

скими водогрейными колонками, так как требует многократно увеличенных объёмов воздухообмена.

При существующей нормативной базе необходима подача свежего наружного воздуха в объёме 36 м³ на одного жителя из расчета 3 м³/ч на 1 м², в то время как для удовлетворения метаболических функций человеку жизненно необходимо осредненно всего лишь около 4 м³/ч, а остальные 32 м³/ч приточного наружного воздуха затрачиваются на разбавление продуктов сгорания газа до допустимых санитарными нормами пределов концентрации с последующим удалением из вентилируемых помещений системами вытяжной общеобменной вентиляции [8].

Максимальный расход газа в бытовых четырехконфорочных плитах при одновременной работе всех горелок, включая и жарочный шкаф, составляет 1 м³/ч, на что с учетом коэффициента избытка воздуха для полноты сгорания топлива потребуется около 10 м³/ч наружного воздуха. При средней заселённости квартир 4 человека удельный расход воздуха для технологического горения газа составляет 2,5 м³/ч, а с учетом жизнеобеспечения суммарный расход приточного воздуха на одного человека даже при постоянно включенных горелках газовой плиты составляет 6,5 м³/ч, а общий воздухообмен в квартире из четырех человек не должен превышать 26 м³/ч.

Существующие нормативы регламентируют подачу свежего наружного воздуха на одного жителя в объёме 36 м³/ч, на четырехконфорочную плиту - 90 м³/ч, а в сумме на одну квартиру при четырех жильцах объём воздухообмена составляет 234 м³/ч, что почти в 10 раз превышает потребность в наружном воздухе и приводит к значительному перерасходу тепловой энергии, затрачиваемой на нагрев бесполезно циркулирующего внутри здания избыточного объёма вентиляционного воздуха, многократно увеличивая эксплуатационные расходы и ухудшая параметры микроклимата жилых зданий.

Существенного снижения эксплуатационных расходов можно достичь при замене обычных бытовых газовых плит на усовершенствованные газовые плиты с многофункциональными возможностями её использования и одновременным отводом продуктов сгорания газа через газоходы с рекуперацией уходящей теплоты.

Такие конструкции газовых плит разработаны в Полоцком государственном университете и рекомендуются для широкого использования [9, 10].

Аналогичного эффекта снижения воздухообменов при эксплуатации жилых зданий можно достигнуть при замене газовых плит на электрические.

Заключение. Исходя из вышеизложенного, можно сделать следующее заключение: внедрение вышеперечисленных технических, технологических, конструктивных и организационных решений в прак-

тику эксплуатации объектов жилищного строительства позволит значительно сократить расходы энергосырьевых ресурсов, материальных и денежных средств на содержание систем теплогоснабжения и вентиляции в жилищно-коммунальном секторе экономики, который является одним из наиболее ресурсорасходных и энергозатратных в объёме всего народно-хозяйственного комплекса Республики Беларусь.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Строительная теплотехника (с изменениями № 1-6): ТКП 45-2.04-43-2006. – Минск: Министерство архитектуры и строительства, 2007.
2. Жилые здания: СНБ 3.02.04-03. – Минск: Министерство архитектуры и строительства, 2003.
3. Вентиляционное приточное устройство: патент № 4410 Республика Беларусь, МПК (2001) F24F13/08/ В.И. Липко, В.А. Борванов; заявитель Полоцкий государственный университет. – №а19981165; заявл. 23.12.1998; опубл. 30.03.2002 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2001.
4. Рекуперативный приточный вентиляционный элемент: патент 4651А Республика Беларусь, МПК (1998) F24F13/08/ В.И. Липко, В.А. Борванов; заявитель Полоцкий государственный университет. – №а19980753; заявл. 12.08.1998; опубл. 30.09.2002 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2002.
5. Воздухоприточное устройство: патент 4693А. Республика Беларусь, МПК (2002) F24F13/08/ В.И. Липко; заявитель Полоцкий государственный университет. – №а19990196; заявл. 26.02.1999; опубл. 30.03.2003 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2002.
6. Теплоснабжение: учебник для вузов / А.А. Ионин, Б.М. Хлыбов, В.Н. Браменков, Е.Н. Терлецкая; под ред. А.А. Ионин. – М.: Стройиздат, 1982 – 336с., ил.
7. Газораспределение и газопотребление: ТКП 45-4.03-267-2012. Министерство архитектуры и строительства, 2012.
8. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха: СНБ 4.02.01-03 – Минск: Министерство архитектуры и строительства, 2003.
9. Бытовая газовая плита: патент 8117 Республика Беларусь, МПК (2006.01) F24C3/00/ В.И. Липко, С.В. Липко; заявитель Полоцкий государственный университет. – №и20110722; заявл. 26.09.2011; опубл. 03.01.2012 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2012.
10. Газовая плита: патент 4338А Республика Беларусь, МПК (1999) F24C3/00/ В.И. Липко; заявитель Полоцкий государственный университет. – № 19990297; заявл. 30.03.1999; опубл. 30.03.2002 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2002.

Материал поступил в редакцию 16.04.15

LIPKO V.I., SHIROKOVA O.N. Reserves of decrease in expenses at construction and operation of systems of heatgas supply and ventilation of tight buildings of the raised heat-shielding

A negative effect of sealing of building envelopes with increased thermal characterization associated with necessity of intensification of air changes by rejection of the regime infiltration in favour of organized by the influx of outside ventilation air to meet the requirements of comfort and technology of fuel combustion.

УДК 697:721.011.25

Липко В.И., Ланкович С.В.

ИННОВАЦИОННАЯ МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМ ТЕПЛОВОЗДУХОСНАБЖЕНИЯ ЧЕРДАЧНЫХ ЗДАНИЙ ПО КРИТЕРИЮ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

Введение. Проблема ухудшения санитарно-гигиенических параметров микроклимата жилых зданий связана с широким использованием в практике градостроительства таких строительных материалов, как бетон, металл, стекло, пластмассы, клеи, герметики и другие материалы, которые практически не пропускают воздух, и наружные конструкции зданий становятся воздухонепроницаемыми. В то время как воздухообмен жилых зданий, как правило, базируется на естественной вентиляции с организованным удалением вытяжного воздуха

через каналы, установленные в кухнях, санузлах и ванных комнатах, т.е. в местах выделения основных вредных веществ, а приток воздуха должен осуществляться неорганизованным путем за счет инфильтрации через наружные ограждающие конструкции жилых помещений. Особенно эта проблема усложнилась в связи с широким использованием пластиковых оконных стеклопакетов, выполненных по европейским стандартам с высокой степенью герметизации [1].

Ланкович Светлана Валерьевна, м.т.н., ассистент кафедры теплогоснабжения и вентиляции Полоцкого государственного университета. Беларусь, ПГУ, 211440, г. Новополоцк, ул. Блохина, 29.

В практике градостроительства на всем пространстве СНГ, начиная с 1976 года, по предложению М.М. Груздинского широко применяются теплые чердаки для жилых зданий [2].

Схема устройства вентиляции квартир в зданиях с теплыми чердаками, выполняющими функции объемной секционной вытяжной камеры, в которую открываются все вытяжные каналы с последующим удалением теплого вытяжного воздуха в атмосферу через обособленную вытяжную секционную шахту, представленная на рис. 1, не обеспечивает устойчивую работу системы вентиляции по аэродинамическим, санитарно-гигиеническим и энергосберегающим показателям.

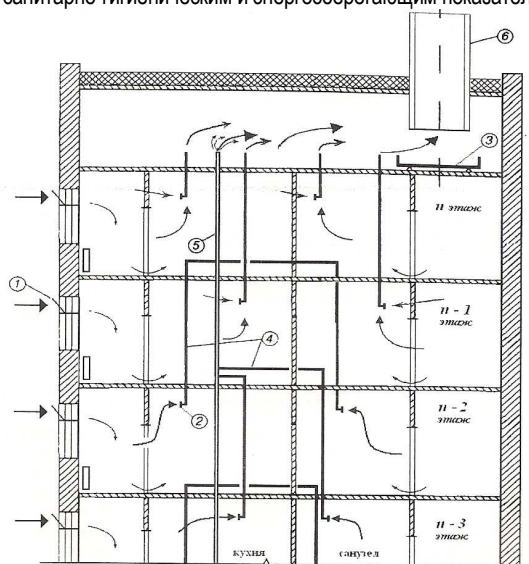


Рисунок 1

С целью улучшения аэродинамических параметров и улучшения дефлектирующих свойств вытяжной шахты авторами работы [3] предложено конструктивное решение теплого чердака с надстройкой вытяжной камеры с вентилятором, эжектором и дефлектором (рис. 2). Такие естественно-механические системы вытяжной вентиляции эжекторного типа повышают аэродинамическую устойчивость, но не решают проблемы энергосбережения, т.к. не используются вторичные и природные энергоресурсы.

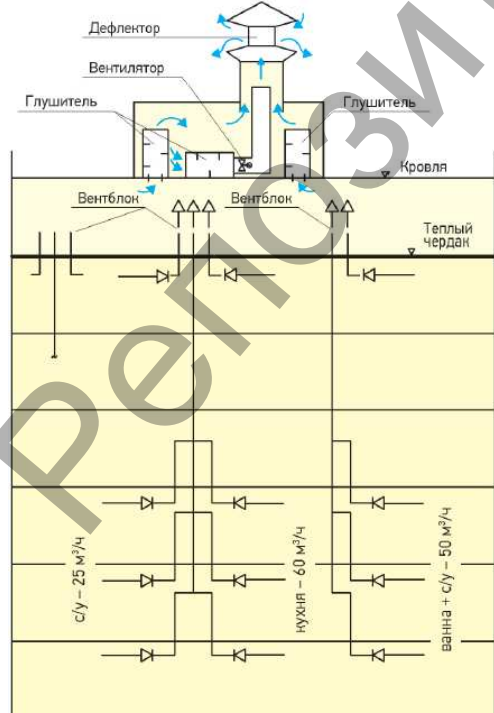


Рисунок 2

В целях снижения материальных средств и энергоресурсов на тепловоздушоснабжение жилых чердачных зданий разработана технологическая схема с модернизированными чердаками, навесными вентилируемыми светопрозрачными фасадными системами и трехступенчатой рекуперацией вторичной теплоты и природной теплоты солнечной радиации [4, 5], представленная на рис. 3. В ней объем чердака используется в качестве не вытяжной, а приточной вентиляционной секционной камеры, которая аэродинамически связана с навесными вентилируемыми светопрозрачными фасадами и системой приточно-вытяжной вентиляции с теплоутилизатором рекуператором теплоты вытяжного воздуха пластинчатого типа, установленного в объеме чердака.

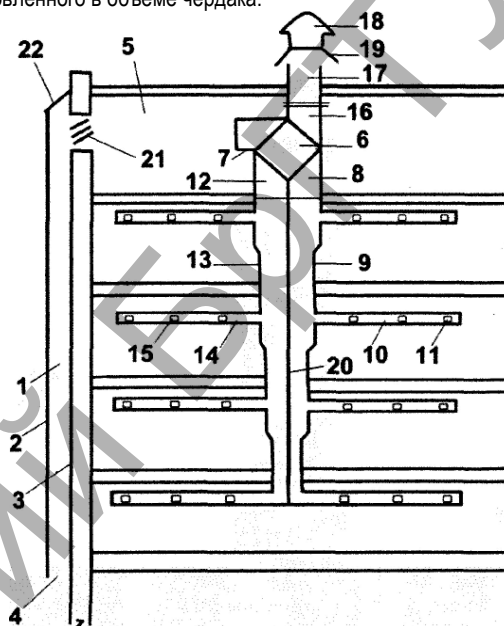


Рисунок 3

Рекуперативное устройство приточно-вытяжной вентиляции здания включает вертикальный воздухопроводящий канал 1, образованный светопрозрачным навесным фасадом 2 и наружной поверхностью наружной ограждающей конструкции 3 и имеющий снизу щелевое отверстие 4 по всей ширине фасада 2 для забора приточного наружного воздуха, а в верхней части открыт в объем теплого чердака 5. В объеме теплого чердака 5 расположен централизованный пластинчатый утилизатор тепла 6 с четырьмя патрубками:

- первый входной патрубок 7 открыт в объем теплого чердака 5;
- второй патрубок 8 соединен с вертикальным приточным воздуховодом 9, к которому присоединены поэтажные квартирные горизонтальные приточные воздуховоды 10 с регулируемыми решетками для притока воздуха 11;
- третий патрубок 12 соединен с вертикальным вытяжным воздуховодом 13, к которому присоединены поэтажные квартирные горизонтальные вытяжные воздуховоды 14 с регулируемыми решетками 15 для удаления воздуха из вентилируемых помещений;
- четвертый патрубок 16 соединен с шахтой 17, которая сверху сообщается с атмосферой через крышный вентилятор 18 или воздушный клапан 19.

Работает рекуперативное устройство приточно-вытяжной вентиляции следующим образом.

Свежий наружный приточный воздух под действием естественного гравитационного давления или под действием принудительной циркуляции поступает снаружи снизу через щелевое отверстие 4 в воздухопроводящий канал 1, в котором происходит предварительный его подогрев через навесной вентилируемый светопрозрачный фасад 2 за счет прямой и рассеянной солнечной радиации в днев-

ное время и через наружные поверхности ограждающих конструкций 3 постоянно и днем, и ночью в течение всего отопительного периода за счет теряемой зданием трансмиссионной теплоты. Наружный воздух в воздухопроводящий канал 1 входит снизу через щелевое отверстие 4, а сверху открывается в объем теплого чердака 5, где также воспринимает теряемую зданием трансмиссионную теплоту через перекрытие потолка верхнего этажа, а также прямую и рассеянную солнечную радиацию через верхнее покрытие теплого чердака 5. В объеме теплого чердака 5 предварительно подогретый приточный вентиляционный воздух через входной патрубок 7 проходит централизованный пластинчатый теплоутилизатор 6, в котором отбирает теплоту удаляемого вытяжного вентиляционного воздуха, и входит через патрубок 8 в вертикальный приточный воздуховод 9 и далее по квартирным горизонтальным приточным воздуховодам 10 через регулируемые решетки для притока воздуха 11 поступает в вентилируемые помещения, из которых теплый вытяжной воздух удаляется через регулируемые решетки 15 поэтажных квартирных горизонтальных вытяжных воздуховодов 14, вертикальный вытяжной воздуховод 13, патрубок 12 теплоутилизатора 6, патрубок 16, шахту 17, вентилятор 18 или воздушный клапан 19 в атмосферу.

Вертикальный приточный воздуховод 9 и вертикальный вытяжной воздуховод 13 конструктивно имеют общую стенку 20, через которую происходит транзитный теплообмен между приточным и вытяжным воздухом, увеличивая эффект рекуперации и повышая тепловую эффективность всей системы теплоснабжения и воздухообмена зданий повышенной теплозащиты и герметичности [5].

Для обеспечения эффективного летнего режима эксплуатации с целью исключения перегрева здания под действием солнечной радиации в верхней части канала, проводящего воздух 1, предусмотрено регулирующее устройство 21, которое закрывается, а воздушный клапан 22 приоткрывается, что создает режим воздушного охлаждения облучаемых солнцем поверхностей наружных ограждений, оборудованных навесными вентилируемыми светопрозрачными фасадными системами.

Результаты поэтапной модернизации систем тепловоздухоснабжения чердачных жилых зданий подтверждены инженерными расчетами, выполненными по методике, разработанной на основе теоретических положений теплотехники и аэродинамики, изложенных в работе [6]. В качестве базового варианта для поэтапной модернизации здания принято 10-этажное односекционное здание, расположенное в г. Полоцке. На первом этапе расчетов используется модернизированный теплый чердак, на втором этапе добавлен навесной вентилируемый светопрозрачный фасад, а на третьем этапе учитывалась установка теплоутилизатора – пластинчатого рекуператора дополнительно. Расчетная схема отопительно-вентиляционной системы здания представлена на рис. 4.

Результаты выполненных расчетов по минимизации теплопотребления от внешних энергоисточников на тепловоздухоснабжение жилых модернизированных чердачных зданий при 3-ступенчатой схеме рекуперации трансмиссионной теплоты, теплоты удаляемого вытяжного воздуха и природной теплоты солнечной радиации иллюстрируется графически на рис. 5, из которого следует, что при расчетных значениях наружных температур $t_n = -25^\circ\text{C}$ для географического района г. Полоцка при базовой нагрузке на систему отопления $Q_{от} = 149159$ Вт нагрузка на систему отопления снижается на 73,5% и составляет $Q_{от}^1 = 39406$ Вт, а при значениях $t_n = -3,2^\circ\text{C}$ выше средних значений за отопительный период не только полностью снимается нагрузка на обогрев и вентиляцию здания от внешних энергоисточников, но и обеспечивает значительную экономию материальных средств и энергоресурсов.

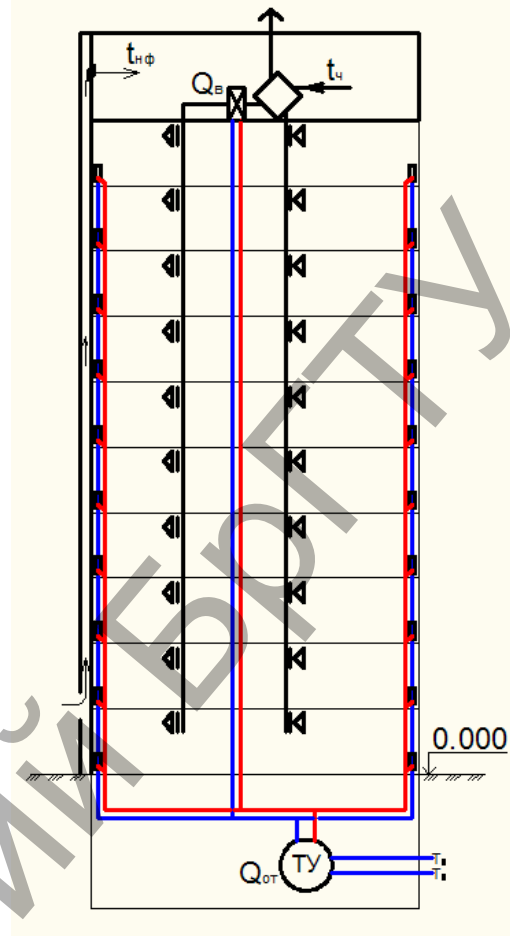


Рисунок 4

Заключение. На основании вышеизложенного по результатам выполненных патентных исследований, аналитических изысканий и инженерных расчетов можно сделать следующее заключение:

- предлагаемая технологическая схема инновационной модернизации конструктивных решений жилых чердачных зданий повышенной теплозащиты и герметичности с использованием навесных вентилируемых светопрозрачных фасадных систем и технических чердаков, функционирующих как объемные секционные приточные вентиляционные камеры с установкой в них теплоутилизаторов-рекуператоров теплоты вытяжного воздуха пластинчатого типа, обеспечивает снижение энергопотребления от внешних энергоисточников на отопление и вентиляцию на 73,5% за счет 3-ступенчатой схемы рекуперации трансмиссионной теплоты через вертикальные и потолочные наружные ограждения и рекуперации теплоты вытяжного воздуха при расчетных значениях наружных температур $t_n = -25^\circ\text{C}$, а при повышении наружной температуры до средних значений за отопительный период $t_n^{cp} \geq -3,2^\circ\text{C}$ расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию не только обнуляется, но и дает экономию энергоресурсов, существенно снижает энергоемкость при эксплуатации жилых зданий;
- снижение энергозатрат в жилищно-коммунальном секторе экономики при нынешнем энергопотреблении свыше 35% всех видов энергоресурсов сулит значительные экономические выгоды, т. к. по данным СовМина РБ от 28.11.14 года [7] стоимость 1 Гкал тепловой энергии составляет 95281 руб. (1 кВт·ч стоит 81,94 руб.) экономия материальных средств за отопительный период только для односекционного 10-этажного жилого дома составляет около 50 млн. бел. руб.;
- помимо экономической выгоды, предлагаемая технология энергоэффективного тепловоздухоснабжения жилых зданий улучшает экологическую обстановку в жилой городской зоне от снижения выбросов в атмосферу от несгоревшего сэкономленного органического топлива и повышает комфортные условия проживания благодаря устойчивой работе систем отопления и вентиляции зданий;

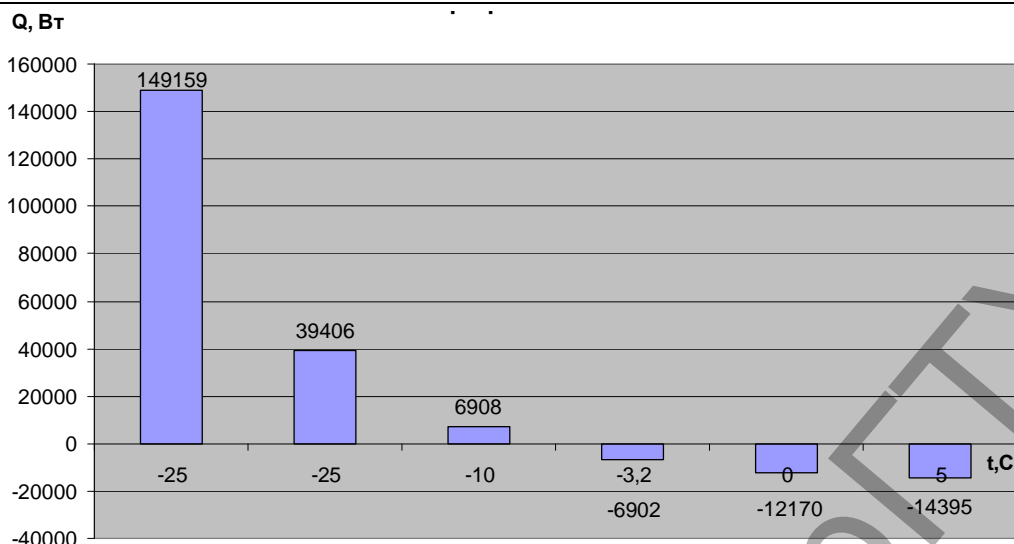


Рисунок 5

- возвращаясь к рис. 4 расчетной схемы отопительно-вентиляционной системы модернизированного жилого здания, сам собой напрашивается основной вывод настоящей работы: если значительно большая часть отопительно-вентиляционной нагрузки от внешнего энергопотребления выполняется за счет более широкого использования резерва внутреннего потенциала вторичных энергоресурсов и природной энергии солнечной радиации, то почему весь оставшийся недостаток теплоты не направить на подогрев приточного воздуха и тем самым, исключив необходимость устройства энерго-металлоемких водяных систем отопления, полностью перейти на экономичный режим воздушного отопления, совмещенного с интенсивной вентиляцией модернизированных жилых чердачных зданий?

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- Липко, В.И. Вентиляция герметизированных зданий. – Новополоцк: Полоцкий государственный университет, 2000. – Т.1. – 300 с.: ил.
- Рекомендации по проектированию железобетонных крыш с «тёплым» чердаком для многоэтажных жилых зданий // ЦНИИЭП жилища. – М.: Стройиздат, 1986. – 24 с.
- Малахов, М.А. Опыт проектирования естественно-механической вентиляции в жилых зданиях с теплыми чердаками / М.А. Мала-

- А.Е. Савенков. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.abok.ru/for_spec/html. – Дата доступа: 05.02.2015.
- Технологический чердак здания: патент № 9618 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; решение о выдаче патента на полезную модель 22.07.2013 // Афіцыйны бюл/Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2013.
- Рекуперативное устройство приточно-вытяжной вентиляции здания: патент № 8381 Республика Беларусь, МПК (2006.01) F24D7/00/ В.И. Липко, С.В. Липко; заявитель Полоцкий государственный университет. – №и20120004; заявл. 02.01.2012; решение о выдаче патента на полезную модель 20.03.2012 // Афіцыйны бюл/Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2012.
- Ланкович, С.В. Инновационная модернизация технологических чердаков и разработка теоретических основ тепломассообменных процессов многоэтажных зданий: магистерская диссертация. – Новополоцк, 2015.
- Тарифы на тепловую энергию для населения [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.energo.grodno.by/node/68>. – Дата доступа: 05.02.2015.

Материал поступил в редакцию 16.04.15

LIPKO V.I., LANKOVICH S.V. Innovative modernization of systems of heat supply of garret buildings by criterion of energy saving

The submissions of patent research innovative modernization of technological schemes and constructional solutions energy efficient systems of heating and air supply residential buildings with ventilated translucent facade systems and technology attics, functioning as a volume breakout inlet plenum with heat exchangers-recuperators heat of the exhaust air, which can reduce 75% of the heating demand from external sources and enable a smooth transition from energy and metallostroy hot water heating systems to energy-efficient systems of air heating, combined with intense ventilation and improvement of comfort conditions with minimum energy consumption.

УДК 628.162.1

Житенёв Б.Н., Таратенкова М.А.

УДАЛЕНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Введение. В настоящее время промышленность является крупнейшим потребителем воды питьевого качества. В 2013 году на производственные нужды её использовалось от 15,3 % в г. Гродно и до

76,8 % в г. Бресте. Учитывая то, что вода питьевого качества для систем водоснабжения крупных городов забирается из подземных источников, в которых она отличается высочайшим качеством, мож-

Житенёв Борис Николаевич, к.т.н., доцент, профессор кафедры водоснабжения, водоотведения и охраны водных ресурсов Брестского государственного технического университета.

Таратенкова Майя Александровна, магистрантка кафедры водоснабжения, водоотведения и охраны водных ресурсов Брестского государственного технического университета.

Беларусь, БрГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.

Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология