [5, 6].

ЛИТЕРАТУРА

1. Патент № 8381, Республика Беларусь, МПК F24D7/00/. Рекуперативное устройство приточно-вытяжной вентиляции здания / В.И. Липко, С.В. Липко.
2. Липко В.И., Ланкович С.В. Инновационная модернизация систем тепловоздухоснабжения чердачных зданий по критерию энергосбережения // Вестник Брестского государственного технического университета. Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология. 2015. № 2. С. 52-55.
3. Липко В.И., Ланкович С. В., Лалезо А.С. Энергоресурсоэффективное тепловоздухоснабжение чердачных зданий // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия F. Строительство. Прикладные науки. 2015. № 16. С. 89-97.

4. Липко В.И., Ланкович С.В., Никрашевич А.А. Энергоресурсоэффективные системы тепловоздухоснабжения чердачных зданий с использованием вторичных и природных энергоисточников // Молодёжный форум: технические и математические науки: материалы Международной научно-практической конференции 9-12 ноября 2015г., г. Воронеж. Воронеж: Воронежский государственный лесотехнический университет, 2015. С.109-112.

5. Липко В.И. Энергоресурсоэффективное тепловоздухоснабжение гражданских зданий: в 2-х томах. Новополоцк: Полоцкий государственный университет, 2004. Т.1. 212 с.

6. Липко В.И. Энергоресурсоэффективное тепловоздухоснабжение гражданских зданий: в 2-х томах. Новополоцк: Полоцкий государственный университет, 2004. Т.2. 392 с.

REFERENCES

1. Patent No 8381, Republic of Belarus, MPK F24D7/00/. *Recuperativnoe ystrojstvo pritochno-vytyazhnoj ventilyatsyi zdaniya* [Regenerative technology inlet-exhaust ventilation of buildings] / V.I. Lipko, S.V. Lipko.

2. Lipko V.I., Lankovich S.V. *Innovatsionnaya modernizatsiya system teplovozdyhosnabzheniya cherdachnyh zdaniy po kriteriu energosberezheniya* [Innovative modernization of the system system heat and air supply loft buildings on the criterion of energy conservation]. *Vestnik Brestskogo gosudarstvennogo tehničeskogo universiteta. Vodohozyajstvennoe stroitel'stvo, teploenergetika i geoekologiya*. 2015. No 2, pp. 52-55.

3. Lipko V.I., Lankovich S.V., Lapezo A.S. *Energoresursoeffectivnoe teplovozdyhosnabzhenie cherdachnyh zdaniy* [Energyresourceefficient heat and air supply of attic buildings]. *Vestnik Polotskogo gosudarstvennogo universiteta. Seria F. Stroitel'stvo. Prikladnye nauki*. 2015. No 16. pp. 89-97.

4. Lipko V.I., Lankovich S.V., Nikrashevich A.A. *Energoresursoeffectivnyye sistemy teplovozdyhosnabzheniya cherdachnyh zdaniy s ispol'zovaniem vtorichnyh i prirodnih energoistochnikov* [Energyresourceefficient systems of heat and air supply of attic buildings with using secondary and natural energy resources]. *Molodezhnyj forum: tehničeskije i matematicheskie nauki. Materialy Mezhdunarodnoj nauchno-praktičeskoj konferentsii 9-12 november 2015. Voronezh* Voronezh: Voronezhskij gosudarstvennyj lesotehničeskij universitet. 2015, pp.109-112.

5. Lipko V.I. *Energoresursoeffectivnoe teplovozdyhosnabzhenie grazhdanskih zdaniy: v 2-kh t.* [Energyresourceefficient heat and air supply of attic civil buildings: in 2 vol.]. Novopolotsk: Polotsk state University, 2004. V.1. 212 p.

6. Lipko V.I. *Energoresursoeffectivnoe teplovozdyhosnabzhenie grazhdanskih zdaniy: v 2-kh t.* [Energyresourceefficient heat and air supply of attic civil buildings: in 2 vol.]. Novopolotsk: Polotsk state University, 2004. V.2. 392 p.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Ланкович Светлана Валерьевна

Полоцкий государственный университет, г. Новополоцк, Республика Беларусь, магистр технических наук, ассистент кафедры теплогазоводоснабжения и вентиляции,

E-mail: Svetlanka_10_03@mail.ru.

Lankovich Svetlana Valer'evna

Polotsk state University, Novopolotsk, Republic of Belarus, Master of Technical Sciences, assistant of department of heat, gas and water supply and ventilation,

E-mail: Svetlanka_10_03@mail.ru.



Липко Владимир Иосифович

Полоцкий государственный университет, г. Новополоцк, Республика Беларусь, доцент, кандидат технических наук, доцент кафедры теплогазоводоснабжения и вентиляции, E-mail: kafedratgsv@mail.ru.

Lipko Uladzimir Iosifovich

Polotsk state University, Novopolotsk, Republic of Belarus, associate professor, Candidate of Technical Sciences, associate professor of department of heat, gas and water supply and ventilation,

E-mail: kafedratgsv@mail.ru.

Корреспондентский почтовый адрес и телефон для контактов с авторами статьи:
211440, Беларусь, Витебская обл., г. Новополоцк, ул. Блохина, 29, каб.282. Липко В.И.,
Ланкович С.В. +375 (214) 53-61-96