



Рис. 1. Компоновочная схема трехтрубной системы

Использование такой системы имеет ряд преимуществ:

**Конструкция.** Отличительной особенностью трехтрубных VRF – систем от двухтрубных систем является наличие трех труб (линий), двух газовых и одной жидкостной, и RV блока, что позволяет независимо переключать внутренние блоки с одного режима на другой. Также каждый кондиционер оснащен пультовой системой управления (индивидуальный или беспроводной ПДУ) для управления, сервисного обслуживания и проведения пуско-наладочных работ при запуске системы.

**Экономичность.** VRF – системы высокой коэффициентом энергоэффективности, позволяют плавно регулировать производительность при любой нагрузке.

**Простота монтажа.** Запроектированная система состоит из готовых элементов (наружные, внутренние блоки, рефнетты (разветвители) и система управления) и не требует дополнительного оборудования. В новой серии VRF-систем длина трубопровода хладагента увеличена до 1000 м, расстояние между первым разветвителем фреоновой магистрали и наиболее удаленным внутренним блоком составляет 90 м, а перепад высот между внутренними блоками составляет 18 м, что является несомненным преимуществом перед обыкновенными сплит – системами.

**Комфорт.** Пониженный уровень шума, улучшенная система воздушораспределения, независимое регулирование воздушными заслонками и жалюзи с пульта управления.

В настоящее время основным требованием к системе кондиционирования больших зданий является многозональность или независимость функционирования каждого блока. Данное качество (рекуперация

тепла) реализовано в трехтрубных VRF – системах кондиционирования воздуха и является большим шагом в развитии климатической техники.

#### Список литературы

1. Каталог Mitsubishi Heavy Industries, Ltd. Системы кондиционирования.
2. <http://www.rusklimat.ru/catalog/vrf-system>.

#### ПУТИ СНИЖЕНИЯ ПОТЕРЬ ТЕПЛОТЫ ЧЕРЕЗ НАРУЖНЫЕ ОГРАЖДАЮЩИЕ КОНСТРУКЦИИ

Афоньшин С.А., Кочева Е.А.

Нижегородский архитектурно-строительный университет, Нижний Новгород, e-mail: exexex22@mail.ru

Решить задачу отопления храма и исключить выпадение конденсата на внутренних поверхностях можно путем приведения наружных ограждающих конструкций в состояние равновесной влажности с окружающим воздухом.

Исключить переувлажнение и конденсатообразование на стенах можно также повышением температуры внутреннего воздуха за счет мощности системы отопления. Такое решение не всегда может быть осуществлено в силу объективных экономических или технологических причин. Поэтому часто необходимо решить проблему выпадения конденсата и уменьшения теплотерь инженерными системами и конструктивными мерами, имеющими минимум капитальных и эксплуатационных затрат.

Одной из таких мер является высушивание наружных ограждающих конструкций храма с помощью осушения внутренней поверхности тепловым потоком при реконструкции.

После осушки общие потери теплоты зданием уменьшаются за счет изменения влажности строительной конструкции.

Исходными данные для расчета являются следующие величины:  $d_{ct}$ , м;  $\varphi_{ct}$ , %;  $t_b$ , °C;  $t_n$ , °C;  $F_{ct}$ , м<sup>2</sup>.

По формулам, представленным в [1,2,4], в зависимости от  $t_b$ , расчетной  $t_n$ , толщины стены  $d_{ct}$  и ее влажностных условий эксплуатации определяем величину сопротивления теплопередаче наружной ограждающей конструкции  $R_{ct}$ .

Затем, при известных площади одной стены  $F_{ct}$ , количестве наружных стен в подклете, их ориентации надземных частей по отношению к сторонам горизонта, четырех зон подземных частей,  $t_b$ ,  $t_n$ , определяются теплопотери через поверхность наружного ограждения  $Q_{ct}$ .

Пример №1. Определить изменение сопротивления теплопередаче стены  $\Delta R_{ct}$  при изменении влажности строительной конструкции от  $\varphi_{ct1}=20\%$  до  $\varphi_{ct2}=4\%$ , если  $d_{ct}=0,76$  м.

По графикам, приведенным в разделе 2.6.3, в зависимости от значений  $d_{ct}=0,76$  м,  $\varphi_{ct1}=20\%$ , находим величину  $R_{ct1}=0,478$  (м<sup>2</sup>×°C)/Вт. Аналогично при  $d_{ct}=0,76$  м,  $\varphi_{ct2}=4\%$  находим  $R_{ct2}=1,326$  (м<sup>2</sup>×°C)/Вт.

$$\Delta R_{ct} = R_{ct2} - R_{ct1} = 1,326 - 0,478 = 0,848 \text{ (м}^2 \times \text{°C) / Вт.}$$

Пример №2. Определить, как изменятся теплопотери храма, если при реконструкции влажность строительной конструкции изменится от  $\varphi_{ct1}=20\%$  до  $\varphi_{ct2}=4\%$  при следующих исходных данных:  $t_b=14$  °C,  $d_{ct}=0,76$  м,  $F_{ct}=5,0 \text{ м} \times 2,5 \text{ м} = 12,5 \text{ м}^2$ ,  $t_n=-30$  °C, стена ориентирована на север.

По графикам, приведенным в разделе 2.6.3, в зависимости от значений  $d_{ct}=0,76$  м,  $\varphi_{ct1}=20\%$ , находим величину  $R_{ct1}=0,478$  (м<sup>2</sup>×°C)/Вт. Аналогично при  $d_{ct}=0,76$  м,  $\varphi_{ct2}=4\%$  находим  $R_{ct2}=1,326$  (м<sup>2</sup>×°C)/Вт.

Тогда

$$K_{ct1} = 1/R_{ct1} = 1/0,478 = 2,09 \text{ Вт / (м}^2 \times \text{°C)};$$

$$K_{ct2} = 1/R_{ct2} = 1/1,326 = 0,75 \text{ Вт / (м}^2 \times \text{°C)}.$$

Общие потери теплоты теплопроводностью через наружные ограждающие конструкции  $Q_{ct}$  определяются согласно [3, 5].

Добавочные потери теплоты  $b$  определяются согласно рекомендациям п. 2 прил. 9 [1]. В данном случае помещение имеет одну наружную стену, обращенную на север, поэтому примем  $b=0,1$ .

Тогда потери тепла через стену составит

$$Q_{ct1} = \frac{2,09 \cdot 12,5 (14 - (-31))(1 + 0,1)}{1} = 1293 \text{ Вт};$$

$$Q_{ct2} = \frac{0,75 \cdot 12,5 (14 - (-31))(1 + 0,1)}{1} = 464 \text{ Вт.}$$

Уменьшение теплопотерь составит

$$\Delta Q = Q_{ct1} - Q_{ct2} = 1293 - 464 = 829 \text{ Вт.}$$

Относительное уменьшение теплопотерь через стены за счет изменения влажности наружной ограждающей конструкции

$$\frac{\Delta Q}{Q_{ок1}} = \frac{829}{1293} 100\% = 64\%.$$

Общие теплопотери храма по укрупненным показателям при  $h_{зд}=12$  м,  $l_{зд}=24$  м,  $a_{зд}=9$  м,  $Q_0=0,50$  Вт/(м<sup>2</sup>×°C) составят

$$Q_0 = q_0 h_{зд} l_{зд} a_{зд} (t_b - t_n) = 0,50 \cdot 12 \cdot 24 \cdot 9 (14 - (-31)) = 58320 \text{ Вт.}$$

Относительное уменьшение теплопотерь через наружные ограждающие конструкции по отношению к общим теплопотерям здания за счет изменения влажности стены составит

$$\frac{\Delta Q}{Q_0} = \frac{829}{58320} 100\% = 1,4\%.$$

Из проведенных расчетов следует, что за счет осушения даже небольшого участка наружной ограждающей конструкции можно достигнуть экономии тепловой энергии, равной 1,4% от общих первоначальных теплопотерь здания.

Расчеты показывают, что даже такое небольшое увеличение  $R_{ct}$  и снижение теплопотерь здания приводит к снижению  $t_n$ , при которой начинает выпадать конденсат на внутренней поверхности наружной ограждающей конструкции, на 0,5÷3,0°С при прочих равных условиях. Это позволяет в совокупности с другими мероприятиями обеспечить оптимальные условия для находящихся в нем людей, продуктов, церковной утвари и фресок, что способствует долгой функциональной надежности сооружения.

#### Список литературы

1. СНиП 41-01-2003. Отопление, вентиляция и кондиционирование / Госстрой России. – М., ФГУП ЦПП, 2004. – 76 с.
2. СТО 00044807-001-2006. Теплозащитные свойства ограждающих конструкций зданий.
3. Сизов Б.Т. Теплофизические аспекты сохранения памятников архитектуры / Б.Т. Сизов // АВОК. 2002. № 1. – С. 24-28.
4. Кочев А.Г. Основные зависимости для расчета тепловлажностных характеристик, влияющих на микроклимат и сохранность подклетов православных храмов / А.Г. Кочев, О.В. Пасякина // Прив. научн. журнал. – 2007. – № 3. – С. 75-82.
5. Кочев А.Г. Задачи, решаемые при разработке микроклиматических условий в церквях / А.Г. Кочев // Известия вузов. Строительство. – 1999. – № 6. – С. 88-93.

#### ПРОЧНОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОНСТРУКЦИИ ТЕПЛОВОЙ ПЕНОПОЛИМИНЕРАЛЬНОЙ ИЗОЛЯЦИИ

Кольчатов Е.Ю., Кочева М.А.

*Нижегородский государственный  
архитектурно-строительный университет, Нижний  
Новгород, e-mail: Kolchatov.e@yandex.ru*

«ВНИПИЭнергопром» совместно с КИСИ [1] проведен комплекс исследований, в задачу которых входило определение адгезии ППМИ труб, при температурном перемещении под воздействием сезонных или суточных колебаний температуры теплоносителя, а также способности наружного коркового слоя выдерживать без разрушения нагрузки, передаваемые ему через грунт от наземного транспорта.

Пенополимерминеральная (ППМ) изоляция представляет собой трехслойную моноконструкцию с переменной по сечению плотностью: внутренний плотный, прилегающий к трубе слой, выполняющий функцию антикоррозионной защиты, срединный – теплоизоляционный, наружный плотный слой, выполняющий функции гидроизоляции и служащий для защиты от механических повреждений [2]. Прочностные и деформационные характеристики теплопроводов имеют определяющее значение при бесканальной прокладке тепловых сетей.

В программу исследований вошли лабораторные испытания, в ходе которых определены: деформационные характеристики наружного коркового и срединного слоев; характеристики теплоизоляционного слоя при сдвиге, в том числе разрыв срединного слоя, сдвиг трубы относительно внутреннего коркового