

УДК: 697.9: 628.87: 504.05

Кордюков М.І.,

melco@ukr.net, ORCID: 0000-0003-4964-4176,

к.т.н., доцент Кошевий О.П.,

380504415230@yandex.ua, ORCID: 0000-0002-7796-0443,

Київський національний університет будівництва і архітектури

DOI: 10.32347/2076-815x.2019.71.187-202

ДО ПИТАННЯ ПРО МОНТАЖ ФРЕОНОПРОВІДІВ СИСТЕМ VRF

У системах кондиціонування VRF фреоноводи є важливою частиною установки і їх опрацювання повинно займати значне місце в проектній документації, щоб при монтажі системи на об'єкті у виконавців не виникало питань по деталюванню, а при комплектації були замовлені всі необхідні компоненти. Від якості проектування фреоноводів і дотримання проектних рішень при монтажі, в значній мірі, залежить надійність всієї системи кондиціонування і споживання енергії в період експлуатації. Розглянуто схему розрахунку фреоноводів в режимах кондиціонування і опалення при горизонтальному їх розташуванні. Запропоновано схеми для установки опор різного типу, в залежності від товщини труб, а також конструкції рухомих опор, виготовлення яких виконується в процесі монтажу, і порівняння їх з існуючими зразками. Розглянута установка кріплення опор вертикальних ділянок фреоноводів і їх конструкція. Наведено деякі рекомендації по термоізоляції фреоноводів.

Ключові слова: мультизональні VRF системи; енергоефективні системи кондиціонування; монтаж VRF систем кондиціонування; монтаж фреоноводів; монтаж трубопроводів холодоагенту.

Історично склалося так, що кондиціонери за технологією «спліт» були створені у вигляді невеликих систем, що мають фреоноводи малої протяжності і діаметрами 6 ... 12мм, що не вимагало проектування, а досить було досвідчених монтажників. Фреоноводи ж промислових холодильних DX-систем довжиною як і VRF-системи та діаметром від 80 мм, виконувати без проектних рішень було неможливо, використовуючи лиш досвід монтажників.

Виробники перших VRF-систем не стали поглиблено опрацьовувати рекомендації з проектування фреоноводів, а скористалися рекомендаціями для спліт-систем, що призвело до ряду помилок в реальних проектах, некоректної роботи систем кондиціонування VRF і зниження ринкового рейтингу VRF-систем. У документації від виробників багато уваги приділяється

електричним складовим, а про фреоновій розводці наводиться мінімум вказівок. Тому є просте пояснення - помилки в електричній комутації призводять до негайної і видимої зупинці системи VRF, тоді як помилки в монтажі фреоноводів ведуть до повільного і неочевидного погіршення характеристик системи. До того ж фреонova розводка прихована термоізоляцією і після закінчення монтажу стає «невидимою». Питання про ступінь оптимальності роботи VRF систем, практично, ніколи не піднімається замовником і не відбивається в цифровому вигляді в звітах налагоджувальної організації.



Рис. 1. Руйнування фреоноводу на нерухомій опорі внаслідок температурних деформацій. Результат - витік всього фреону з системи. Фото з відкритих джерел.

При проектуванні фреоноводів VRF-систем слід мати на увазі, що вони мають кілька важливих особливостей:

- всередині фреоноводів знаходиться трифазна суміш (газоподібний фреон, рідкий фреон, рідке масло), яка рухається в динамічному режимі, постійно змінюючи швидкість руху навіть в межах однієї ділянки, тому якість проектування та монтажу фреоноводів прямо впливає на опір руху суміші, тобто на продуктивність і енергоспоживання VRF-системи;

- фреоноводи повинні мати безперервний контур теплоізоляції без теплових мостів, та не мати відкритих ділянок і пошкоджень термоізоляції;

- фреоноводи повинні бути надійно прикріплені до будівельних конструкцій і не міняти свого просторового положення в процесі експлуатації;

- фреоноводи повинні мати можливість руху при температурних деформаціях в процесі експлуатації.

Фактично наведений матеріал є новою розробкою, що входить до чинного навчального посібника курсу з VRF-систем. У даній статті будемо виходити з того, що в попередніх розділах проекту була ретельно опрацьована компоновка

розташування внутрішніх і зовнішніх блоків VRF-системи кондиціонування, промальовано трасування фреоноводів в приміщеннях, розраховані діаметри фреоноводів, рефнети (вузли фреонової мережі) і оптимізовано їх взаємне розташування та підібрана термоізоляція.

Тепер необхідно прорахувати і нанести на креслення вузли кріплення фреоноводів: рухомі і нерухомі опори, а також розробити вузли проходу фреоноводів через стіни, покриття та перекриття з урахуванням протипожежних вимог.

Зазвичай нерухомі опори (жорстке фіксування труби) встановлюють біля вузла проходу через будівельні конструкції, що обладнані протипожежним захистом, а рухливі опори - по всій довжині труби, на відстані, що залежить від діаметра, відповідно до табл. 2. Якщо фреоноводів два (мінімальна конфігурація VRF), то використовується індивідуальна підвіска, якщо фреоноводов - кілька пар, то краще використовувати групове кріплення на траверсі.

Основна проблема при розрахунку вузлів кріплення - температурні деформації фреоноводів при роботі: зазвичай комунікації монтують при + 15 ° С, в режимі кондиціонування температура фреоноводів становить 0 ° С, в режимі теплового насосу + 42 ° С. Більшість (близько 90%) систем VRF працює в режимі кондиціонування, тому зосередимося саме на цьому режимі, а режим «теплового насосу» розглянемо в окремому матеріалі.

З урахуванням того, що фреоноводи виконують з міді, шви паяють твердим мідно-фосфорним (з вмістом срібла до 5% для запобігання розтріскування шва) припоєм, але через півроку експлуатації навіть відпалені трубопроводи стають «жорсткими», так як «нагартовуються», і вся система фреоноводів вдає із себе жорстку просторову конструкцію, швидко реагує на температурні деформації. «Швидко» означає, що на деяких режимах (наприклад, відтавання) температура фреоновода змінюється від мінімального до максимального значення протягом 3-х хвилин.

Для компенсацій температурних деформацій фреоноводів VRF не застосовуються компенсатори такі як на трубах тепlopостачання: сільфонні - тому, що утруднено їх з'єднання з тілом труби (пайка нержавіюча сталь - мідь), та П-подібні - тому, що гнути труби можна до діаметра 16 мм, а на великих діаметрах слід розраховувати тільки на пайку з відводами під 90 °. Така конструкція буде мати недостатню тривалу міцність і схильність до розтріскування паяних швів. До того ж П-подібні компенсатори часто не задовольняють габаритним вимогам, і трубна система спирається тільки на рухомі опори різних типів.

У постачальників є труби в бухтах зі зменшеною товщиною стінки, що зменшує витрати на монтаж, але такі труби вимагають вкрай дбайливого ставлення до монтажних прийомів - найменший дефект на поверхні труби може призвести до руйнування фреонопровода шляхом утворення місцевої мікротріщини і витoku всього фреону в процесі експлуатації. Особливо уважним треба бути з трубами діаметрами 15,88 і 19,05 мм.

Таблиця 1.

Сортамент мідних труб для систем кондионування
(стандарт EN378-2 или EN600335-2-40).

Діаметр зовнішній, мм	Діаметр зовнішній, "	Стінка, мм	Твердість труби
6,35	1/4	0,8	Туре O
9,52	3/8	0,8	Туре O
12,70	1/2	0,8	Туре O
15,88	5/8	1,0	Туре O
19,05	3/4	1,2	Туре O (в бухтах)
19,05	3/4	1,0	Туре 1/2H или H
22,20	7/8	1,0	Туре 1/2H или H
25,40	1	1,0	Туре 1/2H или H
28,56	1 1/8	1,0	Туре 1/2H или H
31,75	1 1/4	1,1	Туре 1/2H или H
34,93	1 3/8	1,2	Туре 1/2H или H
41,28	1 5/8	1,4	Туре 1/2H или H

При горизонтальній прокладці фреонопроводів навантаження на опори визначається відповідно до схеми (див. рис. 2).

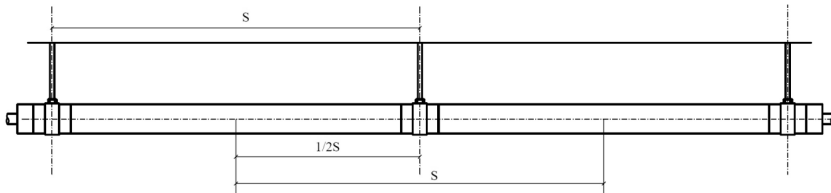


Рис 2. Схема розрахунку навантажень на опори.

Тут S - відстань між опорами, вибрана з таблиці 2. Навантаження, що припадає на одну проміжну опору, становить половину ваги труби, що знаходиться між сусідніми опорами, помножену на два. Тобто навантаження на опору становить питому вагу труби з ізоляцією, помножений на відстань між опорами. Отримане значення має бути менше величини граничного навантаження на опору, що наведено в таблиці 3.

При горизонтальному розташуванні труб граничне навантаження лімітується міцністю ділянки термоізоляції, на яку опирається труба - зусилля руйнування опори менше на порядок граничного навантаження, представленого в табл. 3. А ось руйнування термоізоляції з втратою основних властивостей - цілком можливе явище. Навантаження обчислені з припущення, що будуть використані опори типу MIP фірми HILTI. При використанні опор інших виробників (або саморобних опор, див. рис. 6) слід перерахувати гранично допустимі навантаження.

Таблиця 2.

Характеристики фреоноводів.

Діаметр зовнішній, мм	Вага порожнього, кгс/м	Вага з ізоляцією та фреоном, кгс/м	Відстань між опорами, м
10	0,25	0,45	1,0
12	0,31	0,55	1,3
15	0,39	0,70	1,5
18	0,48	0,87	1,6
22	0,59	0,90	2,0
28	1,10	2,04	2,3
35	1,40	2,70	2,8
42	1,70	3,69	3,0

При одиничній прокладці газового і рідинного фреоновода можливо встановлювати індивідуальні опори, крок яких може бути різний. При груповій (пучок фреоноводів) прокладці крок розташування траверс визначається характеристикою труби з мінімальним діаметром.

Таблиця 3.

Граничні навантаження на опори фреоноводів при шпильці М8.

№	Діаметр зовнішній	Діаметр зовнішній	Товщина ізоляції	Навантаження труби горизонтальне	Навантаження труби вертикальне
	дюйм	мм	мм	кгс	Кгс*м
	1/4	10	19	40	200
	3/8	15	19	50	200
	1/2	25	20	75	200
	3/4	30	20	75	200
	1	38	20	150	250
	1 1/4	44	23	200	250

Розрахунок подовжень зручно проводити з використанням спеціального програмного додатка HILTI - софт PROFIS блок Fix Point. Схема для розрахунку наведена на рис. 3.

Найбільш складний варіант - при конфігурації фреонопроводу з вертикальною частиною довжиною понад 3 м. У цьому випадку кут труби переміщується в двох напрямках одночасно як в режимі кондиціонування, так і в режимі опалення.

В даний час компенсація подовжень зазвичай відбувається за рахунок переміщень труби всередині термоізоляції, а також часткової деформації термоізоляційної оболонки фреонопроводів, що часто веде до пошкодження ізоляції в процесі експлуатації і витіканню конденсату.

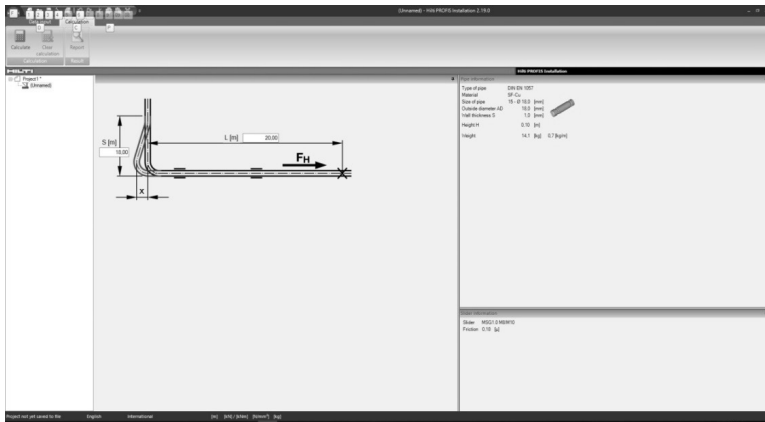


Рис. 3. Схема розрахунку подовжень фреонопроводу в софті.

Горизонтальні фреонопроводи в режимі кондиціонування.

Для горизонтальних фреонопроводів ситуація відпрацьована досить докладно - існують фірмові рухливі опори, що компенсують горизонтальні деформації. Горизонтальними будемо вважати такі фреонопроводи, у яких вертикальні ділянки становлять трохи більше 3 м і не мають відгалужень. Завдання проектувальника в цьому випадку зводиться до наступного:

- вибір місця розташування нерухомої опори;
- вибір місця розташування рухомих опор і відстаней між ними;
- вибір довжини, конфігурації і місця розташування відгалужень від магістрального фреонопровода на підключення обладнання.

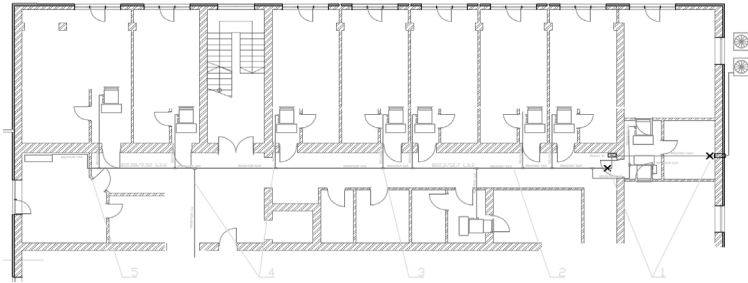


Рис. 4. Схема фреоноводів з характерними точками.

Ілюстрація вирішення цього завдання представлена на рис. 4, де:

- точка 1 - місця розташування нерухомих опор, які визначаються розташуванням вузла проходу через стіну з протипожежною вставкою;
- точка 2 - основний фреоновод, схильний до температурних деформацій;

- точка 3 - місце переходу більшого діаметру труби в менший. Максимальна деформація (стиснення труби від початкового положення) на режимі кондиціонування в цій точці 3 мм.

- точка 4 (і аналогічні точки) - ті місця проходу через стіни, які слід проектувати з урахуванням температурних переміщень основного фреоновода. При цьому слід опрацювати питання: 1 - мінімальна довжина ділянки від основного трубопроводу до обладнання, щоб була можливість компенсації його переміщень; 2 - вузол проходу відгалуження через стіну, щоб була можливість вільного його переміщення в бічному напрямку.

- точка 5 - кінцева точка фреоновода, на якому максимальне переміщення від температурних деформацій в режимі кондиціонування становитиме 6,5 мм. Слід зазначити, що температурні деформації в даному випадку - стиснення труби (зменшення довжини) від початкового положення при монтажі.

Параметри ділянки № 1 - газового $\text{Ø}22,4 \times 1$ мм, рідинного $\text{Ø}12,7 \times 0,8$ мм, термоізоляція товщиною 20 мм. Ділянки № 2 - газового $\text{Ø}15,88 \times 1$ мм, рідинного $\text{Ø}9,53 \times 0,8$ мм, термоізоляція товщиною 20 мм.

Конструкції рухомих опор

Виконання кріплень на базі фірмових систем є технічно грамотним і вдалим рішенням, однак його висока вартість змушує опрацьовувати альтернативні варіанти.

Рішення з використанням каналізаційних трубопроводів. Таке рішення вимагає більшої кількості ручної праці, але активно використовується при

обмеженому бюджеті на комплектуючі матеріали. Компенсуюча здатність такого рішення (причому в трьох координатах) краще, ніж в рішенні на фірмовому кріпленні, а вартість - менше. Деталювання представлено на рис. 5.

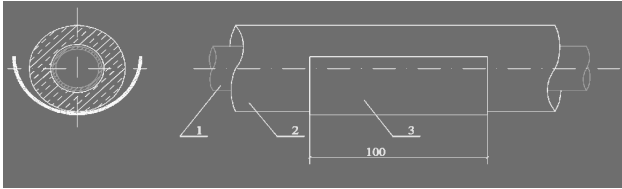


Рис. 5. Рухома опора труби $\text{Ø}25,4 \times 1,0$ мм: 1 – труба мідна $\text{Ø}25,4 \times 1,0$ мм; 2 – термоізоляція K-Flex $\text{Ø}25 \times 12$ мм; 3 – опора з п/е труби $\text{Ø}70$ мм.

Технологія виготовлення такої опори проста: вибирається каналізаційна труба діаметром трохи більше, ніж зовнішній діаметр термоізоляції. Труба розрізається на заготовки довжиною 100мм, кожна з них розпилюється уздовж так, щоб вийшли симетричні «коритця». Це і є нерухомі опори. Вони кріпляться до конструкцій будь-яким доступним способом - наприклад, підвішуються на гнучких перфострічках до перекриття. Можливо кріпити "коритце" хомутом ННН на індивідуальному підвісі, стежачи за тим, щоб при затягуванні гвинтів хомута не деформовані пластик. Якщо фреонопроводів в пучку багато, то можна на всю ширину пучка встановити металеву траверсу, на неї прикріпити дерев'яний брус до якого «коритця» кріпити шурупами з головкою «впотай». Таке рішення дозволяє трубі переміщуватися в трьох напрямках (має три ступені свободи): в осьовому - за рахунок низького тертя між ізоляцією і «коритцем», в інших - за рахунок деформації термоізоляції і зазорів між ізоляцією і стінами «коритця». Можливо кріпити "коритце" на траверсі хомутами ННН.

Рухомі фірмові опори.

Рішення рухомої опори на базі фірмових комплектуючих виробництва HILTI має декілька варіантів, див. рис. 6, 7.

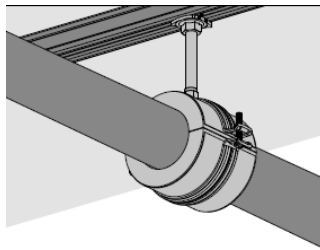


Рис. 6. Термоізолюваний хомут типу MIP фірми HILTI.

Варіант з термоізолюваним хомутом типу MIP дозволяє закріпити термоізоляцію фреонопроводу встик, вона приклеюється до термоізоляційної вставки хомута, а сам стик захищається спеціальною клейкою стрічкою. Родзинка цього рішення в тому, що конструктивно в термоізоляційну вставку введено два сегмента (на правому малюнку - сегменти білого кольору), що фіксують трубу в ізоляції та металоконструкції, і виконані з матеріалу з низьким коефіцієнтом тертя. Фактично труба фреонопроводу при термічних деформаціях вільно ковзає усередині цілісного термоізоляційного чохла. Слід зазначити, що таке рішення дозволяє трубі переміщатися в одному - осьовому напрямку вздовж осі труби (одна ступінь свободи). Переміщення в інших напрямках можуть здійснюватися тільки за рахунок вигинів металоконструкцій підвісу і хомута. Труднощі при такому рішенні полягають у тому, що при монтажі хомута слід вручну регулювати ступінь затяжки бічних гвинтів, що забезпечують при деформаціях потрібну величину протидії переміщенню труби.

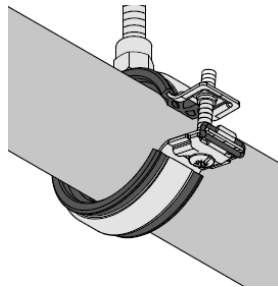


Рис. 7. Хомут типу MIP

Варіант з хомутом MP зі звукоізолюючою полімерною EPDM вставкою та рухомою опорою MCG, див. рис. 7, передбачає, що термоізоляція трубопроводу укладається впритул до хомута з двох сторін. Поверх хомута з продовженням на 50 мм в обидві сторони укладається шар термоізоляції більшого діаметру, ніж на трубі, або листова теплоізоляція. Шви і торці верхнього шару ізоляції герметизуються армованою стрічкою. Хомут кріпиться до рухомої опори, що має хід переміщення 80 .. 120 мм, що є цілком достатнім для компенсації температурних деформацій горизонтальних фреонопроводів довжиною до 100 м. Таке рішення забезпечує переміщення труби в обох осьових напрямках (одна ступінь свободи). Переміщення в інших напрямках можливі за рахунок вигину і люфтів металоконструкцій хомута, підвісу і опори.

Варіант с термоізолюваним хомутом фірми K-Flex, використовує комплексну пропозицію від виробника. Особливість таких термоізолюваних

хомутів в тому, що вони мають дюймові розміри і точно відповідають розмірам труб.

Усередині зовнішнього чохла з синтетичного каучуку знаходиться жорстка вставка зі спіненого поліетилену, що забезпечує фіксацію труби щодо хомута і забезпечує переміщення труби з мінімальним тертям в осьовому напрямку (в обидві сторони).

Нерухомі фірмові опори

Нерухомі опори фреоновпроводу виконуються на базі хомутів типу МР, рис. 7. Хомут зі вставкою EPDM кріпиться безпосередньо на трубу. Термоізоляція труби монтується «в торець» до хомута з двох сторін. Зверху ізоляції труби монтується термоізоляція у вигляді трубки більшого діаметру з перекриттям 50мм в обидва боки або листової ізоляції таким чином, щоб сам хомут і край термоізоляції труби виявилися всередині зовнішнього шару ізоляції. Шов по довжині зовнішнього шару проклеюється і захищається спеціальною липкою стрічкою.

Торці зовнішнього шару також захищаються шаром клею. Ізоляція відповідного діаметру одягається на стрижень опори. Переміщатися такий вузол може тільки за рахунок деформації підвісу хомута.

Вертикальні фреоновпроводи

Вертикальні фреоновпроводи значно ускладнюють конструкцію VRF-системи, тому слід скорочувати їх довжину всіма доступними способами. Як правило, потреба в вертикальних фреоновпроводах виникає тоді, коли зовнішні блоки розміщуються на покрівлі багатоповерхового будинку.

Пучок фреоновпроводів від зовнішніх блоків, розташованих на покрівлі, входить в приміщення, і через шахти в перекриттях розходить по поверхах будівлі, де знаходяться внутрішні блоки. Будемо вважати, що на кожен поверх йде один фреоновпровід, внутрішні блоки якого знаходяться на одному поверсі, підключені до горизонтальної частини. Він складається з двох труб: газової більшого діаметру і рідинної меншого. У системах з рекуперацією тепла розташовується 3 трубопроводи - додається ще газовий - високого тиску. Всередині приміщення біля проходу через покриття мають встановлюватись нерухомі опори у вигляді хомутів типу МР.

Слід обчислити діюче навантаження на нерухому опору, використовуючи дані про вагу фреоновпровода з табл. 2. Оскільки для вертикального фреоновпровода використовується консольне кріплення, то мова йде про граничний момент (див. табл. 3), тобто необхідно враховувати довжину шпильки від траверси до хомута. Розрахункова схема - на рис. 8.

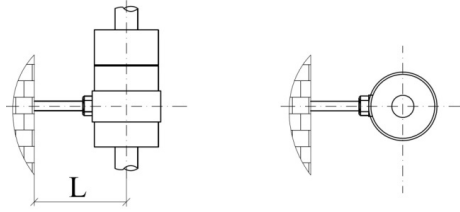


Рис. 8. Схема розрахунку граничного навантаження на опору.

Відстань L (плече) вимірюється від стіни (траверси) до центру мас фреонопровода. Вага фреонопровода береться з табл.2 і множитья на довжину фреонопровода від нерухокої опори до точки переходу вертикальної в горизонтальну ділянку. Отримане значення крутного моменту порівнюється з граничним - з табл. 3. Якщо дійсне значення менше граничного, то конструкція буде стійка, якщо ні - то слід шукати шляхи збільшення жорсткості, наприклад, збільшення діаметру шпильки з M8 до M10.

Через кожні 5 м (фактично через поверх) на фреонопроводі встановлюють рухомі опори типу MIP або K-Flex відповідного діаметру. Після переходу вертикальної частини в горизонтальну, на відстані від 4 до 6 м від кута встановлюють рухому опору HILTI типу MPSG (маятникова опора, яка припускає переміщення в 2 площинах - два ступені свободи), див. рис. 9.

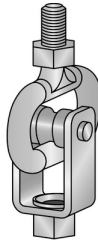


Рис 9. Маятникова опора MPSG

На робочому режимі при стисненні (режим охолодження) вертикальної ділянки ролик опори піднімається, не обмежуючи переміщень труби в режимі кондиціонування.

Вильоту в 4м досить для забезпечення компенсацій температурних деформацій як вертикальної, так і горизонтальної ділянок. Далі по ходу фреонопровода встановлюють рухомі опори HILTI типу MIP з відповідною обв'язкою.

Для компенсації деформацій вертикально-горизонтальної ділянки фреоновпроводу зручно користуватися «кульовою опорою» типу WW виробника NICZUK, рис. 10. Для створення однієї рухомої опори використовують два підвіси (фактично це аналог карданного підвісу) з кульовим шарніром.



Рис 10. Шарова опора типу WW.

Наведена вище логіка компенсації температурних деформацій передбачає, що вертикальні і горизонтальні ділянки працюватимуть на компенсацію спільно. Однак багатоваріантність рішень в інженерії дозволяє застосовувати і інші моделі, наприклад, з одною кульовою опорою на горизонтальній частині, коли компенсації деформації будуть рознесені на вертикальну і горизонтальну складові. Вибір методу компенсації залежить від довжини вертикальної і горизонтальної ділянок.

Горизонтальні фреоновпроводи в режимі опалення.

Для розрахунку деформацій використовується схема на рис. 4, де

- точка 1 - місця розташування нерухомих опор, які визначаються розташуванням вузла проходу через стіну з протипожежною вставкою;
 - точка 2 - основний фреоновпровід, схильний до температурних деформацій;
 - точка 3 - місце переходу більшого діаметру труби в менший; максимальна деформація (подовження труби від початкового положення) на режимі кондиціонування в цій точці 5,4 мм;
 - точка 4 (і аналогічні точки) - ті місця проходу через стіни, які слід проектувати з урахуванням температурних переміщень основного фреоновпроводу. При цьому слід опрацювати питання: 1 - мінімальна довжина ділянки від основного трубопроводу до обладнання, повинна мати можливість компенсації переміщень основного фреоновпроводу;
- 2 - вузол проходу відгалуження через стіну повинен мати можливість його вільного переміщення в бічному напрямку.
- точка 5 - кінцева точка фреоновпроводу, на якому максимальне переміщення від температурних деформацій в режимі опалення становитиме 11,8 мм. Слід зазначити, що температурні деформації в даному випадку - подовження труби (збільшення довжини) від початкового положення при монтажі.

Рекомендації по термоізоляції.

Зазвичай товщина термоізоляції фреоноводів мультізональних VRF-систем розраховується з умови недопущення випадіння конденсату на поверхні ізоляції. В результаті розрахунків найчастіше виходить товщина 12 мм. Однак, виходячи з умов роботи мідних фреоноводів в умовах температурних деформацій, рекомендується товщину термоізоляції вибирати 19 мм. В цьому випадку технологічно легко здійснити стиковку ізоляції труби з блоком рухомої опори. У разі пайки фреоноводів по довжині, зазвичай попередньо одягнену на трубу ізоляцію фіксують так, щоб до місця пайки було 100-120 мм, і після випробувань тиском розрив ізоляції проклеюють на торцях, а шов захищають спеціальною клейкою стрічкою з синтетичного каучуку. Не слід використовувати армовану алюмінієву стрічку - вона має інший коефіцієнт лінійного розширення і при температурі поверхні ізоляції +20 ° С, деформує ізоляцію і зменшує її термін служби.

Матеріал для термоізоляції слід вибирати з коефіцієнтом опору проникненню вологи $\mu > 7000$. Такій умові відповідає «синтетичний каучук». З досвіду експлуатації виявлено, що термоізоляція з цього матеріалу добре переносить цикли «стиснення-розтягання» протягом 3-5 років. Зовнішню поверхню теплоізоляції всередині приміщень не слід покривати додатковим шаром пароізоляції.

Обмотка фреоноводу синтетичною стрічкою поверх термоізоляції погіршує умови роботи термоізоляції і знижує термін її служби. Зазвичай таку обмотку виконують, щоб приховати дефекти фреоноводу.

При прокладанні фреоноводів на вулиці слід захищати їх від зовнішніх впливів (волога, ультрафіолет, птаці і т.п.) Жорстким футляром, наприклад, прокладати в пластмасовому захисному каналі. При цьому необхідно дотримуватися рекомендацій по кріпленню фреоноводів. Важливо врахувати, що перші 3 м фреоноводу від зовнішнього блоку можуть мати підвищену температуру до +60 ° С, тому термоізоляція на цій ділянці повинна мати відповідні характеристики, нехай навіть на шкоду загальним термоізоляційним властивостям.

У будь-якому випадку, слід забезпечувати герметичність термоізоляційної оболонки фреоноводів, безперервність контура ізоляції і не допускати критичних деформацій термоізоляції, що неминуче виникають в процесі експлуатації при жорсткому кріпленні.

Висновки.

У реальних умовах роботи фреоноводи VRF-систем схильні до циклічних термічних навантажень. Для наведеної схеми в кінцевій точці 5 - при кондиціонуванні стиснення на 6,5 мм, при опаленні на 11,8 мм від нейтральної

точки, отримані при монтажі системи. Фактичне переміщення при експлуатації кінцевої точки фреоноводу може становити 18,3 мм. Такі переміщення призведуть до пошкодження термоізоляції і самого фреоноводу. Правильно підібрані вузли кріплення і оптимальні прийоми монтажу дозволять отримати якісну і довговічну технічну систему.

Література:

1. DAIKIN – Application Course – «Refrigerant piping design». CS – DENV 2004. <https://www.daikinac.com/content/assets/DOC/InstallationManuals>. Дата звернення 25-11-2016.
2. ASHRAE – Standard 15 & 34 – 2010. <https://www.ashrae.org/technical-resources/standards-and-guidelines>. Дата звернення 04-12-2019.
3. DAIKIN - Application Course – «Sales Engineer Handbook». SEOO-02 2001. <https://www.daikinac.com/content/assets/DOC/InstallationManuals>. Дата звернення 16-03-2012.
4. HILTI – Каталог монтажных систем 2014. <https://www.hilti.ua/downloads>. Дата звернення 25-07-2019.
5. MHI – Data Book «09-KX-DB-127» 2015. https://www.mhi.com/products/industry/home_and_business_customers_air-conditioner. Дата звернення 31-01-2017.
6. MHI – Soft «E-solution» ver.3.8.1 2019. <http://mitsubishiheavy.com.ua> Дата звернення 11-02-2016.
7. NISZUK – «Product Catalogue Fastening Systems» ed. 8.1 2018 <https://przenosniki.niczuk.pl/page/3/produkty> Дата звернення 16-08-2019

Кордюков М.И.; к.т.н., доцент Кошевой А.П.,
Киевский национальный университет строительства и архитектуры

К ВОПРОСУ О МОНТАЖЕ ФРЕОНОВОДОВ СИСТЕМ VRF

В данной статье приводятся рекомендации по проектированию фреоноводов VRF систем кондиционирования, расчету удлинений медных трубопроводов и методов их компенсации. Приводятся примеры практических решений подвижных и неподвижных опор фреоноводов, взаимодействия их с термоизоляцией. Рассматривается вопрос оптимального выбора монтажных узлов фреоноводов VRF систем кондиционирования. Рассмотрена схема расчета фреоноводов в режимах кондиционирования и отопления при горизонтальном их расположении. Предложены схемы для установки опор

различного типа, в зависимости от толщины труб, а также конструкции подвижных опор, изготовление которых выполняется в процессе монтажа, и сравнение их с существующими образцами. Рассмотрена также установка креплений опор вертикальных участков фреоновых труб и их конструкция. Приведены некоторые рекомендации по термоизоляции фреоновых труб.

Ключевые слова: мультizonальные VRF системы; энергоэффективные системы кондиционирования; монтаж VRF систем кондиционирования; монтаж фреоновых труб; монтаж трубопроводов хладагента.

Kordyukov M.I. ; Ph.D., Associate Professor Kosheviy O.P.,
Kyiv National University of Building and Architecture

TO THE QUESTION OF INSTALLING FREON PIPELINES IN VRF SYSTEM

This article provides recommendations on the design of VRF freon pipelines for air conditioning systems, calculation of copper pipe extensions and methods for their compensation. Examples of practical solutions of movable and fixed supports of freon pipelines, their interaction with thermal insulation are given. The question of the optimal choice of mounting units for freon pipelines VRF air conditioning systems is considered. The calculation scheme of freon pipelines in the air conditioning and heating modes with their horizontal arrangement is considered. Schemes are proposed for installing supports of various types, depending on the thickness of the pipes, as well as the design of the movable supports, the manufacture of which is carried out during installation, and their comparison with existing samples. Also considered the installation of fastenings of supports for vertical sections of freon pipelines and their design. Some recommendations for thermal insulation of freon pipelines are given.

Key words: multizone VRF systems; energy efficient air conditioning systems; installation of VRF air conditioning systems; installation of freon pipelines; installation of refrigerant pipelines.

REFERENCES

1. DAIKIN – Application Course – «Refrigerant piping design». CS – DENV 2004. <https://www.daikinac.com/content/assets/DOC/InstallationManuals>. Date of appeal 25-11-2016.
2. ASHRAE – Standard 15 & 34 – 2010. <https://www.ashrae.org/technical-resources/standards-and-guidelines>. Date of appeal 04-12-2019.

3. DAIKIN - Application Course – «Sales Engineer Handbook». SEOO-02 2001. <https://www.daikinac.com/content/assets/DOC/InstallationManuals>.
Date of appeal 16-03-2012.
4. HILTI – Каталог монтажных систем 2014.
<https://www.hilti.ua/downloads>. Date of appeal 25-07-2019
5. MHI – Data Book «09-KX-DB-127» 2015.
[https://www.mhi.com/products/industry/home and business customers air-conditioner](https://www.mhi.com/products/industry/home_and_business_customers_air-conditioner). Date of appeal 31-01-2017.
6. MHI – Soft «E-solution» ver.3.8.1 2019. <http://mitsubishiheavy.com.ua>
Date of appeal 11-02-2016.
7. NISZUK – «Product Catalogue Fastening Systems» ed. 8.1 2018.
<https://przenosniki.niczuk.pl/page/3/produkty>. Date of appeal 16-08-2019.