

ИНЖЕНЕРНЫЕ СЕТИ

УДК 697:721.011.25

ЭНЕРГОРЕСУРСΟΣБЕРЕГАЮЩИЕ НОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ТЕПЛО-, ГАЗО-, ВОЗДУХОСНАБЖЕНИЯ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ВТОРИЧНЫХ И ПРИРОДНЫХ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ В ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВЕ

*канд. техн. наук, доц. В.И. ЛИПКО; О.Н. ШИРОКОВА
(Полоцкий государственный университет)*

Представлены основные направления научных исследований по экономии энергетических и сырьевых ресурсов в одном из наиболее энергозатратных секторов экономики – градостроительном, где энергоёмкость единицы национального продукта Республики Беларусь значительно превышает индустриально развитые страны мира. Необходимость в преобразовании энергозатратной технологии и отопительно-вентиляционной техники в сфере жилищного строительства тесно связана с реструктуризацией инженерных систем со значительно меньшими затратами материальных средств и энергоресурсов за счёт более широкого использования вторичных и природных энергоисточников.

Ключевые слова: *энергоёмкость, теплоснабжение, отопление, вентиляция, реструктуризация, модернизация, утилизация, энергосбережение.*

Рациональное использование природных ресурсов и интенсификации экономики в значительной степени зависят от уровня достижений науки, техники и передового опыта в области создания энергоэффективных конструктивно-технологических решений, направленных на снижение энергоёмкости единицы национального дохода. Отопительно-вентиляционная техника, инженерные сети здания и теплотехническое оборудование из всех энергопотребляющих отраслей экономики занимают одно из первых мест, потребляя ежегодно свыше трети всех видов топливно-энергетических ресурсов, что является тяжелым бременем для всей экономики Республики Беларусь, не имеющей своей топливно-энергетической базы в полном объеме и расположенной в географической зоне с умеренно-холодным климатом. Поэтому вполне очевидна необходимость дальнейшего совершенствования энергетических систем зданий и сооружений.

Основная часть. Эксплуатация объектов жилищного строительства связана с необходимостью обогрева зданий одновременно с непрерывной подачей свежего наружного воздуха в помещения с постоянным или длительным пребыванием людей для удовлетворения требований комфортного проживания или технологических процессов, например, сжигания топлива.

По существующей технологии вентиляции жилых и общественных зданий наружный воздух поступает в вентилируемые помещения неорганизованно сквозь толщу наружных ограждений за счет воздухопроницаемости и через неплотности оконных и дверных притворов под действием вытяжной вентиляции за счет инфильтрации. Однако принятые в многоэтажных зданиях конструктивно-планировочные решения с наличием внутри зданий лестнично-лифтовых объемов создают вынужденные условия аэрации, при которых нижняя часть объема здания находится под разрежением и работает в режиме инфильтрации, а верхняя часть объема здания из-за теплового гравитационного подпора работает в режиме эксфильтрации. Неорганизованная фильтрация холодного наружного воздуха способствует интенсивному сквозному продуванию здания: горизонтальному – под действием ветрового напора; вертикальному – за счет сил гравитации, что значительно переохлаждает здание и неизбежно приводит к безвозвратным потерям тепловой энергии и дискомфорту микроклимата жилых помещений.

В целях нормализации микроклимата и энергоресурсосбережения при строительстве и эксплуатации жилых зданий на кафедре теплогазоснабжения и вентиляции Полоцкого государственного университета разработаны и запатентованы [1–3] *рекуперативные воздухоприточные устройства для новой высокоэффективной безинфильтрационной технологии вентиляции* зданий любой этажности, конфигурации, объема и конструктивного исполнения с наружными ограждениями повышенной теплозащиты и герметичности, обеспечивающей нормируемый режим воздухообмена каждого вентилируемого помещения без специальных средств автоматизации, комфортные условия проживания и энергоресурсосбережение.

Другая научная разработка кафедры также связана с нормализацией микроклимата и экономией топливно-энергетических ресурсов. К реализации предлагается *многофункциональная газовая плита* с

экологически безопасными энергоресурсоэффективными возможностями ее использования, подтвержденная патентами Республики Беларусь [4; 5]. Конструкция плиты обеспечивает помимо приготовления пищи еще и сушку продуктов, горячее и холодное копчение, локализацию и удаление вредных выделений, связанных со сжиганием газа и приготовлением пищи, снижение воздухообменов и расхода потребляемого природного или сжиженного газа до 40%, утилизацию тепловых газообразных выбросов, затрачиваемых на предварительный нагрев наружного вентиляционного приточного воздуха, снижающих нагрузку на систему отопления от внешних энергоисточников. Максимальный расход природного газа в 4-х конфорочных плитах, включая жарочный шкаф, не превышает $1 \text{ м}^3/\text{ч}$, на что с учетом коэффициента избытка воздуха требуется около $10 \text{ м}^3/\text{ч}$ наружного воздуха. В то же время по существующим нормативам из газифицированной кухни необходимо удалять не менее $90 \text{ м}^3/\text{ч}$ подогретого системой отопления вентиляционного воздуха, что многократно превышает нормативное его количество для технологического горения газа.

В целях снижения материальных средств и энергоресурсов на тепловоздухоснабжение жилых чердачных зданий разработано несколько *энергоресурсоэффективных конструктивно-технологических решений* с использованием модернизированных технологических чердаков, навесных вентилируемых светопрозрачных фасадных систем и многоступенчатой утилизацией вторичных и природных энергоресурсов по патентам [6–13].

Модернизация технологического чердака, превращенного из объемной вытяжной секционной камеры в приточную вентиляционную камеру обеспечивает утилизацию трансмиссионной теплоты, теряемой зданием через потолок верхнего этажа круглосуточно на протяжении всего отопительного периода, а также используется теплота прямой и рассеянной солнечной радиации в дневное время отопительного периода дополнительно для нагрева наружного приточного вентиляционного воздуха, поступающего через объем технологического чердака, что суммарно позволяет экономить до 36% теплопотребления зданием от внешних теплоисточников за счет вторичных и природных энергоресурсов.

На снижение отопительной нагрузки здания в дневное время суток существенное влияние оказывает прямая и рассеянная солнечная радиация, которая воздействует на вертикальные ограждающие конструкции, закрытые навесными светопрозрачными вентилируемыми фасадными системами, и существенно поднимает температуру циркулирующего в щелевом канале наружного воздуха за счет так называемого «парникового эффекта», суть которого заключается в следующем. Лучистая энергия видимой части солнечного спектра с длиной волн в диапазоне $380 \dots 1500 \text{ нм}$ легко проникает сквозь кристаллическую решетку обычного силикатного стекла и нагревает наружную поверхность наружного ограждения, от которой отражается тепловой поток, но уже в виде инфракрасного излучения с длиной волны от $7,5$ до 14 нм , для которых оконное стекло становится экраном, а вся отраженная тепловая энергия аккумулируется наружным воздухом, циркулирующим внутри щелевого канала, поднимая его температуру на значительную величину.

Для обеспечения устойчивой тяги в вытяжных каналах в некоторых конструкциях предлагаемых к внедрению отопительно-вентиляционных устройств, работающих при естественной гравитационной циркуляции воздушных потоков, предусматривается установка в устье вытяжной шахты дефлекторов, дополнительно усиливающих естественную гравитационную составляющую тяги за счет природной энергии ветра.

При малоэтажном строительстве жилых домов коттеджного типа в агрогородках, небольших населенных пунктах, спальных пригородных районах, численность которых постоянно возрастает, используют для автономного отопления индивидуальные котлы, так как из-за большого разброса абонентов по территории застройки централизованное теплоснабжение не всегда экономически обоснованно.

Для энергоресурсоэффективного тепловоздухоснабжения малоэтажных зданий разработано и запатентовано [14] устройство приточной вентиляции здания, совмещенной с его обогревом. Предлагаемая к внедрению авторская разработка основана на вторичном использовании теплоты бытовых теплопоступлений, трансмиссионной теплоты, теряемой зданием через наружные ограждающие конструкции, теплоты выбрасываемых высокотемпературных газов от отопительного котла, теплоты удаляемого вытяжного воздуха, а также природной теплоты солнечной радиации и энергии ветра.

За участие в Республиканской выставке и семинаре «Новые строительные технологии и материалы», которые проводились под эгидой Минстройархитектуры Республики Беларусь, Государственного комитета по науке и технологиям Республики Беларусь и Белорусского института системного анализа информационного обеспечения научно-технической сферы, эта работа отмечена Дипломом за лучшую инновационную разработку.

В жилищном строительстве и при эксплуатации зданий повышенной теплозащиты и герметичности ограждающих конструкций основную долю затрат на тепловоздухоснабжение составляют теплопо-

тери через окна. При коэффициенте остекления в среднем для жилых зданий $k = 0,35$ и нормативе по теплозащите $R \geq 1 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ суммарные безвозвратные теплотери через оконные конструкции зданий превышают трансмиссионные потери теплоты для других типов ограждений. В связи с актуальностью данной проблемы на кафедре теплогазоснабжения и вентиляции Полоцкого государственного университета проведены научные исследования по *инновационной модернизации конструктивного исполнения оконных стеклопакетов* с наделением им функций рекуперативного пластинчатого теплообменника с аэродинамическим режимом управляемой инфильтрации наружного приточного воздуха, утилизацией трансмиссионной теплоты, теряемой через поверхность остекления, и использованием природной теплоты прямой и рассеянной солнечной радиации для подогрева приточного вентиляционного воздуха.

Новизна научной разработки подтверждена патентом № 947u Республики Беларусь, по результатам которого выполнено построение физической и математической моделей, разработаны основы теории аэродинамических и тепломассообменных процессов, произведен сравнительный анализ различных вариантов конструктивного исполнения вентилируемых оконных стеклопакетов, по которым рекомендованы оптимальные технические решения по их использованию. Благодаря санитарно-гигиеническим, теплотехническим, конструктивно-технологическим, экологическим и социально-экономическим преимуществам вентилируемый оконный стеклопакет конструкции Полоцкого государственного университета предлагается для широкого использования в практике градостроительства [15].

Информация о результатах проводимых научных исследований по тематике энергоресурсосбережения жилых зданий повышенной теплозащиты и герметичности представлена в кратком изложении. Более полно эта тема раскрыта в монографиях: «Вентиляция герметизированных зданий» [16; 17], «Энергоресурсоэффективное тепловоздухоснабжение гражданских зданий» [18; 19], а их детальная проработка отражена в публикациях [20–48].

По результатам участия в выполнении важной тематики Республики Беларусь: ГНТП № 1.5.159 «Разработать и внедрить энергосберегающие материалы и технологии в строительстве и эксплуатации зданий и сооружений» по разделу «Модернизация и тепловая санация существующего жилого фонда» отдельным пунктом выполнялась тема по заданию Минстройархитектуры № 2.02.04 «Разработать безыфильтрационную технологию вентиляции жилых зданий с наружными ограждениями повышенной герметичности». Подготовленная и изданная 2-х томная монография «Вентиляция герметизированных зданий» затребована многими научными, проектными, строительными и эксплуатирующими организациями Республики Беларусь и Российской Федерации.

По Государственной научно-технической программе ГНТП 4.02.08 «Создать и внедрить новые материалы, энергосберегающие технологии и ресурсоэкономные конструктивные системы жилых домов, снижающие ресурсо- и энергопотребление при строительстве и эксплуатации жилья» специалисты Полоцкого государственного университета также принимали участие в разделе «Строительные материалы и технологии» по заданию Минстройархитектуры № 1.1.455 «Создать и внедрить эффективную беструбную систему отопления жилых зданий, снижающую ресурсо- и энергопотребление при ее строительстве и эксплуатации», по результатам которой подготовлена и издана двухтомная монография «Энергоресурсоэффективное тепловоздухоснабжение гражданских зданий», которая также активно востребована субъектами хозяйствования. Результаты выполненных исследований по важнейшей тематике доложены на Научно-техническом Совете Минстройархитектуры и положительно оценены.

Заключение. В целях выполнения стратегического партнерства в сфере энергосбережения и возобновляемых источников энергии между органами государственного управления, субъектами хозяйствования и учреждениями, занимающимися научной деятельностью, рекомендовать проектным, строительным и эксплуатирующим организациям более детально ознакомиться с научными разработками Полоцкого государственного университета по тематике энергоэффективного жилья и использования вторичных и природных энергоисточников. По данному направлению исследований создана достаточно обширная информативная база, в частности по кафедре теплогазоснабжения и вентиляции опубликовано 15 патентов, изданы три двухтомные монографии и свыше 200 научных статей, что обосновывает более активное привлечение к использованию научных разработок кафедры в практику градостроительства.

На основании вышеизложенного по результатам выполненных патентных исследований, аналитических, натурных и экспериментальных изысканий и инженерных расчетов можно сделать следующие *выводы и обобщения*:

- в целях повышения энергоэффективности архитектурно-планировочных решений вновь возводимые здания для максимального природного их обогрева целесообразно ориентировать коротким торцевым фасадом на север, на который также вынести лестнично-лифтовый объем без его отопления, что дает снижение энергопотребления от внешних энергоисточников до 20%;

- в целях нормализации микроклимата при естественной вентиляции зданий и повышения энергоэффективности целесообразно использовать рекуперативные воздухоприточные устройства с автоматически регулируемым режимом воздухообмена;

- существенного снижения свыше 40% эксплуатационных расходов можно достичь при использовании усовершенствованных бытовых газовых плит с многофункциональными возможностями, рекуперацией теплоты удаляемых продуктов сжигания газа и теплоты вытяжного вентиляционного воздуха с целью предварительного подогрева наружного приточного вентиляционного воздуха;

- предлагаемые к внедрению инновационно модернизированные технологические схемы жилых зданий повышенной теплозащиты и герметичности ограждающих конструкций с использованием навесных светопрозрачных вентилируемых фасадных систем, реконструированных технологических чердаков, функционирующих как объемные приточные секционные вентиляционные камеры с установкой в них рекуперативных теплоутилизаторов, обеспечивают снижение теплопотребления от внешних энергоисточников свыше 73,5% за счет трехступенчатой схемы рекуперации трансмиссионной теплоты, теряемой зданием через вертикальные и потолочные ограждающие конструкции, а также рекуперации теплоты вытяжного вентиляционного воздуха, при этом экономия материальных средств за отопительный период только для односекционного десятиэтажного жилого дома серии 90 составляет свыше 50 млн белорус. руб. по данным Совета Министров Республики Беларусь стоимости тепловой энергии на конец 2014 года;

- для энергоресурсоэффективного тепловоздухоснабжения малоэтажных зданий с индивидуальными отопительными котлами целесообразно использовать теплоту топочных газов от котлов для воздушного обогрева зданий, совмещенного с активной вентиляцией, обеспечивающих комфортное проживание с минимальным потреблением топливно-энергетических ресурсов;

- для энергоресурсоэффективных зданий с наружными ограждениями повышенной теплозащиты и герметичности из всех рассмотренных многочисленных технологических и конструктивных решений по оконным конструкциям наилучшие технологические, аэродинамические, социально-экономические и санитарно-экологические характеристики имеют вентилируемые оконные стеклопакеты и стеклоблоки. Наличие жалюзи в них улучшают теплотехнические показатели, но значительно увеличивают аэродинамические сопротивления на инфильтрацию наружного воздуха через межстекольное пространство, что в условиях естественной вентиляции жилых зданий становится неприемлемым, а механическая вентиляция для жилых зданий не всегда экономически выгодна.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вентиляционное приточное устройство : пат. 4410А Респ. Беларусь : МПК (2001) F24F 13/08 / В.И. Липко, В.А. Борванов ; заявитель Полоц. гос. ун-т. – № а19981165 ; заявл. 23.12.1998 ; опубл. 30.03.2002 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2001.
2. Рекуперативный приточный вентиляционный элемент : пат. № 4651А Респ. Беларусь : МПК (1998) F24F 13/08 / В.И. Липко, В.А. Борванов ; заявитель Полоц. гос. ун-т. – № а19980753 ; заявл. 12.08.1998 ; опубл. 30.09.2002 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2002.
3. Воздухоприточные устройства : пат. № 4963А Респ. Беларусь : МПК (2002) F24F 13/08 / В.И. Липко ; заявитель Полоц. гос. ун-т. – № а1990196; заявл. 26.02.1992; опубл. 30.03.2003 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2002.
4. Газовая плита : пат. 4338А Респ. Беларусь : МПК (1999) F24C 3/00 / В.И. Липко ; заявитель Полоц. гос. ун-т. – № а1990297 ; заявл. 30.03.1999 ; опубл. 30.03.2002 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2002.
5. Бытовая газовая плита : пат. 8117u Респ. Беларусь : МПК (2006.01) F24C 3/00 / В.И. Липко, С.В. Липко ; заявитель Полоц. гос. ун-т. – № u20110722 ; заявл. 26.09.2011; опубл. 03.01.2012 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2012.
6. Отопительно-вентиляционная система здания : пат. 1134u Респ. Беларусь : МПК (2003) F24Д 7/00 / В.И. Липко ; заявитель Полоц. гос. ун-т. – № u20030177; заявл. 21.04.2003 ; опубл. 30.12.2003 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2003.
7. Устройство приточной вентиляции здания : пат. 892u Респ. Беларусь : МПК (2002) F24F 13/08 / В.И. Липко, А.Н. Бендо ; заявитель Полоц. гос. ун-т. – № u20020288 ; заявл. 15.10.2002 ; опубл. 30.06.2003 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2003.
8. Оголовок вытяжного вентиляционного блока : пат. 5954А Респ. Беларусь : МПК (2000) F24F 7/00, E04F 17/04 / В.И. Липко, В.А. Барванов ; заявитель Полоц. гос. ун-т. – № а20000367 ; заявл. 18.04.2000 ; опубл. 30.03.2004 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2004.

9. Отопительно-вентиляционная система здания : пат. 9599u Респ. Беларусь : МПК (2006) F24Д 7/00 / В.И. Липко, В.А. Зафатаев, С.В. Липко ; заявитель Полоц. гос. ун-т. – № u20130201 ; заявл. 04.03.2013 ; опубл. 30.10.2013 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2013.
10. Рекуперативное устройство приточно-вытяжной вентиляции здания : пат. 8381u Респ. Беларусь : МПК (2006.01) F24Д7/00 / В.И. Липко, С.В. Липко ; заявитель Полоц. гос. ун-т. – № u20120004 ; заявл. 02.01.2012 ; опубл. 30.06.2012 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2012.
11. Устройство приточно-вытяжной вентиляции здания : пат. 7952u Респ. Беларусь : МПК (2006.01) F24F7/00 / В.И. Липко, С.В. Липко ; заявитель Полоц. гос. ун-т. – № u20110378 ; заявл. 13.05.2011 ; опубл. 28.02.2012 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2012.
12. Технологический чердак здания : пат. 9618u Респ. Беларусь : МПК (2006.01) E04Н 1/02 / В.И. Липко, Е.С. Добросольцева, С.В. Липко, С.В. Ланкович ; заявитель Полоц. гос. ун-т. – № u20130302 ; заявл. 09.04.2013 ; опубл. 30.10.2013 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2013.
13. Устройство приточно-вытяжной вентиляции здания : решение о выдаче патента по заявке на полезную модель от 24.02.2014 Респ. Беларусь : МПК (2006.01) F24F 7/00 / В.И. Липко, О.Н. Широкова ; заявитель Полоц. гос. ун-т. – № u20130985 ; заявл. 25.11.2013 ; положительное решение 24.02.2014.
14. Устройство приточной вентиляции здания, совмещенной с его обогревом : пат. 8998u Респ. Беларусь : МПК (2006.01) F24Д 7/00 / В.И. Липко, С.В. Липко, Е.А. Самохвал, О.Н. Широкова ; заявитель Полоц. гос. ун-т. – № u20120681 ; заявл. 16.07.2012 ; опубл. 28.02.2013 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2013.
15. Приточный вентиляционный оконный блок : пат. 947u Респ. Беларусь : МПК (2006.01) E06В 7/02, 7/10 / В.И. Липко ; заявитель Полоц. гос. ун-т. – № u20020379 ; заявл. 04.12.2002 ; опубл. 30.09.2003 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2003.
16. Липко, В.И. Вентиляция герметизированных зданий : в 2-х т. / В.И. Липко. Т. 1. – Новополоцк : Полоц. гос. ун-т, 2000. – 300 с.
17. Липко, В.И. Вентиляция герметизированных зданий : в 2-х т. / В.И. Липко. Т. 2. – Новополоцк : Полоц. гос. ун-т, 2000. – 244 с.
18. Липко, В.И. Энергоресурсоэффективное тепловоздухоснабжение гражданских зданий : в 2-х т. / В.И. Липко. Т. 1. – Новополоцк: Полоц. гос. ун-т, 2004. – 212 с.
19. Липко, В.И. Энергоресурсоэффективное тепловоздухоснабжение гражданских зданий : в 2-х т. / В.И. Липко. Т. 2. – Новополоцк: Полоц. гос. ун-т, 2004. – 392 с.
20. Липко, В.И. Резервы снижения затрат при строительстве и эксплуатации систем теплогасоснабжения и вентиляции герметизированных зданий повышенной теплозащиты / В.И. Липко, О.Н. Широкова // Вестн. БрГТУ. – 2015. – № 2 : Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геология. – С. 50–52.
21. Липко, В.И. Инновационная модернизация систем тепловоздухоснабжения чердачных зданий по критерию энергосбережения / В.И. Липко, С.В. Ланкович // Вестн. БрГТУ. – 2015. – № 2 : Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геология. – С. 52–55.
22. Липко, В.И. Методика расчета ограждающих конструкций жилого чердака с учетом исключения конденсации влаги / В.И. Липко // Перспективы развития новых технологий в строительстве и подготовка инженерных кадров Республики Беларусь : материалы XI Междунар. науч.-метод. межвуз. семинара. Ч. 2. – С. 157–160. – (Приложение к Вестн. Брест. гос. технол. ун-та. Строительство и архитектура).
23. Липко, В.И. Совершенствование методов теплотехнического расчета наружных ограждающих конструкций / В.И. Липко // Перспективы развития новых технологий в строительстве и подготовка инженерных кадров Республики Беларусь : материалы XI Междунар. науч.-метод. межвузов. семинара. Ч. 2. – С. 160–165. – (Приложение к Вестн. Брест. гос. технол. ун-та. Строительство и архитектура).
24. Липко, В.И. Совершенствование воздушного обогрева гражданских зданий / В.И. Липко, А.Б. Багель // Перспективы развития новых технологий в строительстве и подготовка инженерных кадров Республики Беларусь: материалы XI Междунар. науч.-метод. межвуз. семинара. Ч. 2. – С. 165–169. – (Приложение к Вестн. Брест. гос. технол. ун-та. Строительство и архитектура).
25. Липко, В.И. Пути совершенствования технологии вентиляции герметизированных зданий / В.И. Липко, В.А. Борвонов, А.Б. Багель // Перспективы развития новых технологий в строительстве и подготовка инженерных кадров Республики Беларусь : материалы XI Междунар. науч.-метод. межвуз. семинара. Ч. 2. – С. 169–174. – (Приложение к Вестн. Брест. гос. технол. ун-та. Строительство и архитектура).
26. Липко, В.И. Инновационная модернизация отопительно-вентиляционных устройств для малоэтажных индивидуально отапливаемых зданий / В.И. Липко, О.Н. Широкова // Инновации в науке, производстве и образовании : материалы Первой междунар. науч.-практ. конф., Калининград, 2015 г. // Вестн. науки и образования Северо-Запада России. – Калининград, 2015.

27. Липко, В.И. Энергоресурсоэффективное тепловоздухоснабжение чердачных зданий / В.И. Липко, А.С. Лапезо, С.В. Ланкович // Вестн. науки и образования Северо-Запада России : материалы Первой междунар. науч.-практ. конф. «Инновации в науке, производстве и образовании», Калининград, 2015 г. – Калининград, 2015.
28. Липко, В.И. Теория исследования работы рекуперативных приточных вентиляционных элементов в инновационной технологии поддержания микроклимата герметизированных зданий / В.И. Липко, Н.В. Кундро // Вестн. науки и образования Северо-Запада России : материалы Первой междунар. науч.-практ. конф. «Инновации в науке, производстве и образовании», Калининград, 2015 г. – Калининград, 2015.
29. Липко, В.И. Утилизация трансмиссионной теплоты при инфильтрации приточного воздуха через вентилируемые оконные стеклопакеты / В.И. Липко, Е.С. Добросольцева, Е.К. Синюкович // Вестн. Полоц. гос. ун-та. Сер. F, Строительство. Прикладные науки. – 2015. – С. 103–108.
30. Липко, В.И. Основы теории расчета тепломассообменных процессов при вентиляции герметизированных зданий // Инженерные проблемы строительства и эксплуатации сооружений : сб. науч. тр. / под ред. Д.Н. Лазовского. – Минск: УП «Технопринт», 2001. – С. 252–260.
31. Липко, В.И. Анализ результатов экспериментальных исследований аэродинамических и теплотехнических параметров рекуперативных приточных вентблоков типа РПВЭ / В.И. Липко, С.И. Пивоварова // Инженерные проблемы строительства и эксплуатации сооружений : сб. науч. тр. / под ред. Д.Н. Лазовского. – Минск : УП «Технопринт», 2001. – С. 261–270.
32. Липко, В.И. Концепция энергосбережения в системах теплогасоснабжения и вентиляции жилых и общественных зданий с наружными ограждениями повышенной герметичности / В.И. Липко, А.А. Шакель // Инженерные проблемы строительства и эксплуатации сооружений : сб. науч. тр. / под ред. Д.Н. Лазовского. – Минск : УП «Технопринт», 2001. – С. 270–273.
33. Липко, В.И. Реструктуризация инженерных систем тепловоздухоснабжения жилых зданий / В.И. Липко, О.Н. Широкова // Энергосберегающие технологии теплогасоснабжения, строительства и муниципальной инфраструктуры : материалы Междунар. науч.-практ. интернет-конференции / Харьк. нац. ун-т гор. хоз-ва им. А.Н. Бекетова. – Х. : ХНУГХ им. А.Н. Бекетова, 2013. – С. 20–22.
34. Липко, В.И. Устройство приточно-вытяжной вентиляции здания, совмещенной с его обогревом / В.И. Липко, О.Н. Широкова // Энергосберегающие технологии теплогасоснабжения, строительства и муниципальной инфраструктуры : материалы Междунар. науч.-практ. интернет-конференции / Харьк. нац. ун-т гор. хоз-ва им. А.Н. Бекетова. – Х. : ХНУГХ им. А.Н. Бекетова, 2013. – С. 92–95.
35. Липко, В.И. Энергоресурсоэффективная технология тепловоздухоснабжения чердачных зданий / В.И. Липко, О.Н. Широкова // Энергосберегающие технологии теплогасоснабжения, строительства и муниципальной инфраструктуры : материалы Междунар. науч.-практ. интернет-конференции / Харьк. нац. ун-т гор. хоз-ва им. А.Н. Бекетова. – Х. : ХНУГХ им. А.Н. Бекетова, 2013. – С. 95–98.
36. Липко, В.И. Инновационная модернизация технологических чердаков с использованием вторичных и природных энергоресурсов для тепловоздухоснабжения зданий / В.И. Липко, С.В. Ланкович // Энергосберегающие технологии теплогасоснабжения, строительства и муниципальной инфраструктуры : материалы Междунар. науч.-практ. интернет-конференции / Харьк. нац. ун-т гор. хоз-ва им. А.Н. Бекетова. – Х. : ХНУГХ им. А.Н. Бекетова, 2013. – С. 98–100.
37. Липко, В.И. Инновационная модернизация бытовой газовой плиты в энергоресурсоэффективных системах теплогасоснабжения и вентиляции жилых домов / В.И. Липко, Н.В. Кундро // Энергосберегающие технологии теплогасоснабжения, строительства и муниципальной инфраструктуры : материалы Междунар. науч.-практ. интернет-конференции / Харьк. нац. ун-т гор. хоз-ва им. А.Н. Бекетова. – Х. : ХНУГХ им. А.Н. Бекетова, 2013. – С. 142–144.
38. Липко, В.И. Построение физической и математической моделей к вопросу теории расчёта рекуперативного теплообмена при инфильтрации приточного воздуха через энергосберегающие вентилируемые двухслойные стеклопакеты с утилизацией трансмиссионной теплоты / В.И. Липко, Е.С. Добросольцева, С.В. Ланкович // Проблемы инновационного биосферно-совместного социально-экономического развития в строительном, жилищно-коммунальном и дорожном комплексах : материалы 3-й Междунар. науч.-практ. конф., Брянск 9–10 апр. 2013 г. : в 2-х т. Т.2 / Брянская гос. инж.-технол. акад. – Брянск, 2013. – С. 75–81.
39. Липко, В.И. Энергоэффективное автономное тепловоздухоснабжение малоэтажных герметичных зданий / В.И. Липко, О.Н. Широкова, С.В. Липко // Проблемы инновационного биосферно-совместного социально-экономического развития в строительном, жилищно-коммунальном и дорожном комплексах : материалы 3-й Междунар. науч.-практ. конф., Брянск, 9–10 апр. 2013 г. : в 2-х т. Т.2 / Брянская гос. инж.-технол. акад. – Брянск, 2013. – С. 81–88.

40. Липко, В.И. Моделирование тепломасообменных процессов и конструктивный расчет кожухотрубного теплообменника-утилизатора отопительно-вентиляционной системы здания / В.И. Липко, А.С. Лапезо // Проблемы инновационного биосферно-совместного социально-экономического развития в строительном, жилищно-коммунальном и дорожном комплексах : материалы 4-й Междунар. науч.-практ. конф., Брянск, 1–2 дек. 2015 г. / Брян. гос. инж.-технол. акад. – Брянск, 2015. – С. 189–196.
41. Липко В.И. Тепловой расчет кожухотрубного теплообменника-утилизатора отопительно-вентиляционной системы здания по безразмерным комплексам / В.И. Липко, А.С. Лапезо, О.Н. Широкова // Проблемы инновационного биосферно-совместного социально-экономического развития в строительном, жилищно-коммунальном и дорожном комплексах : материалы 4-й Междунар. науч.-практ. конф., Брянск, 1–2 дек. 2015г. / Брян. гос. инж.-технол. акад. – Брянск, 2015. – С. 196–203.
42. Липко, В.И. Методология построения математической модели инновационной технологии тепловоздухоснабжения герметичных зданий / В.И. Липко, Н.В. Кундро // Проблемы инновационного биосферно-совместного социально-экономического развития в строительном, жилищно-коммунальном и дорожном комплексах : материалы 4-й Междунар. науч.-практ. конф., Брянск 1–2 дек. 2015 г. / Брян. гос. инж.-технол. акад. – Брянск, 2015. – С. 203–209.
43. Липко, В.И. Инновационная модернизация отопительно-вентиляционных устройств эжекторного типа для малоэтажных зданий / В.И. Липко, О.Н. Широкова, А.С. Лапезо // Архитектура, строительство, транспорт : материалы Междунар. науч.-практ. конф. / Сиб. гос. автомобильно-дорожная акад. – Омск : СибАДИ, 2015. – С. 337–341.
44. Липко, В.И. Энергоресурсоэффективная реструктуризация систем тепловоздухоснабжения чердачных зданий / В.И. Липко, С.В. Ланкович // Архитектура, строительство, транспорт : материалы Междунар. науч.-практ. конф. / Сиб. гос. автомобильно-дорожная акад. – Омск : СибАДИ, 2015. – С. 332–337.

Поступила 05.02.2016

**ENERGY SAVING INNOVATIVE TECHNOLOGY
HEAT GAS AIR SUPPLY OF RESIDENTIAL BUILDINGS
AND USE OF RENEWABLE SECONDARY AND NATURAL RESOURCES PLANNING**

V. LIPKO, O. SHIROKOVA

The article describes the main directions of scientific research on saving energy resources and raw materials in one of the most energy-consumption sectors of the economy-urban engineering, where energy intensity of the national product in the Republic of Belarus is much higher than in industrialized countries. The need in transformation of energy-consumption technology and of heating and ventilation mechanism in the system of house building is closely connected to the restructuring of engineering systems at a much lower costs of material and energy resources to the increased use of secondary and natural resources.

Keywords: energy consumption, heat supply, heating, ventilation, restructuring, recycling, energy saving.