

Новое в энергоэффективной вентиляции

А. Гринкевич, О. Кузь

В последние годы широкое распространение получили роторные рекуператоры. Они имеют высокий КПД и сложный, соответственно, дорогой, вращающийся регенеративный теплообменник. Авторы данной статьи на одном из объектов, на базе децентрализованных рекуператоров «Эко-Вент» разработали и ввели в эксплуатацию централизованную систему энергоэффективной вентиляции с неподвижными регенеративными теплообменниками, что позволило значительно снизить капитальные затраты и повысить эффективность системы.

В последние 10–15 лет в европейских и других странах широкое распространение получили роторные рекуператоры в централизованных вентиляционных системах и децентрализованные реверсивные рекуператоры с регенеративным теплообменником. Украина начала повторять этот путь, так как применение современной вентиляции значительно сокращает расходы на отопление и кондиционирование (до 50%), а также позитивно влияет на здоровье человека и повышает производительность труда.

Главным агрегатом централизованной энергоэффективной приточно-вытяжной системы вентиляции является рекуператор, в котором происходит передача тепла от вытяжного воздуха к приточному. Есть также системы с использованием тепловых насосов, но они относятся к другому классу климатических систем, поэтому в рамках данной статьи не рассматриваются.

Анализ технологий

На мировом, в том числе украинском, рынках предлагаются рекуператоры с разными конструкциями теплообменников, как правило, в четырех вариантах конструктивного исполнения: **ради-**

аторные, типа «тепловая труба», пластинчатые, роторные.

Радиаторные рекуператоры – с жидким промежуточным теплоносителем (рис. 1). Этот тип конструкции исключает возможность переноса загрязнений или запаха от выходящего воздуха входящему. Из-за низкого, около 60% КПД (доля сохраненного явного тепла от выбрасываемого наружу с вытяжным воздухом), применяются редко, но в случае удаленности вытяжных и приточных воздуховодов друг от друга это решение иногда бывает оправдано;

Рекуператоры **типа «тепловая труба»** (рис. 2) представляют собой закрытую систему труб, заполненных фреоном. При нагревании выходящим воздухом фреон испаряется, когда проходит входящий воздух, пар конденсируется и становится жидкостью. Загрязнения и запах не передаются, но и КПД невысок – до 70%, поэтому данный тип также не получил широкого распространения, в том числе из-за фактора стоимости;

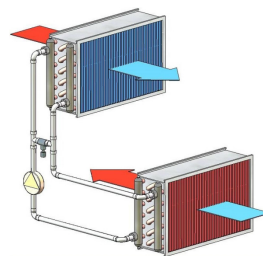


Рис. 1.
Радиаторные рекуператоры с жидким промежуточным теплоносителем

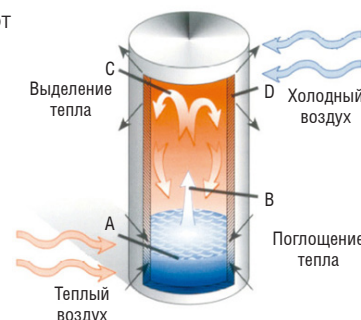


Рис. 2.
Рекуператор типа «тепловая труба»

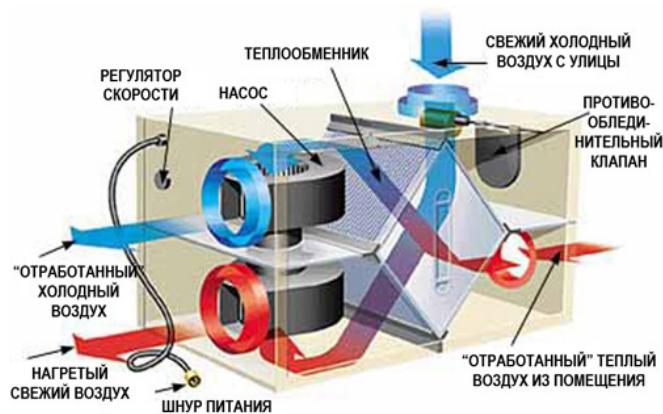


Рис. 3. Классический пластинчатый рекуператор

Пластинчатые теплообменники (один из классических простых вариантов представлен на рис. 3) наиболее распространены среди установленных агрегатов. Их КПД рекуперации варьируется в широких пределах 50 – 85%, в зависимости от габаритов теплообменника, толщины и материала его пластин, зазоров между ними, наличия турбулизаторов на поверхности пластин, количества секций теплообменника и, соответственно, цены. Основные недостатки – при хорошей эффективности (КПД/производительность) – большие габариты и стоимость. Теплообменники трудоемки в очистке, а многие из них невозможно полностью обслужить, так как они громоздки и неразборные. В любом случае такой аппарат значительно осушает воздух, что опасно для здоровья, особенно, детей. Впрочем, существует оборудование такого типа с использованием влагопроницаемых теплообменников из специальной целлюлозы, но они не работают при низких температурах наружного воздуха (ниже -10 – -15 °С), а КПД находится в пределах 65 – 80%;

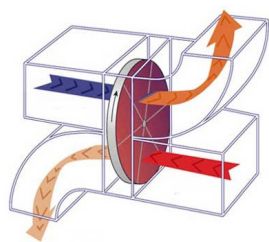


Рис. 4. Роторный рекуператор

Роторные рекуператоры (рис. 4) применяются все чаще, а в крупных вентиляционных системах уже практически стали лидерами. Имеют регенеративный теплообменник, обычно алюминиевый, в виде диска (сотовый, перфорированный или ячеисто-ленточный). КПД рекуперации составляет 80–90%. Очистить и провести обеззараживание роторного теплообменника значительно легче, чем пластинчатого. Это важно в случае загрязнений биологическими субстанциями, например, слоем плесени, которая при благоприятных условиях активизируется, распространяется по приточным каналам и помещениям, выделяя токсичный афлотоксин. В дорогих высокотехнологичных установках для нейтрализации биосубстанций используют бактерицидное излучение.

Роторные рекуператоры имеют специфические конструктивные недостатки:

- подмес в приточный канал вытяжного воздуха вследствие не герметичности уплотнителей, непосредственно соприкасающихся с ротором, при его высокой скорости вращения;
- высокая материалоемкость и трудоемкость;

– стоимость производства и техобслуживания определяют большие капитальные вложения и постоянные эксплуатационные затраты.

Техобслуживание и ремонт должны проводить специалисты высокой квалификации. Большие затраты электроэнергии на вращение массы ротора с высокой скоростью заметно снижают коэффициент использования (COP), а следовательно общую энергетическую эффективность рекуператора и всей вентиляционной системы в целом, вопреки высокому КПД агрегата по явной теплоте.

Инновационное решение

Используя преимущества регенерации, но уходя от сложного, дорогого роторного теплообменника, авторами статьи на одном из объектов в г. Киеве, на базе децентрализованных рекуператоров «Эко-Вент» (производства украинской компании «Санта-Инжбуд») разработана и введена в эксплуатацию централизованная система энергоэффективной вентиляции с неподвижными теплообменниками регенеративного типа. Для решения этой задачи был использован компактный блок канальных тепловых аккумуляторов (патент Украины № UA 95195) и простой воздухораспределительный узел с обратными клапанами (рис. 5, 6).

Модуль рекуперации на базе этого воздухораспределительного узла со стандартными рекуператорами модельной линейки «Эко-Вент» является главным новым технологическим ядром повышения энергоэффективности и технологичности системы вентиляции (по сравнению с роторными рекуператорами).

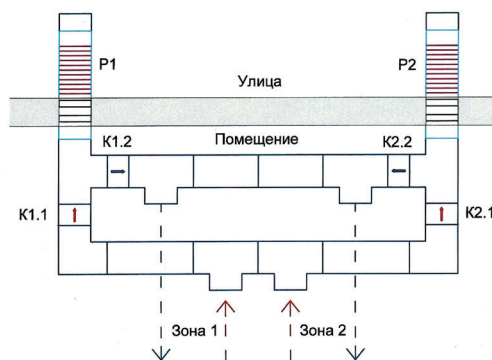


Рис. 5. Схема воздухораспределительного узла с рекуператорами



Рис. 6. Воздухораспределительный узел в процессе монтажа (вид сверху)

Схема работы

Система работает на две зоны: раздевалка, душевая, санузел (зона 1) и кафе (зона 2). При этом каждая из зон работает по своему алгоритму с приоритетом работы по зоне 1, как по временному графику, так и по датчику влаги, который установлен в зоне душевой.

Рассмотрим детально работу системы. При включении питания напряжение подается на таймеры-реле зоны 1 и зоны 2, где заданы временные графики по каждой из зон, а также на датчик влаги, установленный в душевой. При срабатывании датчика влаги или таймер-реле зоны раздевалки, напряжение подается на электронный пульт управления (ЭПУ) рекуператоров P1 и P2, на каналные вентиляторы зоны 1 и на реле приоритета, которое разрывает цепь управления по зоне 2. При условии отсутствия запроса по зоне 1 и срабатывании таймер-реле зоны кафе, включаются рекуператоры P1 и P2 и, соответственно, каналные вентиляторы зоны 2.

При работе зоны 1 или зоны 2 ЭПУ циклически подает питание на вентиляторы рекуператоров P1 и P2, причем если на P1 работает приточный вентилятор, то на P2 работает вытяжной и наоборот. Стандартный ЭПУ (рис. 7) на лицевой панели имеет цифровой индикатор температуры вытяжки-притока в реальном времени, регулятор оборотов вентиляторов притока (слева) и вытяжки (справа), регулятор длительности цикла (диапазон от 60 до 180 секунд) для настройки системы и оптимизации КПД рекуперации.

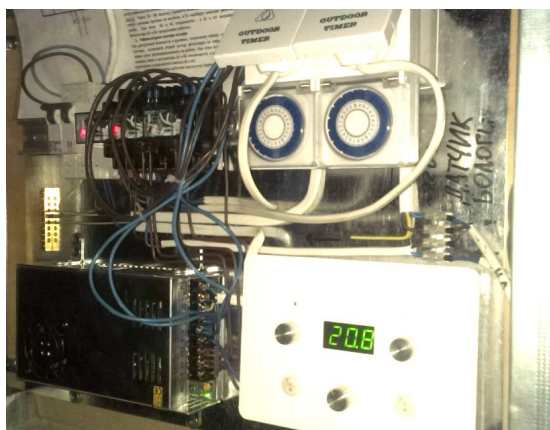


Рис. 7. Блок управления со стандартным ЭПУ

Цикл 1. Рекуператор P1 работает на приток, обратный клапан K1.1 закрыт за счет противодействия, а K1.2 открыт, и свежий воздух поступает в приточную магистраль зоны 1 или зоны 2 за счет работы соответствующих вентиляторов-доводчиков (при проектировании приточно-вытяжных трактов обеих зон были использованы рекомендации Е.Караджи и Ю.Московко по оптимизации архитектуры воздуховодов и позиционирования вентиляторов-доводчиков, опубликованные в журнале «AW-Therm» за март-апрель 2015 г., с. 46–49).

Рекуператор P2 работает на вытяжку и вытяжной воздух из соответствующей зоны через клапан K2.1 удаляется наружу, нагревая теплообменник рекуператора P2.

Цикл 2. По истечении времени цикла ЭПУ переключает режим работы рекуператоров: P1 переключается с режима притока на вытяжку, а P2, наоборот, начинает работать на приток. При этом K2.1 и K1.2 открываются, а K1.1 и K2.2 закрываются. Нагретый в предыдущем цикле теплообменник P2 нагревает холодный приточный воздух, а теплообменник P1 – нагревается вытяжным воздухом. Вентиляторы-доводчики соответствующей зоны продолжают работать. Далее цикличность повторяется.

Производительность системы составляет до 150 м³/час. КПД рекуперации: 80–93% по явной теплоте. Электропотребление модуля рекуперации – 20 Вт, вентиляторов зоны 1 – 80 Вт, зоны 2 – 40 Вт. Протяженность воздуховодов зоны 1 – 23 м, зоны 2 – 9 м. Модуль вентиляции включает: два серийных рекуператора «Эко-Вент» (рис. 8) с регенеративными теплообменниками собственного производства из ячеистого морозостойкого полипропилена (патент UA 95195), вентиляторы 12DC (производительность 234 м³/час при 10 Вт) и блок питания 220AC/12DC импортного производства, электронный пульт управления собственной разработки и производства с использованием импортных компонентов. Остальная комплектация – украинских производителей.

Выводы

Из всего вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

1. Разработка и введение в эксплуатацию специального воздухораспределительного узла для нескольких рекуператоров с регенеративными теплообменниками и системы приточных и вытяжных воздуховодов позволяет значительно снизить капитальные затраты на реализацию современной вентиляции по сравнению с роторными рекуператорами. Аналогов такой системы мы не знаем.
2. Использование каналных вентиляторов-доводчиков постоянного тока снижает эксплуатационные затраты на электроэнергию более чем в 2 раза.
3. Правильно подобранная энергоэффективная вентиляция для новостройки или модернизации помещений быстро окупается (за 2–3 года) и, что не менее важно, сохраняет здоровье, повышает производительность труда и настроение человека.

Авторы будут благодарны за критические и другие отзывы через редакцию журнала.

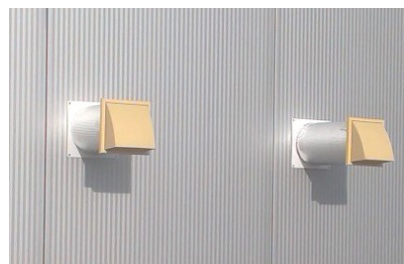


Рис. 8. Вид рекуператоров снаружи здания