

УДК 697.921.4

Энергосбережение с применением утилизаторов теплоты

Канд. техн. наук., доцент **Немировская В.В.**, nvv-kv@yandex.ru

Кузовлев А.В. krew686@gmail.com

Университет ИТМО

191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9

После принятия федерального закона 261-ФЗ от 23 ноября 2009 г. «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности...» в России активизировалось проектирование и строительство энергоэффективных зданий, оснащенных энергоэкономичными системами жизнеобеспечения. Для их создания должны использоваться энергосберегающие технологии и материалы с энергоэффективными системами жизнеобеспечения.

Одной из основных характеристик энергетической эффективности зданий принято считать удельный расход энергии на системы отопления и вентиляции помещений в год. К сожалению, мы значительно отстаем от большинства европейских стран по данному показателю. Снижение удельного расхода энергии на системы отопления и вентиляции можно прогнозировать.

Требования к инженерным сетям постоянно растут, поэтому необходимо индивидуально подходить к объекту. Основным документом, описывающим комплекс требований к зданиям разного назначения и их инженерным системам, является «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений». В статье 20 этого документа изложены «Требования к обеспечению качества воздуха»

Недостаточное использование в массовом строительстве современных энергосберегающих технологий приводит к большим затратам на энергоресурсы.

Ключевые слова: энергоэффективность, энергосберегающие технологии, теплоутилизаторы, системы жизнеобеспечения.

Energy savings using waste heat recovery heat

Ph.D. Nemirovskaya V.V. nvv-kv@yandex.ru

Kuzovlev A.V. krew686@gmail.com

ITMO University

191002, Russia, St. Petersburg, Lomonosov str., 9

After adoption of the federal law 261-FZ of November 23, 2009. "About energy saving and increase of power efficiency ..." in Russia design and construction of the power effective buildings equipped with energy-efficient life support systems became more active. For their creation energy saving technologies and materials with power effective life support systems have to be used.

It is considered to be one of the main characteristics of power efficiency of buildings specific power consumption on systems of heating and ventilation of rooms in a year. Unfortunately, we considerably lag behind the majority of the European countries on this indicator. Decrease in specific power consumption on systems of heating and ventilation can be predicted.

Requirements to engineering networks constantly grow therefore it is necessary to approach object individually. The main document describing a complex of requirements to buildings of different function

and their engineering systems are "The technical regulations about safety of buildings and constructions". In article 20 of this document "Requirements to ensuring quality of air" are stated

Insufficient use in mass building of modern energy saving technologies leads to big costs of energy resources.

Keywords: energy efficiency, energy saving technologies, heat exchanger, life support system.

Повышение энергоэффективности и энергосбережения являются основными показателями модернизации и роста конкурентоспособности российской экономики, ее полномасштабному внедрению в современный мировой рынок товаров и услуг. Поставленная государством цель: Снижение энерго- и ресурсопотребления, повышение экологической и энергетической эффективности, что в цифрах соответствует сокращению энергоемкости ВВП (Валовой Внутренний Продукт) страны на 35% к 2020 году от уровня 2008 года, - может быть реализована только в рамках системного подхода. А это значит, что в большей мере сберечь и экономить необходимо на всех этапах преобразования энергии, начиная с добычи энергоносителей и заканчивая потреблением чистой (адаптированной к энергопотребителям) энергии инженерным оборудованием зданий и сооружений [1].

На сегодняшний день можно констатировать, что технологии, которые позволяют нам решать сложные задачи, реализуются не только на демонстрационных проектах, но и в качестве коммерческих объектов, где выбор тех или иных решений технико-экономически обоснован.

После принятия федерального закона 261-ФЗ от 23 ноября 2009 г. «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности...» [2] в России активизировалось проектирование и строительство энергоэффективных зданий. Для их создания должны использоваться энергосберегающие технологии и материалы. В зданиях должны эксплуатироваться энергоэффективные системы жизнеобеспечения.

Одной из основных характеристик энергетической эффективности зданий принято считать удельный расход энергии на системы отопления и вентиляции помещений в год. К сожалению, мы значительно отстаем от большинства европейских стран по данному показателю.

Снижение удельного расхода энергии на системы отопления и вентиляции можно прогнозировать. [3,4] Для этого строятся планы - графики. Такой план-график снижения удельного расхода на отопление и вентиляцию помещений для г. Москвы и Московской области приведен на рис. 1.



Рис. 1. Снижение удельного расхода энергии на отопление и вентиляцию в зданиях

Требования к инженерным сетям постоянно растут, поэтому необходимо индивидуально подходить к объекту. Основным документом, описывающим комплекс требований к зданиям разного

назначения и их инженерным системам, является «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» [5]. В статье 20 этого документа изложены «Требования к обеспечению качества воздуха»

Недостаточное использование в массовом строительстве современных энергосберегающих технологий приводит к большим затратам на энергоресурсы.

Согласно оценкам профессора, Ю.А. Табунщикова [6], по мере повышения требований к показателям теплозащиты ограждающих конструкций доля затрат тепловой энергии на подогрев вентиляционного воздуха (теплопотери за счет воздухообмена) в балансе теплопотерь будет еще увеличиваться по сравнению с теплопотерями за счет теплопередачи через оболочку здания. Это подтверждает построенная для Москвы диаграмма теплопотерь в многоквартирных домах на 2016 год. (рис. 2).

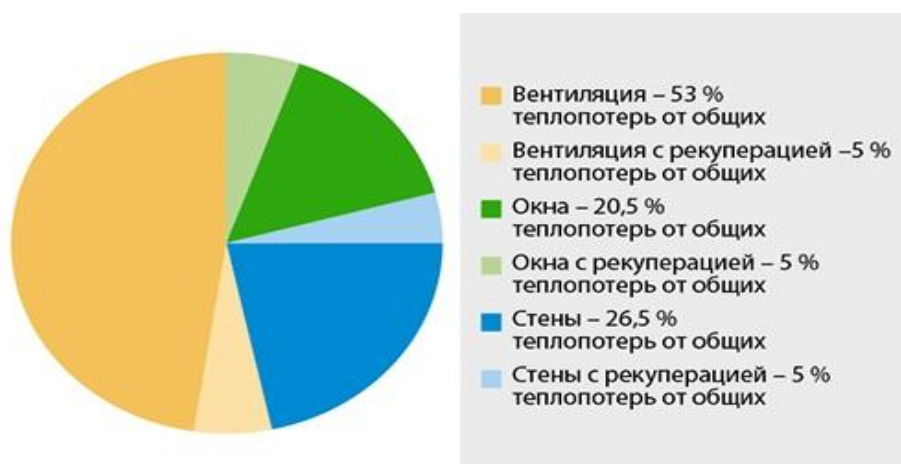


Рис. 2. Диаграмма теплопотерь в многоэтажных домах в соответствии с планами на 2016 год (стены, окна, вентиляция) до и после внедрения системы активного энергосбережения

В современных условиях система вентиляции, как правило, работает совместно с системой отопления здания, а иногда полностью ее заменяет. Для подогрева воздуха в вентиляционных системах используются воздухонагреватели, для работы которых требуются большие затраты энергии [7].

Одним из системных подходов является экономия энергоресурсов с помощью рекуперации теплоты.

Рекуперация теплоты - это процесс нагрева холодного приточного воздуха теплым удаляемым воздухом с помощью теплопередачи. Теплый воздух не удаляется через открытое окно, а отдает свою теплоту приточному воздуху в рекуператоре при удалении через систему вентиляции.

Рекуперация осуществляется в теплообменном аппарате за счет теплообмена между вытяжным каналом и притоком. В настоящее время для осуществления теплообмена используют несколько основных типов теплообменников: рекуперативные и регенеративные.

К рекуперативному типу относятся:

– перекрестноточный рекуперативный теплообменник (рис. 3), в котором несмешивающиеся воздушные потоки притока и вытяжки текут по многочисленным каналам с общими для разных потоков стенками. Для пластинчатого типа теплообменника рекуперация теплоты по разным данным может составлять от 40 до 70% в зависимости от соотношения расходов наружного и удаляемого воздуха и разности температур на входах в теплообменник. Переток воздуха при заданной рабочей точке вентилятора составляет от 1 до 3 %.

Изготавливается пластинчатый теплообменник, как правило, из алюминиевых пластин, которые создают систему каналов. Вытяжной воздух проходит через каждый второй канал теплообменника и

нагревает пластины, его образующие. Приточный воздух проходит через остальные каналы и нагревается при соприкосновении с нагретыми вытяжным воздухом стенками каналов.

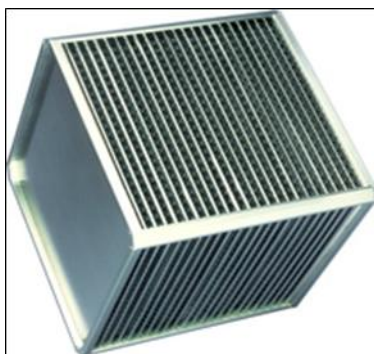


Рис. 3. Пластинчатый рекуператор

Модульная конструкция теплообменников позволяет скомпоновать теплоутилизатор любой производительности в соответствии с техническим заданием. Для увеличения эффективности теплоутилизатора может устанавливаться несколько теплообменников по ходу движения воздуха (друг за другом).

Эффективность процесса переноса теплоты для теплообменников-утилизаторов оценивается по относительному перепаду температур (температурная эффективность) для вытяжного и приточного направления воздуха [8]:

Формула для вытяжного направления воздуха:

$$\Phi_1 = \frac{t_{11} - t_{12}}{t_{11} - t_{21}}$$

Формула для приточного направления воздуха:

$$\Phi_2 = \frac{t_{22} - t_{21}}{t_{11} - t_{21}}$$

где, Φ – температурная эффективность (относительный перепад температур), %;

t_{22} – температура приточного воздуха на выходе из теплоутилизатора, °С;

t_{21} – температура приточного воздуха на входе в теплоутилизатор, °С;

t_{11} – температура удаляемого воздуха на входе в теплоутилизатор, °С;

Направление движения воздушных потоков в пластинчатом рекуператоре показаны на (рис.4) где, даны индексы температур из формул (1) и (2).

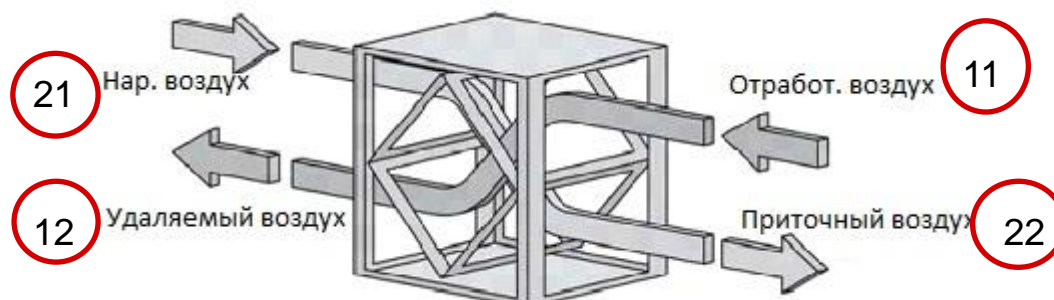


Рис. 4. Направление движения воздушных потоков в пластинчатом рекуператоре

Следующим типом рекуперативного теплообменника является **противопоточный пластинчатый рекуператор** (рис. 5), у которого сравнительно высокий КПД теплообмена воздушных потоков, достигающий при определенных параметрах воздуха в ряде случаев 85%, что делает возможным использование системы жизнеобеспечения без второго подогрева воздуха. Применяется при малых расходах (до 2000 м³/ч).

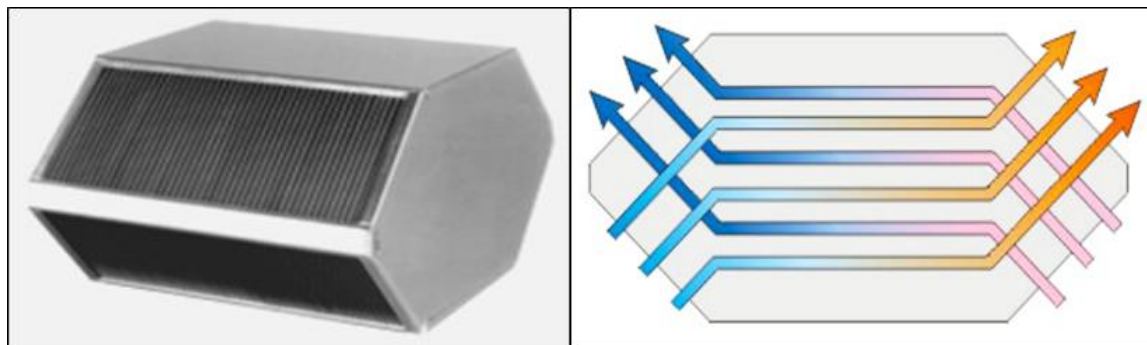


Рис. 5. Противопоточный пластинчатый теплообменник

К регенеративному типу относятся:

- роторный регенеративный теплоутилизатор (рис. 6), в котором теплообмен происходит в роторе, при этом происходит частичное смешение приточного и вытягиваемого воздуха. Степень рекуперации теплоты для этого типа аналогична показателям пластинчатого рекуператора.

Воздухо-воздушные теплообменники (вращающиеся теплоутилизаторы) предназначены для утилизации теплоты удаляемого воздуха в системах вентиляции и кондиционирования воздуха.

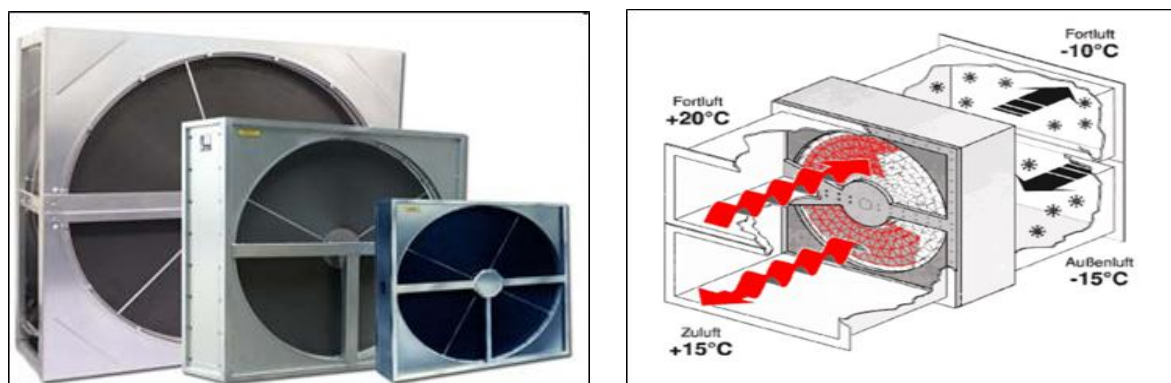


Рис. 6. Роторный рекуператор

В этих теплоутилизаторах процесс теплообмена осуществляется по регенеративному принципу. Через ротор встречными потоками проходит приточный и вытяжной воздух. Если установка работает на обогрев, то вытяжной воздух отдает теплоту тому сектору ротора, через который он проходит. Когда этот нагретый сектор ротора попадает в поток холодного приточного воздуха, приточный воздух нагревается, а ротор, соответственно, охлаждается. Если система работает на охлаждение, то теплота передается от теплого приточного холодному вытяжному воздуху.

Эффективность процесса теплообмена регулируется изменением скорости вращения ротора с помощью частотного преобразователя.

Следующий тип рекуператора - **рекуператор с промежуточным теплоносителем**, в котором потоки притока и вытяжки разнесены в пространстве на некоторое расстояние, а перенос теплоты между вентиляционными каналами осуществляется путем перекачки жидкого теплоносителя между

индивидуальными теплообменниками в каналах, когда необходимо гарантированно исключить воздухообмен между вытяжкой и притоком:

На (рис.7) изображен рекуператор с промежуточным теплоносителем.

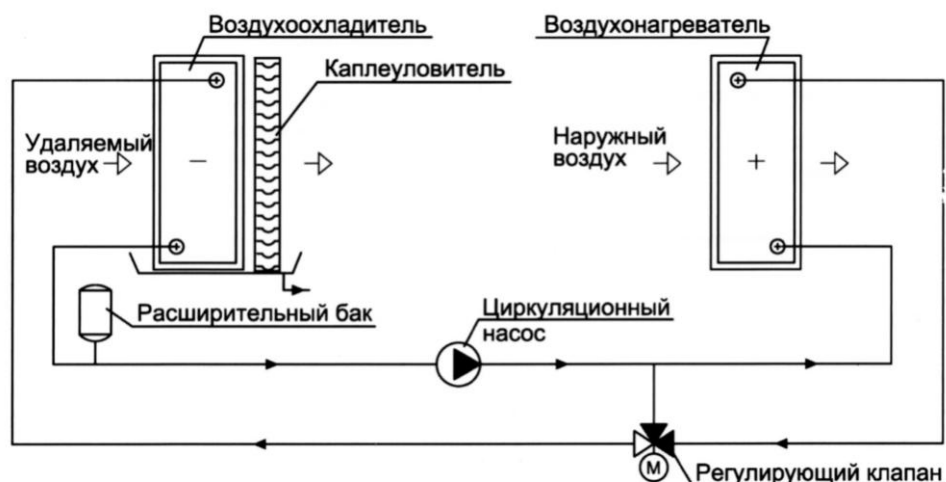


Рис.7. Рекуператор с промежуточным теплоносителем

Далее приводится сравнительная таблица №1 по рекуперации теплоты при использовании различных типов рекуператоров в системах жизнеобеспечения [9]:

Таблица № 1

	Пересечение воздуховодов в одном месте	Возможность перетока воздуха	Подвижные механические детали	КПД Рекуперации
Пластинчатый рекуператор	Да	Незначительный переток до 1%	Нет	40-70%
Противопоточный пластинчатый рекуператор	Да	Незначительный переток до 1%	Нет	70-85%
Водяной рециркуляционный рекуператор	Нет	Нет	Нет	30-50%
Роторный рекуператор	Да	Да	Да	70-80%

Как видно из таблицы № 1 использование различных типов рекуператоров:

- Пластинчатый рекуператор (перекрестноточный) применяется в большинстве случаев, где допускается незначительный переток воздуха до 1% и не допускается смешение приточного и вытяжного воздуха.
- Пластинчатый рекуператор (противопоточный) его применение обусловлено большой поверхностью теплообмена, но применение ограничено в связи с небольшой пропускной способностью из-за большого местного сопротивления. Максимальный расход воздуха, способный пропустить через себя противопоточный пластинчатый рекуператор до 2000 м³/ч.
- Водяной рециркуляционный рекуператор применяется там, где строго недопустимо смешение воздушных потоков приточного и вытяжного воздуха. При малых габаритах помещения, в котором нет возможности разместить приточный и вытяжной каналы системы жизнеобеспечения. Обходятся разнесением на определенное расстояние с соединением жидкостной линии узлами обвязки.

- Роторный рекуператор используют в случаях, где переток воздушных масс допустим. Помимо теплоотдачи происходит перенос влаги между приточным и вытяжным воздухом в системах жизнеобеспечения. Коэффициент полезного действия у таких рекуператоров при определенных условиях эксплуатации сравнительно высокий.

Использовать один тип рекуператора для всех случаев невозможно, это связано с определенными условиями, в которых будет эксплуатироваться системы жизнеобеспечения, включающие в себя рекуперацию теплоты и техническим заданием от проектного института.

В таблице № 2 приведены сроки окупаемости с применением системы жизнеобеспечения с пластинчатым рекуперативным перекрестно-точным теплообменником [10]:

Таблица № 2

Климатические данные			Время работы		
Средняя температура в помещении	18 °С		Дней в году	120 д	
Средняя наружная температура	5,7 °С		Часов в день	12 ч	
Данные по установке			Цены		
Расход	20000 м ³ /ч		тепло	0,035 €	
КПД источника тепла	0,85		электричество	0,07 €	
коэффициент рекуперации	0,6				
Мощность вентиляторов с рекуперацией	10 кВт				
Мощность вентиляторов без рекуперации	7 кВт				
Результаты за год					
Годовое потребление тепла без рекуперации(кВт/ч)	141696 кВт/ч		4959,36 €		
Рекуперация (кВт/ч)	85018 кВт/ч		2975,616 €		
Годовое потребление тепла(кВт/ч)	56678 кВт/ч		1983,744 €		
Потребление электроэнергии	14400 кВт/ч		1008 €		
Потребление электроэнергии (без рекуперации)	10080 кВт/ч		705,6 €		
Годовая экономия			2673,216 €		

Вывод

Применение рекуператоров совместно с другими методами, повышающими энергоэффективность, позволит сэкономить от 50 до 80% теплоты воздуха, уходящего из помещения вместе с вытяжным воздухом. Эффективность энергосберегающих технологий резко повышается при использовании автоматической системы регулирования подачи теплоты и холода в вентилируемое помещение, связанной с системой климат-контроля.

Климат-контроль - это система, состоящая из кондиционера, отопительной системы, системы фильтрации, специальных датчиков, расположенных в разных местах, а также электронного блока управления климатом. Система климат-контроля обеспечивает автоматическое регулирование параметров воздушной среды в помещении.

При правильной эксплуатации современных устройств для регенерации (рекуперации) теплоты / холода, их срок практически неограничен, а работоспособность сохраняется даже в суровых климатических условиях.

Для выбора необходимого типа рекуператора, необходимо точно знать особенности эксплуатации устройства и возможность его внедрения в ту или иную вентиляционную систему.

Список литературы

1. Бирюков П.П., Табуничиков Ю.А. Журнал «Энергосбережение» Специальный выпуск. 2014.
2. Федеральный закон от 23 ноября 2009 г. N 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» (с изменениями и дополнениями).
3. Шубин И., Спиридонов А. Законодательство по энергосбережению в США, Европе и России. Пути решения // Вестник МГСУ. – 2011. – 3. Т.
4. Шубин И., Спиридонов А. Проблемы энергосбережения в российской строительной отрасли // Энергосбережение. – 2013.
5. Технический регламент о безопасности зданий и сооружений (с изменениями на 2 июля 2013 года), изд. г. Москва, Кремль, 30 декабря 2009 г., N 384-ФЗ.
6. Табуничиков Ю.А., Малозатратные оперативные мероприятия по экономии энергии // Энергосбережение. – 2012. – 8.
7. Бараненко А.В., Попов А.В., Тимофеевский Л., Волкова О.В. Абсорбционные бромисто-литиевые преобразователи теплоты нового поколения // Холодильная техника. 2001. № 4.
8. Бараненко А.В. Итоги работы МАХ в 2012–2013 годах (доклад президента МАХ на 20-м общем годовом собрании 23 апреля 2013 г.) // Вестник Международной академии холода. 2013. № 2. С. 4-12.
9. Кокорин О.Я. Энергосберегающие технологии функционирования систем вентиляции, отопления, кондиционирования воздуха (систем ВОК). – М. : Проспект, 1999.
10. Каталоги завода вентиляционного оборудования A-Clima Rostech 2014
11. Презентации и лабораторные исследования компании Rosenberg Ventilatoren GmbH 2013.
12. Каталоги Rosenberg Ventilatoren GmbH 2013.

References

1. Biryukov P.P., Tabunshchikov Yu.A. Zhurnal «Energoberezhenie» Spetsial'nyi vypusk. 2014.
2. Federal'nyi zakon ot 23 noyabrya 2009 g. N 261-FZ «Ob energoberezhении i o povyshenii energeticheskoi effektivnosti i o vnesenii izmenenii v otdel'nye zakonodatel'nye akty Rossiiskoi Federatsii» (s izmeneniyami i dopolneniyami).
3. Shubin I., Spiridonov A. Zakonodatel'stvo po energoberezheniyu v SShA, Evrope i Rossii. Puti resheniya // Vestnik MGSU. – 2011. – 3. T.
4. Shubin I., Spiridonov A. Problemy energoberezheniya v rossiiskoi stroitel'noi otrasli // Energoberezhenie. – 2013.
5. Tekhnicheskii reglament o bezopasnosti zdaniy i sooruzheniy (s izmeneniyami na 2 iyulya 2013 goda), izd. g. Moskva, Kreml', 30 dekabrya 2009 g., N 384-FZ.
6. Tabunshchikov Yu.A., Malozatratnye operativnye meropriyatiya po ekonomii energii // Energoberezhenie. – 2012. – 8.
7. Baranenko A.V., Popov A.V., Timofeevskii L., Volkova O.V. Absorbtsionnye bromisto-litievye preobrazovateli teploty novogo pokoleniya // Kholodil'naya tekhnika. 2001. № 4.
8. Baranenko A.V. Itogi raboty MAKh v 2012–2013 godakh (doklad prezidenta MAKh na 20-m obshchem godichnom sobranii 23 aprelya 2013 g.) // Vestnik Mezhdunarodnoi akademii kholoda. 2013. № 2. S. 4-12.
9. Kokorin O.Ya. Energoberegayushchie tekhnologii funktsionirovaniya sistem ventilyatsii, otopleniya, konditsionirovaniya vozdukh (sistem VOK). – M. : Prospekt, 1999.
10. Katalogi zavoda ventilyatsionnogo oborudovaniya A-Clima Rostech 2014
11. Prezentsatsii i laboratornye issledovaniya kompanii Rosenberg Ventilatoren GmbH 2013.
12. Katalogi Rosenberg Ventilatoren GmbH 2013.