

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерії та енергетики

Кафедра електрифікації, автоматизації виробництва та інженерної екології

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

Денисюк Віталій Сергійович

УДК 621.359.4

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Оптимізація структури системи управління вентиляційної опалювальної системи в сільськогосподарських підприємствах
(тема роботи)

141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

(шифр і назва спеціальності)

Подається на здобуття освітнього ступеня бакалавр

кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

Денисюк В.С.

(підпис, ініціали та прізвище здобувача вищої освіти)

Керівник роботи

Сукманюк Олена Миколаївна

(прізвище, ім'я, по батькові)

к.і.н., доцент кафедри електрифікації, автоматизації виробництва та інженерної екології
(науковий ступінь, вчене звання)

Житомир – 2021

АНОТАЦІЯ

Денисюк В. С. Оптимізація структури системи управління вентиляційної опалювальної системи в сільськогосподарських підприємствах. Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавра за спеціальністю 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка – Поліський національний університет, Житомир, 2021.

У роботі розглянуті питання аналізу роботи та будови сучасних систем вентиляції і кондецюювання повітря, їх недоліки та переваги.

Приведений варіант вдосконалення вентиляційних систем за рахунок впровадження нових технологій та схемних рішень з використанням перетворювачів частоти.

Ключові слова: система вентиляції, перетворювач частоти, асинхронний електродвигун, припливно-витяжна вентиляція, рекуператор тепла, дифлектор, мікропроцесор.

ABSTRACT

Denisyuk V.S. Optimization of the structure of the control system of the ventilation heating system in agricultural enterprises. Qualification work for a bachelor's degree in specialty 141 - Power Engineering, Electrical Engineering and Electromechanics - Polissya National University, Zhytomyr, 2021.

The issues of analysis of the work and structure of modern ventilation and air conditioning systems, their disadvantages and advantages are considered in the work.

The variant of improvement of ventilation systems at the expense of introduction of new technologies and circuit decisions with use of converters of time is resulted.

Key words: ventilation system, frequency converter, asynchronous electric motor,, supply and exhaust ventilation, heat recuperator, diffuser, microprocessor.

ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦІЇ І КОНДЕЦІЮВАННЯ ПОВІТРЯ ТА ОСОБЛИВОСТІ ЇХ РОБОТИ	6
1.1 Природна вентиляція приміщень.	6
1.2 Механічні вентиляції та особливості їх будови	7
1.2.1 Приточно-витяжна вентиляція	9
1.2.2 Системи вентиляції з рекуперацією тепла	12
Висновки по розділу 1	14
РОЗДІЛ 2. ВДОСКОНАЛЕННЯ ВЕНТИЛЯЦІЙНИХ СИСТЕМ ЗА РАХУНОК ВПРОВАДЖЕННЯ НОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА СХЕМНИХ РІШЕНЬ	16
2.1 Нові технології для кондиціювання повітря	16
2.1.1 Вдосконалені теплообмінники	
2.1.2 Комбінований клімат-контроль	
2.2.3 Мембранний кондиціонер	
2.1.4 Твердотілий тепловий насос	
2.1.5 Накопичування енергії	
2.2 Варіант реалізації вентиляційної системи з використанням частотного перетворювача	20
Висновки по розділу 2	28
ВИСНОВКИ	29
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	30

ВСТУП

Системи вентиляції, опалення та кондиціонування є найбільшими споживачами енергії в будівлях. На них припадає до 70% загального енергоспоживання. Необхідно максимально ефективно використовувати наявну енергію, по можливості повторно її застосовувати, а також використовувати безкоштовну поновлювану енергію навколишнього середовища (грунту, повітря, води).

Питання економії енергії та зниження витрат при кондиціонуванні повітря має велике значення. Статистика підтверджує, що в помірному кліматі тільки на охолодження приміщень за рік використовується 9% від загального енергоспоживання приміщень. При цьому, під енергоспоживанням мають на увазі всі витрати на енергію для інженерного обладнання будинку - від освітлення, опалення до охоронних систем і засобів зв'язку.

Крім того, в типових пристроях для кондиціонування повітря, в якості охолоджуючої рідини використовуються фторвуглецеві холодоагенти, які в разі витіку можуть знизити ефективність системи кондиціонування повітря і негативно вплинути на навколишнє середовище. Тобто, завдання економною роботи кондиціонера - це підвищення загальної ефективності і зниження загальної вартості обладнання.

Тому детальний аналіз роботи систем вентиляції, підвищення їх ефективності роботи за рахунок впровадження енергозберігаючих технологій визначають **актуальність теми даної кваліфікаційної роботи.**

Мета роботи: поліпшити роботу вентиляторів різного призначення, підвищити їх продуктивність і знизити витрати допомогою використання перетворювачів частоти в системах управління.

Об'єкт дослідження в даній роботі є структура системи управління вентиляційної системи.

Перелік публікацій автора за темою дослідження:

1. Денисюк В. А. КОМБІНОВА СИСТЕМА ВЕНТЕЛЯЦІЇ БУДИНКУ

Матеріали 1-ої МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ «Комп'ютерні технології та сучасна інженерія-2021», 3,4 червня 2021 Житомир, Україна.

2. Денисюк В. А., Сукманюк О.М. АВТОМАТИЗАЦІЯ СИСТЕМИ ПОВІТРЯНОГО ОПАЛЕННЯ ТА ПОВІТРЯНОЇ ТЕПЛОВОЇ ЗАВІСИ

Матеріали 1-ої МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ «Комп'ютерні технології та сучасна інженерія-2021», 3,4 червня 2021 Житомир, Україна.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦІЇ І КОНДЕЦІЮВАННЯ ПОВІТРЯ ТА ОСОБЛИВОСТІ ЇХ РОБОТИ

У поліпшенні умов праці важливу роль відіграє необхідність забезпечення санітарно-гігієнічних норм діяльності людей шляхом підвищенні ефективності роботи охолоджувальних пристроїв енергетичних установок за рахунок системи вентиляції та кондиціонування.

Вентиляційна система це сукупність технічних пристроїв та організаційних заходів, які використовуються для організації повітрообміну при забезпеченні необхідного стану повітряного середовища в приміщеннях і на робочих місцях відповідно до санітарно-будівельних норм.

Іншими словами, вентиляційна система це комплекс споруд, апаратів та інших пристроїв, зв'язаних між собою повітропроводами в єдиний технологічний комплекс, транспортування, подачі, обробки і видалення повітря.

Таким чином, вентиляційні системи повинні забезпечити підтримку заданих метеорологічних параметрів в приміщеннях різного призначення.

Системи вентиляції, в залежності від характеру технологічного процесу, призначення приміщень в яких вони встановлюються, видом шкідливих виділень при роботі можна класифікувати по слідуючим групам:

1. В залежності від способу створення різниці тиску внутрішнього і зовнішнього повітря:

- системи з природньою і механічною вентиляцією;

2. За робочим призначенням:

- припливні і витяжні системи.

3. В залежності від зони обслуговування в приміщеннях:

- місцеві та загального обміну;

4. За конструктивним виконанням системи:

- каналні та безканалні.

1.1 Природна вентиляція приміщень.

При даному типі вентиляції, обмін повітря в приміщеннях здійснюється відповідно фізичних законів. Основними двигунами процесу циркуляції повітря являються швидкість руху вітру, перепади зовнішньої і внутрішньої температури, амплітуда тиску.

Такий тип вентиляції залежить повністю від погодних умов і це являється її основним великим недоліком. У літню пору року, коли різниця температур всередині і зовні будівлі майже дорівнює нулю, що характерно для літньої пори, обмін повітря зупиняється. Взимку коли різниця температур велика, холодне повітря добре поступає з вулиці, а процес його нагрівання відбувається в результаті внутрішнього опалення.

Напрямки повітряних потоків при такій вентиляції показаний на рис. 1.1.

Енерговитрати при такій вентиляції дуже значні за рахунок витрати теплової енергії на нагрів вуличного повітря. Збільшити Коефіцієнт корисної дії такої системи можна збільшити за рахунок додаткового обміну повітря через відкриті кватирки і фрамуги, зазори в віконних рамах, зазори між підлогою і дверима. Для цього у багатоквартирних житлових будинках в кухні і ванній кімнаті облаштовані витяжні канали природної вентиляції. Великим мінусом є те, що неможливо здійснити управління такого типу вентиляцією.

Переміщення повітря яке відбувається за рахунок різниці температур зовнішнього атмосферного (зовнішнього) повітря і повітря в середині приміщення в системах природної вентиляції називається аерацією.

Застосовується аерація в виробничих цехах та сільськогосподарських будівлях, коли концентрація пилу і шкідливих газів в припливному повітрі не перевищує 30% гранично допустимої а також присутнє значне виділення тепла в робочій зоні. Не використовують аерація в тих приміщеннях де за умовами

технології виробництва необхідно попередньо обробляти припливне повітря або якщо дане повітря утворює туман або конденсат.

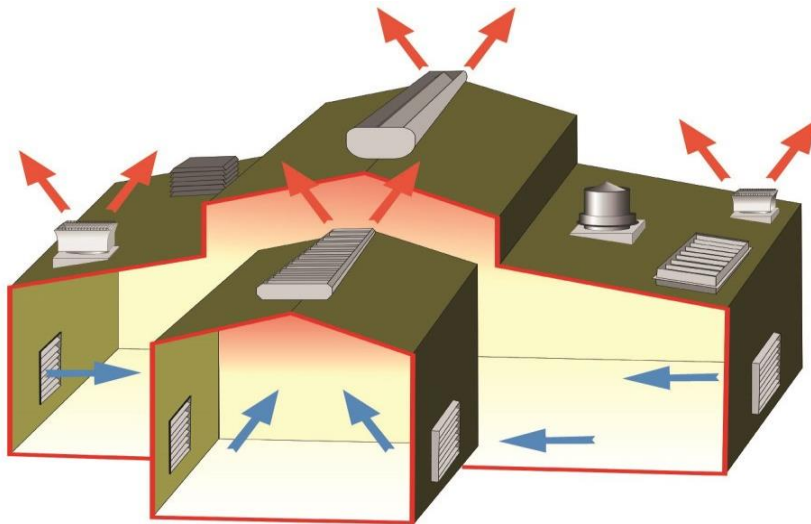


Рисунок 1.1. Напрямки потоків повітря при природній вентиляції

На рис.1.1 показано, що нагріте внутрішнє повітря, являючись більш легким піднімається вгору та витісняється більш холодним зовнішнім повітрям, яке поступає низу являючись більш важким. Тобто в такому замкнутому просторі приміщення виникає природня циркуляція повітря.

Посилити витяжний ефект можливо за допомогою пристрою, який називається дефлектором.

Даний вентиляційний пристрій складається з внутрішніх каналів, горизонтальних повітроводів і витяжної шахти (див. рис.1.2).

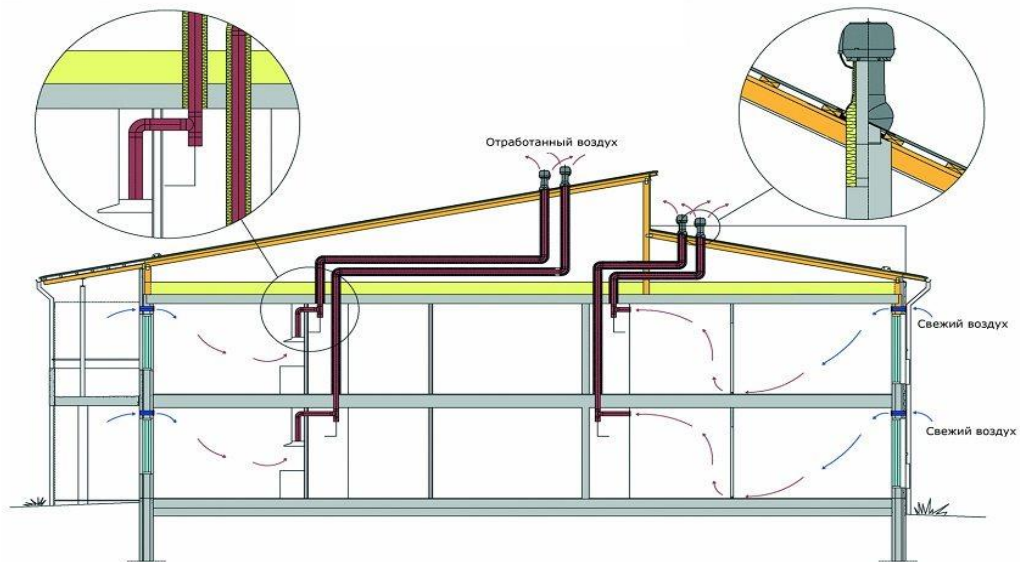


Рисунок 1.2. Схема збільшення тяги повітря в каналах витяжної вентиляції за рахунок дифлектора

Посилити витяжку повітря з приміщень можна двома способами: шляхом установки на вході каналу вентилятора витяжної вентиляції або шляхом установки спеціальної насадки - дефлектора. Дефлектор встановлюють на виході вентиляційної шахти на даху споруди, який при обертанні вбудованої турбіни за рахунок збільшення тяги в каналах витяжної вентиляції збільшує забір повітря. Вітер є основною рушійною силою його роботи. Коли ж вітер відсутній, дефлектор допомагає уникнути появи зворотної тяги. Обґрунтований вибір дефлектора дасть можливість на 20% збільшити величину потоку повітря [1].

Слід відмітити, що в таких системах мінімальний перепад між рівнем забору повітря з приміщення і його викидом через дефлектор по висоті повинен бути не менше 3 м. Довжина горизонтальної ділянки повітроводів при цьому не повинна бути більше 3 м, а швидкість повітря в повітроводах не повинна перевищувати 1 м / с [1].

Системи природної вентиляції прості і не вимагають складного дорогого устаткування і великих витрат електричної енергії.

Природній вентиляції наряду з тим, що вона має масу додатних властивостей, присутні значні недоліки, які саме вони можуть створювати в подальшій експлуатації певні проблеми. До таких недоліків слід віднести в першу чергу залежність робочих параметрів даних систем від зміни погодних факторів таких як температура повітря, швидкість та напрям руху вітру, а також не велика різниця тисків.

1.2 Механічні вентиляції та особливості їх будови

Для переміщення повітряних потоків на значні відстані необхідно використовувати цілі системи приладів та агрегатів, до яких відносяться: електродвигуни, вентилятори, повітряні нагрівачі, пиловловлювачі, система автоматики. В даному випадку ми вже маємо цілі механічні системи. При цьому на їх роботу можуть витрачатися досить велика кількість електроенергії. Але такі системи вже можуть подавати і видаляти в необхідній кількості повітря із локальних зон приміщення, незалежно від умов навколишнього повітряного середовища.

Повітря, при необхідності, можна піддавати різним видам обробки, таких як очищення, нагрівання, зволоження та ін., що практично неможливо виконати в системах природньою вентиляцією.

На практиці часто використовуються змішані системи вентиляції:одночасно природну і механічну вентиляцію одночасно.

Тип вентиляції та її перевага в санітарно-гігієнічному відношенні, визначається окремо у кожному конкретному випадку, а також її економічна і технічна доцільність.

Витяжна вентиляція використовується для створення балансу витрат прибулого і видаленого з приміщення повітря. Інакше кажучи, вона видаляє забруднене або нагріте відпрацьоване повітря.

Припливна і витяжна вентиляція, як правило, використовуються спільно, при цьому їх продуктивність роботи повинна бути збалансованою.

Устрій витяжної вентиляції

Витяжна вентиляція(рис.1.3) може включати в свій склад слідуєчі компоненти:

- даховий вентилятор;
- автономний осьовий вентилятор;
- каналний вентилятор;
- відцентровий вентилятор;
- витяжну вентиляційну установку.

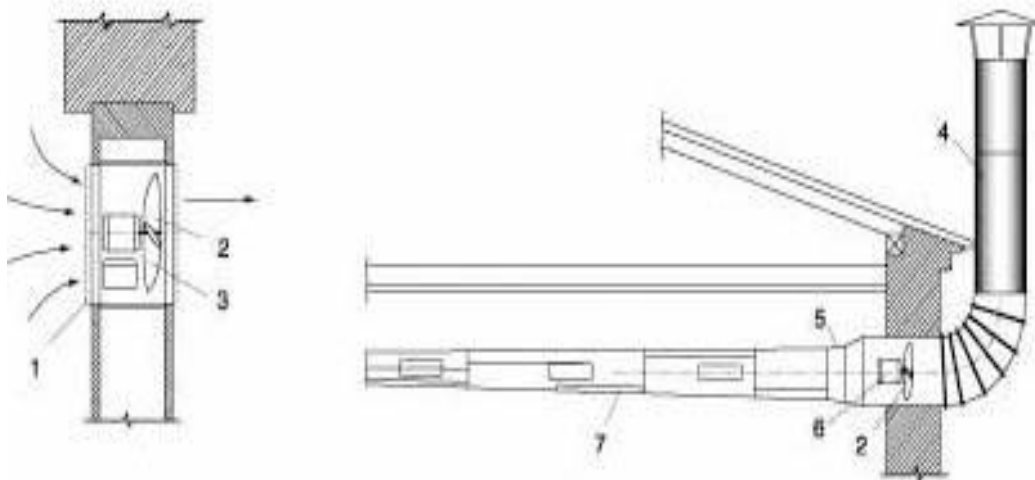


Рисунок 1.3.

1.2.1 Приточно-витяжна вентиляція

Припливно-витяжна вентиляція - це система, яка забезпечує притік свіжого і чистого повітря в приміщення, а також видаляє відпрацьоване шкідливе повітря з нього. Дані функції можуть виконуватися одночасно. Подібна вентиляція, як правило, встановлюється в приміщеннях з площею понад 100 м².

За допомогою припливно-витяжної вентиляції можливо:

- постійно здійснювати заміну в приміщенні відпрацьованого повітря;
- очищати і прогрівати при необхідності повітря коли;
- при необхідності забезпечувати в заданих межах зволоження повітря, та вирішують проблему відведення конденсату;

- підвищувати температуру повітря за рахунок рекуперації тепла, використовуючи для цього тепло повітря яке витягається та здійснювати при цьому економією електроенергії.

Недоліки припливно-витяжної вентиляції:

- присутній постійний шум від вентиляторів;
- в літню пору не передбачено охолодження повітряних мас;
- необхідність постійно відводити конденсат, який утворюється при роботі системи.

Принцип роботи припливно-витяжної вентиляції полягає в наступному.

В системі припливно-витяжної вентиляції присутні два потоки повітря: припливний і відтічний.

З вулиці надходить припливне свіже повітря. Свіже повітря, очищене при проходженні через повітряний фільтр, та підігріте за допомогою рекуператора і доставляє установкою в приміщення будинку.

З приміщень будинку відбувається забір і відведення відпрацьованого повітря. Вологе спертє повітря установкою з усіх приміщень збирається, пропускається через систему рекуперації, де забирається певна кількість тепла, яка необхідна для підігріву вхідного повітря, а потім охолоджене відпрацьоване повітря викидається на вулицю.

В системі обидва потоки повітря циркулюють одночасно, але при цьому вони не змішуються між собою, хоча підходять максимально близько один до одного в самій установці, де відбувається теплообмін. Виходячи з дому, гаряче відпрацьоване повітря, віддає 90% свого тепла вхідному потоку. В такій системі повністю практично відпадає необхідність в підігріві холодного повітря за рахунок батареї або теплої підлоги.

Конструктивне виконання

По способу монтажу, припливно-витяжні установки поділяють на горизонтальні, вертикальні а також універсальні системи. Продуктивність установки, теплову потужність калорифера, а також налаштування таймеру

для роботи в автоматичному режимі можна плавно або поступово змінювати завдяки системи автоматичного управління.

Система припливно-витяжної вентиляції включає в свій склад наступні елементи (рис.1.4):

- повітряний клапан, який перешкоджає попаданню зовнішнього повітря в приміщення, при вимкненій системі;
- вхідну решітку, яка служить для захисту установки від попадання сторонніх предметів і через яку повітря надходить в систему;
- захисний фільтр для захисту установки і фільтрації повітря;
- калорифер для підігріву припливного повітря взимку;
- вентилятор подачі повітря в приміщення а також для підтримки необхідного тиску в повітроводах;
- повітроводи, які служать для розподілу повітря по приміщеннях;
- повітряні розподільники, які подають підготовлене повітря після повітровоодів безпосередньо в приміщення;
- поглинач шуму, для зниження рівня шуму від установки;
- тепло- і звукоізоляційні панелі, які також знижують рівень шуму і підвищують ККД;
- автоматики системи управління і регулювання, яка дозволяє ефективно управляти системою.

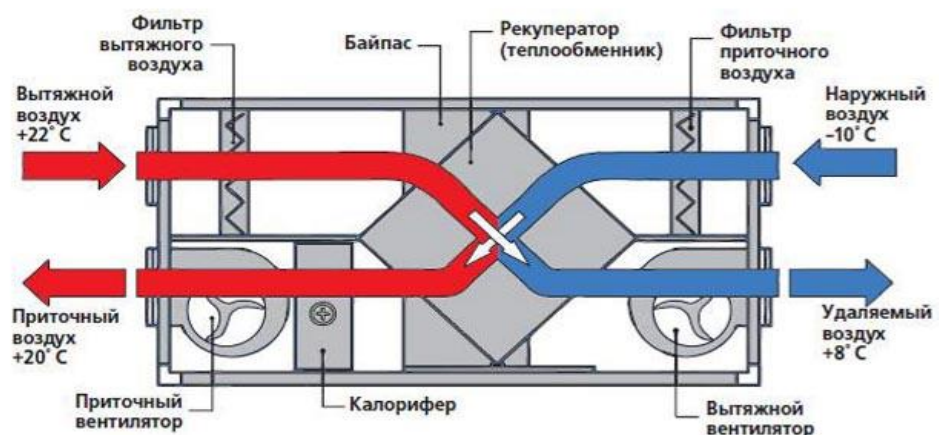


Рисунок 1.4. Система припливно-витяжної вентиляції

1.2.2 Системи вентиляції з рекуперацією тепла

Рекуператор тепла це пристрій, що використовує тепло видаленого витяжного повітря. З латинської - «повертає, який одержує назад». Це теплообмінник, через який проходять потоки теплового витяжного повітря і холодного припливного. Повітряні потоки проходять назустріч один одному, не перемішуючись, так як вони розділені тонкими стінками з пластин. Завдяки різниці температур витяжного і припливного повітря, теплий витяжної повітря віддає своє тепло через стінки більш холодному припливному. Так відбувається нагрівання припливного повітря на рекуператорі, і чим вище температура витяжного повітря, тим до більш високої температури можна нагріти припливне. Основна характеристика рекуператора тепла - його ККД.

У холодну пору року, зовнішнє повітря низької температури що надходить, нагрівається в рекуператорі вихідним із приміщення відпрацьованим теплим повітрям. І, навпаки, в літні місяці, гаряче повітря, що надходить з вулиці охолоджується і йде з приміщення більш холодним. При цьому підтримка постійної температури в приміщенні при використанні рекуператора відбувається майже без витрат енергії! Рекуператори дозволяють економити до 60-95% теплової енергії, що витрачається на припливно-витяжну вентиляцію.

Ефективність рекуператора тепла залежить від його типу. У двох словах про принцип роботи найпоширеніших з них.

У пластинчастому рекуператорі потоки припливного і повітря, що видалається рухаються назустріч один одному (рис.1.5). Повітряні потоки не змішуються, так як вони розділені перегородками з пластин.

Теплий видалається повітря через пластинчасті перегородки рекуператора нагріває холодне припливне повітря.

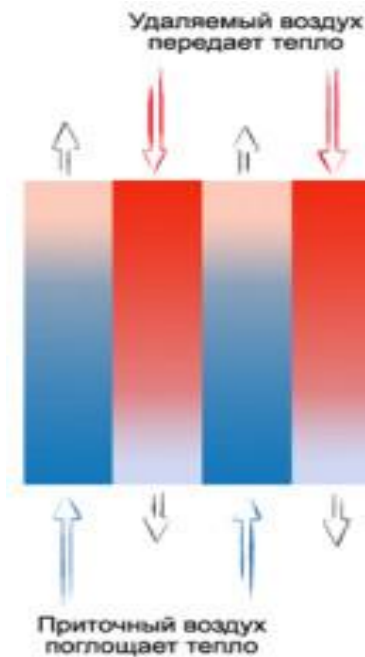
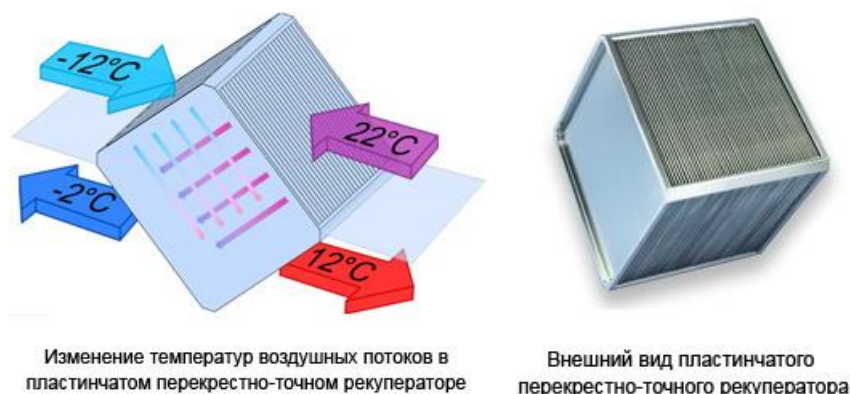


Рисунок 1.5. Рух повітря в пластинах перегородки рекуператора

Пластинчатий перехресно-точний рекуператор (рис.1.6)

Ефективність до 60-70%, потоки припливного і повітря, що видаляється не змішуються, в металевому рекуператорі утворюється конденсат. Немає рухомих частин. Висока надійність. В металевому рекуператорі відсутня можливість обміну вологою між потоками повітря. У рекуператорі з гігроскопічних матеріалів така можливість є.



Изменение температур воздушных потоков в пластинчатом перекрестно-точном рекуператоре

Внешний вид пластинчатого перекрестно-точного рекуператора

Рисунок 1.6.

Роторный рекуператор (рис.1.7)

Ефективність до 80-85%, потоки припливного і витяжного повітря можуть змішуватися, відсутня утворення конденсату. Існує можливість обміну

вологою між потоками повітря, зберігаючи таким чином необхідний рівень вологості в приміщенні. У режимі теплообміну ротор повинен постійно обертатися за допомогою електродвигуна.

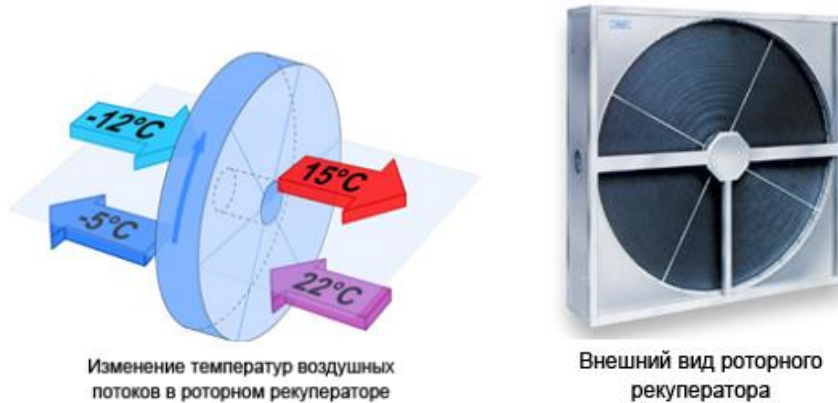


Рисунок 1.7.

Пластинчатий протиточний рекуператор (рис.1.8)

Ефективність до 90-95%, потоки припливного і повітря, що видаляється не змішуються, в металевому рекуператорі утворюється конденсат. Немає рухомих частин. Висока надійність. В металевому рекуператорі відсутня можливість обміну вологою між потоками повітря.

Висновки по першому розділу

Був проведений аналіз вентиляційних систем та визначені основні переваги вентиляційних установок з рекуперацією тепла:

- свіже чисте повітря без шкідливих речовин і підвищеної вологості;
- автоматичне забезпечення необхідного повітрообміну без зайвих зусиль;
- скорочення втрат тепла при повітрообміні в приміщеннях завдяки рекуперації тепла;
- вбудований фільтр від комах, пилу і інших забруднень повітря;
- захист від шуму і підвищена безпека завдяки зачиненим вікнам.

РОЗДІЛ 2

ВДОСКОНАЛЕННЯ ВЕНТИЛЯЦІЙНИХ СИСТЕМ ЗА РАХУНОК ВПРОВАДЖЕННЯ НОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА СХЕМНИХ РІШЕНЬ

Розглянемо деякі аспекти подальшого розвитку систем вентиляції з використанням нових технологічних рішень.

2.1 Нові технології для кондиціювання повітря

2.1.1 Вдосконалені теплообмінники

Основа звичайного теплообмінника для холодильної техніки (включаючи безліч моделей повітряних кондиціонерів) - це гнута трубка-змійовик з безліччю паяних (або зварних) з'єднань, по якій прокачується холодоагент, до якої приєднано ребра для теплообміну. Така трубка має безліч місць, де потенційно можуть розвиватися мікротріщини, через які важко виявити витік теплоносія. Крім негативного впливу на навколишнє середовище, протікання холодоагенту знижує ефективність роботи обладнання (збільшує експлуатаційні витрати) і підвищує загальну вартість обладнання (за рахунок витрат на дорогий ремонт і переаправлення кондиціонера / холодильника новим холодоагентом).

Інженерами компанії Optimized Thermal Systems, Inc., США, розробляється вдосконалений трубчастий теплообмінник-змійовик, в якому загальна кількість стиків і з'єднань (через які потенційно може відбуватися витік холодоагенту) буде зменшено порівняно з існуючими моделями на 90%. Через мікротріщини в стиках щорічно втрачається приблизно 10% обсягу холодоагенту, заправленого в системи HVAC (кондиціонери, теплові насоси і т. п.). Нова технологія дозволить радикально зменшити число стиків в трубчастих змійовиках і загальну кількість деталей, що з'єднуються. Крім того, пропонується змінити саме приєднання до відводять і підводять трубок, щоб зменшити гідравлічний опір потоку теплоносія, рис. 2. 1.



Рисунок 2. 1. Новий підхід в технології з'єднань деталей трубчатих змішувиків

Розробники зараз працюють над вдосконаленням технології виробничого процесу пайки / зварювання подібних стиків зі складною геометрією і перевіряють всі аспекти даного нововведення.

2.1.2 Комбінований клімат-контроль

В інженерно-технічному центрі при університеті Флориди розробляється прототип нового типу пристрою клімат-контролю, призначеного спеціально для житлових приміщень. Цей комбінований агрегат поєднує в собі водонагрівач, осушувач і повітроохолоджувач, що забезпечить більш ефективну передачу тепла. Ця технологія поліпшить контроль вмісту вологи в житлових будинках, що підвищить комфорт і значно економить енергію, особливо в місцевості з високою природною вологістю повітря. Для нашої країни це актуально для морського узбережжя, лісових районів, Полісся, Прикарпаття, житла, розташованого біля великих водосховищ (Київське море, Кременчуцьке водосховище), і т. П.

Новий пристрій умовно називається «Комбінований водонагрівач, осушувач і охолоджувач» (Combined Water Heater, Dehumidifier and Cooler, WHDC).

Мета даного проекту - розробка технології компактного і недорогого комбінованого нагріву води, осушення і охолодження повітря (WHDC).

Система осушує повітря і використовує його енергію для нагріву води. Конденсована вода згодом може бути повернута в висушений повітря, методом випарного охолодження; або, коли потрібно тільки осушення, її можна просто злити з системи в накопичувач дощової / технічної води. Ця технологія використовує «приховану» теплоту охолодження для підготовки гарячої води, що призводить до значної економії енергії, яка раніше була потрібна окремо для нагріву води та кондиціонування. Система контролює рівень вологості в житлових будинках, що забезпечує комфорт і здорову атмосферу.

В основі системи лежить надзвичайно компактний відкритий абсорбційний цикл, в якому водяна пара виділяє приховану теплоту в абсорбер. Вивільнюване тепло згодом передається технологічній воді, яка охолоджує абсорбент. Розчин регенерується в десорбері, де він нагрівається рідиною. Водяна пара, що утворюється в десорбері, конденсується, і тепло його фазового переходу також передається технічній воді. Технологія не містить десикантом і реалізована завдяки т. Зв. вдосконаленим поверхневим структурам поглинання і десорбції.

Пропонована технологія також включає в себе недавно розроблену нетоксичну іонну рідину (IL), яка не викликає корозію, що не кристалізується при охолодженні нижче температури замерзання води. Це особливо важливо для розробки надійного циклу і його широкого поширення в різних кліматичних зонах: змішана волога, спекотна і прибережна морська зони. За розрахунками, при типових умовах роботи за рахунок прихованої теплоти система забезпечує подачу 1,63 одиниць тепла для нагріву води в ГВП на 1 одиницю споживаної енергії, одночасно знижуючи споживану до 1.14.

2.2.3 Мембранний кондиціонер

Компанія Dais Analytics, США, розробляє новий мембранний кондиціонер на даху, який замість звичайних хімікатів в якості холодоагенту буде використовувати звичайну воду. Ця технологія не тільки ідеально

підходить для задушливих, вологих літніх ночей, але також може заощадити 30-50% електроенергії в порівнянні з сучасними даховими кондиціонерами.

Мембранна технологія NanoAir HVAC (рис.2.2) переносить молекули води через запатентовану нано-структурну полімерну мембрану, а в цілому, пристрій контролює вологість і температуру без використання будь-яких фторуглеродних хладагентів. Мембранний блок обдувається вологим повітрям, який потрібно осушити і охолодити, тепло відводиться через пластинчастий теплообмінник. Нано-мембрана забезпечує дуже швидке і виборче проникнення молекул води під невеликим перепадом тиску парів через твердий пластик, забезпечуючи ізотермічний осушення повітряних потоків і випарне охолодження нижче локальних температур «точки роси».

Команда проекту готує повністю функціональний комплектний даховий блок (RTU) для подальшого ретельного тестування і оцінки в Національній лабораторії в Оак-Рідж (ORNL), США, після чого буде випущена пілотна серія установок. Вже наявні результати показують, що дана конструкція демонструє зниження споживання електроенергії на 30-50%, в порівнянні з сьгоднішніми моделями RTU. При цьому немає необхідності застосовувати дорогі і екологічно небезпечні холодоагенти.



Рисунок 2.2. Блок-схема установки WHDC

2.1.4 Твердотілий тепловий насос

Хороші перспективи для розробки теплового повітряного насоса нового типу має електрокалоріческа твердотільна технологія, яка забезпечує охолодження приміщення без використання будь-яких хімічних холодоагентів (рис.2.3). Ця технологія ідеально підходить для житлових і невеликих комерційних будівель. Маленький і практично безшумний пристрій буде споживати на 25% енергії менше, ніж нинішні кондиціонери, що працюють за принципом стиснення / розширення парів на основі холодоагенту. В обладнанні буде набагато менше механічних деталей, схильних до зносу, що, безумовно, підвищить загальну надійність пристрою і зменшить ризик поломки кондиціонера.

Охолоджувальний електрокалоріческій тепловий насос може забезпечити сезонний $EER > 2,5$. Особливі перспективи ця технологія має не тільки для домашніх систем, а й для автомобільних кондиціонерів і систем клімат-контролю.

Електрокалоріческій ефект (ECE) - це фізичне явище, виявлене в діелектричних матеріалах, які в електричному полі виявляють властивості диполя. При зміні електричного поля відбувається зміна дипольного порядку молекул усередині деяких матеріалів (наприклад, особливої кераміки) і, отже, до зміни ентропії дипольної підсистеми. Це проявляється в нагріванні або охолодженні електрокалорічного матеріалу, за допомогою прикладеного в адіабатичних умовах електричного поля.

Технологія ECE потенційно може бути використана для застосування в різних областях, таких як пристрої обігріву і охолодження нового покоління. Ці технології мають більший ККД, екологічні та мають більш високу енергоефективність, в порівнянні з існуючими охолоджувальними пристроями.

Мікроскопічна фізична картина ефекту ECE ще не до кінця зрозуміла вченим. Але в цілому, вважається, що ECE є ентропійний обмін між двома

енергетичними або ентропійними «резервуарами» тобто дипольного і теплової ентропійними підсистемами, які залежать від змін зовнішнього електричного поля в адіабатичних умовах. Зокрема, зміну електричного поля викликають зміни дипольного стану в діелектричному матеріалі з менш упорядкованого на більш впорядкована. І навпаки, це призводить до зменшення впорядкованості, коли електричне поле знімається. Адіабатично прикладене електричне поле зміщення призводить до збільшення температури матеріалу. У той же час, адіабатичне відключення зовнішнього поля викликає охолодження матеріалу. В результаті зменшення ентропії коливаний решітки, температура матеріалу знижується, що компенсує збільшення ентропії дипольної підсистеми. В обох випадках загальна ентропія всієї системи залишається постійною, як і під час адіабатичного процесу.

Якщо все піде так, як заплановано розробниками, тоді ця технологія може повністю витіснити традиційні кондиціонери з компресорами.



Рисунок 2. 3. Твердотільний тепловий насос для охолодження: зовнішній вид и схема роботи

2.1.5 Накопичування енергії

А що, якщо створити систему зберігання енергії, яка б інтегрувалася з блоками обладнання HVAC? Як за допомогою утилізації відпрацьованого тепла, яке просто «губиться» в традиційних системах, знизити загальні енергетичні потреби систем кондиціонування повітря? НДДКР в цьому напрямку показали, що інтеграція наземного багатофункціонального накопичувача енергії з кондиціонерами (або з іншим традиційним обладнанням HVAC для опалення та вентиляції) може заощадити до 70% енергії і поліпшити коефіцієнт корисної дії системи HVAC (у вигляді COP) на 35%.

Розробка такої наземної установки, під назвою Ground-Level Integrated Diverse Energy Storage (GLIDES) показала, що ця система здатна інтегрувати і використовувати низькотемпературне тепло, при цьому, знижуючи енергоспоживання систем змінного струму. Ця система забезпечує більш ефективне поєднання можливостей інженерних систем будівель і електромережі, яке буде сприяти підвищенню рівня проникнення відновлюваної енергії та підвищення стійкості електричних мереж.

Застосування системи GLIDES націлене на такі результати:

в автономних будівлях:

- зберігати енергію з відновлюваних джерел для використання в той час, коли генерація з ВДЕ неможлива або недостатня.

в будівлях, підключених до електромережі:

- знизити пікове споживання з мережі;
- зменшити загальне споживання покупної електроенергії;
- підвищити надійність електромережі та вплив на електромережу;
- створення мережі накопичувачів енергії, здатних зменшити пікове навантаження і зрушити з часу максимальне енергоспоживання на інший час, коли в електромережі відчувається брак споживання;
- способом згладжування графіка споживання, поліпшити якість самої електроенергії - по частоті і напрузі.

Цілі, які ставили перед собою розробники GLIDES - розробити оригінальну недорогу технологію зберігання надлишку тепла для будівель, а також, для великомасштабних модульних накопичувачів при гідроаккумуляції енергії в промисловому секторі.

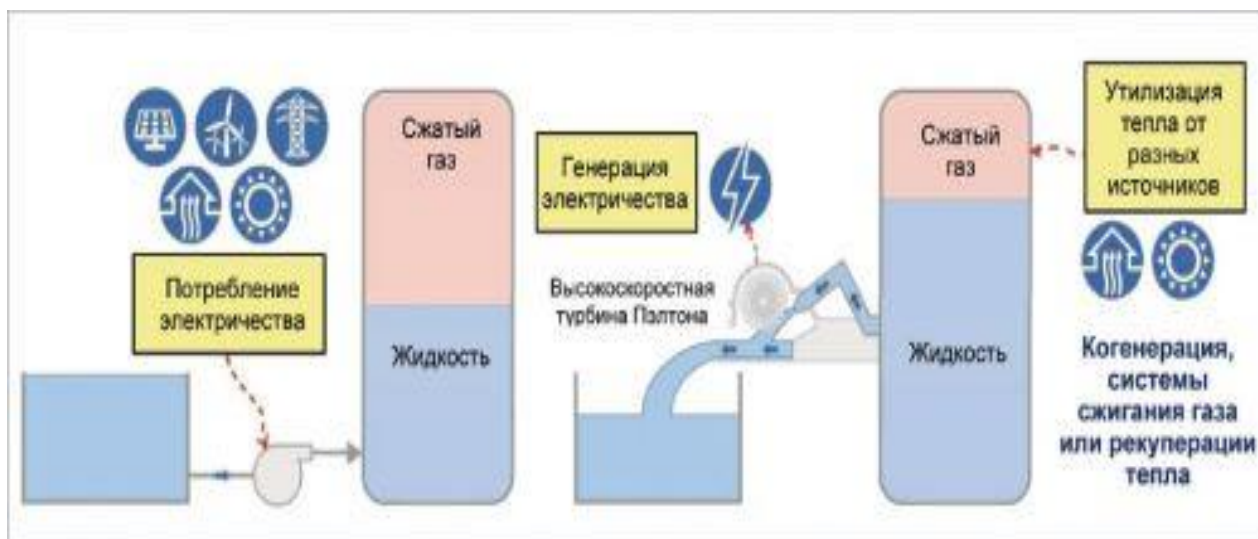


Рисунок 2.5. Схема наземної багатфункціональної інтегрованої системи зберігання енергії

Концепція системи GLIDES показана на рис.2.5. Зліва показано первісний стан системи. Рідина з зовнішнього резервуара перекачується в гідропневматичний акумулятор, розміри якого визначаються виходячи з потужності і максимальної розрахункової накопичувальної здатності системи. Для цього використовується електроенергія з зовнішньої мережі в потрібний для цього час (наприклад, вночі). Також для первинної зарядки системи GLIDES може бути використана тимчасово надлишкова енергія з відновлюваних джерел енергії: генераторів, сонячних панелей і вітряків. Рідина, що подається в гідропневматичний акумулятор, стискає газ (повітря) в ній, проте рівень тиску при цьому невисокий і не перевищує кілька бар.

Підвищити ступінь стиснення газу можна за рахунок його нагрівання способом прямого нагріву або введенням теплової енергії від різних джерел тепла, яке зазвичай втрачається (див. рис. 2.5, праворуч). Таким джерелом можуть бути і фототермальні сонячні панелі. Тепло від різних джерел через

ряд окремих теплообмінників надходить в гідропневматичний акумулятор і нагріває стиснений газ, додатково підвищуючи його тиск. Коли настає час використовувати накопичену енергію, рідина з накопичувача подається на високошвидкісну турбіну Пелтона, до якої підключений генератор. Електроенергія від генератора подається в мережу або використовується на локальні потреби. В цьому полягає загальна схема роботи. Наявні прототипи демонструють надійність роботи, високу енергоємність, невеликі габарити (для котеджних систем) і хороші перспективи створення потужних пристроїв, що акумулюють енергію від великих джерел непридатного тепла в різних галузях промисловості - від пекарень і пралень, до металургійних гігантів.

2.2 Варіант реалізації вентиляційної системи з використанням частотного перетворювача

Значно поліпшити роботу вентиляторів різного призначення, підвищити їх продуктивність і знизити витрати допомагає автоматизація за допомогою перетворювачів частоти (ПЧ).

Управління повітряним потоком без ПЧ в контурі (рис. 2.7) здійснюється за допомогою заслінок воздуховодов.

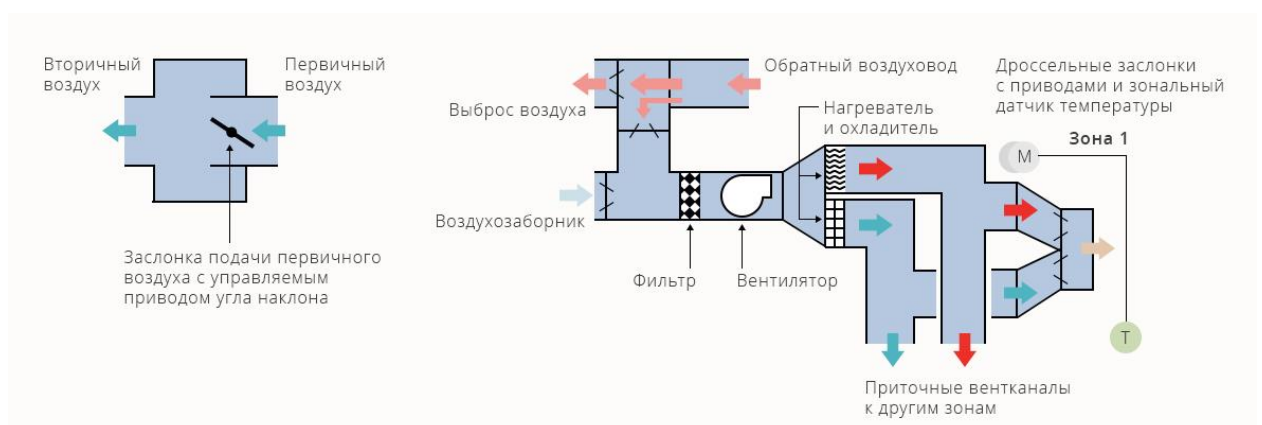


Рисунок 2.7.

Регулювання подачі повітря в таких системах здійснюється шибєрними заслінками або зміною кута лопатей вентиляторів. Такий спосіб має ряд недоліків, найзначнішим з яких є високе споживання електроенергії. При зміні

подачі повітря, споживана системою електрична потужність практично не змінюється. Крім того, при проектуванні потужність електродвигунів вибирають з великим запасом з урахуванням зростаючого пневмоопору при загрязненні фільтрів. В результаті система працює в режимі недозавантаження, незмінному споживанні електроенергії.

Для регулювання швидкості більшості сучасних вентиляторів і димососів використовуються частотні перетворювачі. Вони дозволяють плавно змінювати продуктивність вентиляційних установок в широких межах, забезпечують плавний пуск і зупинку електродвигуна, а також дозволяють економити електроенергію.

При цьому кількість керуючих сигналів, що приходять із зовнішнього системи автоматизації, мінімально і найчастіше обмежується аналоговим завданням по швидкості і дискретним сигналом дозволу роботи.

У той же час, незважаючи на уявну простоту, електромеханічна система вентилятора є досить складною системою, що має свої особливості експлуатації. Однією з особливостей роботи вентилятора, яка не враховується більшістю інженерів по автоматизації систем вентиляції, є вплив електромеханічної складової, обумовленої великим моментом інерції крильчатки. Через нього в обертових масах вентилятора запасється велика кількість кінетичної енергії, яка негативно впливає на динамічні характеристики вентилятора при регулюванні швидкості, пуску і зупинці. При неправильному налаштуванні системи управління викид цієї енергії може навіть призводити до відмови електроніки перетворювача частоти, зокрема на етапах зупинки, уповільнення і примусового розкручування вентилятора за рахунок зовнішньої тяги без подачі напруги живлення на електродвигун.

Тож з'ясуємо, чому ж при експлуатації перетворювача частоти виникають помилки, що призводять до зупинки системи вентиляції і навіть відмови елементів системи.

Найчастіше, при аварійній зупинці ПЧ на дисплеї відображається помилка «OU» - перенапруження по шині постійного струму. Електрик, обслуговуючий установку, приходить на місце роботи ПЧ, перевіряє напруга на вхідних клеммах перетворювача L1, L2, L3 і робить висновок, що мало місце короткочасне перевищення напруги в мережі живлення. У гіршому випадку він просто скидає помилку, шляхом перезапуску перетворювача, в кращому випадку встановлює по входу реле контролю напруги. Однак, через деякий час експлуатації помилка з'являється знову, і ситуація повторюється до відмови перетворювача.

Насправді перенапруження на шині постійного струму перетворювача може з'являтися в двох випадках:

- перенапруження в мережі живлення;
- генераторний режим електродвигуна (режим рекуперації).

За допомогою вимірника напруги найчастіше контролюється вхідна напруга і при виявленні «сплесків» напруги найпростішою захистом є установка мережевого дроселя перед ПЧ. У той же час викид енергії при генераторному режимі вентилятора є короткочасним, фіксується лише самим ПЧ на внутрішній шині постійного струму (відображення помилки «OU») і не може бути зафіксований вимірювальними приладами обслуговуючого персоналу.

Чим же обумовлений генераторний режим електродвигуна вентилятора? Адже для цього вентилятор повинен розкручуватися до швидкості, вище швидкості ідеального холостого ходу двигуна.

За допомогою рис.2.8 розглянемо причину виникнення цього явища. Нехай ми працюємо в робочій точці №1, при цьому з ланки постійного струму перетворювача споживається потужність P_n . Далі зовнішньою системою автоматики подається команда на зниження швидкості і перехід в робочу точку №2. Якщо величина допустимого прискорення / уповільнення приводу не обмежуватиметься, то кінетична енергія, запасені в механізмі вентилятора

буде розкручувати вал електродвигуна вище синхронної швидкості, що задається перетворювачем. При цьому швидкість буде залишатися позитивною, а ось момент, створюваний двигуном, стане негативним і електропривод перейде в генераторний режим. У цьому випадку енергія рекуперації $P_{\text{рекуп}}$ буде передаватися від двигуна до перетворювача частоти.

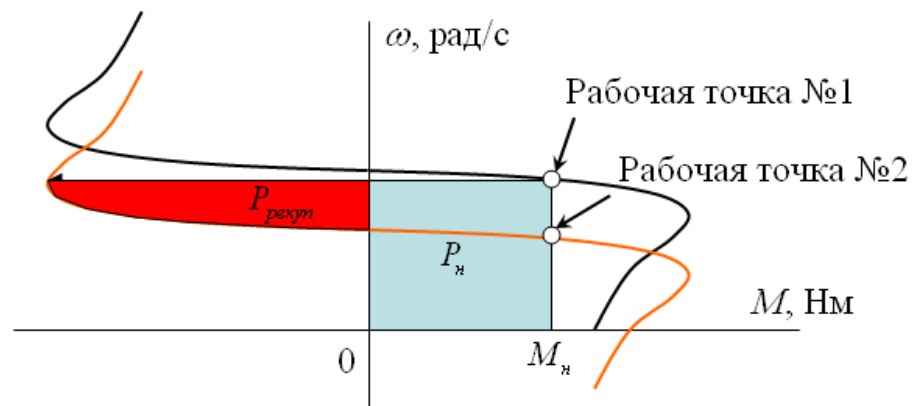


Рисунок 2.8. Механічні характеристики асинхронного електродвигуна при управлінні від ПЧ в режимі заторможення

Іншим видом несправності, що виникає при експлуатації вентиляторів, є перевантаження IGBT - ключів при пуску. Ця несправність викликана найчастіше динамічними коливаннями швидкості, особливо при пусках з малим часом розгону і великих махових масах на валу електродвигуна.

Виходячи з вищевказаних особливостей експлуатації електродвигунів вентиляторів, розглянемо способи підключення і конфігурування перетворювачів частоти для систем вентиляції, при яких буде забезпечуватися безвідмовний режим роботи.

Підключення керуючих сигналів.

Найчастіше, як було сказано раніше, управління перетворювачем частоти вентилятора реалізується найчастіше за допомогою аналогового сигналу для завдання швидкості і дискретного сигналу для видачі дозволу роботи. При цьому більшість інженерів - проектувальників реалізують за

допомогою дискретного сигналу, як пуск, так і останов вентилятора. Це і буває причиною відмови більшості перетворювачів частоти, які неправильно сконфігуровані або підключені.

Справа в тому, що у більшості перетворювачів частоти є дискретний вхід дозволу роботи, який у багатьох інструкціях помилково позначається як вхід пуску ПЧ. Так, наприклад, у перетворювача частоти Lenze серії ESMD сигнал дозволу роботи подається на контакт 28 з'єднувача управління. При неактивному рівні сигналу дозволу роботи подачі керуючих імпульсів на IGBT - транзистори силового інвертора немає і інвертор не працює. Якщо вал електродвигуна обертається, то при наявності великих махових мас вентилятора двигун переходить у генераторний режим і відбувається неконтрольований викид енергії з двигуна в ланку постійного струму перетворювача, що часто призводить до відмови перетворювача. У ряді випадків навіть короточасного переведення в неактивний стан сигналу дозволу роботи перетворювача при працюючому вентиляторі вистачає для повернення двигуном енергії в ланку постійного струму перетворювача, достатньою для відмови силових елементів цієї ланки (включно з інвертором).

Існують кілька можливих шляхів вирішення даної проблеми:

1. використання перетворювачів частоти з функцією плавного уповільнення при знятті дозволу роботи;
2. застосування більш складних схем управління.

У першому випадку можна рекомендувати перетворювачі частоти Lenze серії ESV, в яких є параметр, що визначає реакцію на зникнення сигналу дозволу роботи. Для забезпечення безпечного режиму уповільнення вентилятора з великими маховими масами рекомендується встановити значення $P111 = 2$ (зупинка по заданій траєкторії при пропажі сигналу дозволу роботи).

У другому випадку пуск перетворювача проводиться при нульовому значенні завдання за швидкістю, а потім за допомогою аналогового сигналу зовнішнього контролера або потенціометра проводиться плавний розгін вентилятора до номінальної швидкості. Аналогічним чином, проводиться уповільнення двигуна шляхом зменшення аналогового сигналу і при нульовій швидкості знімається сигнал дозволу роботи. Другий варіант є більш складним, проте дозволяє отримати кращі регульовальні характеристики вентилятора.

Підключення елементів захисту ланки постійного струму.

Очевидно, що головною небезпекою при генераторному режимі є підвищення напруги в ланці постійного струму. Отже, рішенням, що забезпечує безпечну експлуатацію, є введення в схему електроприводу елементів розсіювання гальмівної енергії. Одним з найбільш дешевих рішень є використання гальмівних чопперів (силових комутаторів), спільно з гальмівними резисторами, що включаються в ланку постійного струму.

Принцип роботи такої схеми наступний. При перевищенні напруги в ланці постійного струму вище допустимого (цей рівень встановлюється при програмуванні ПЧ або перемичками на чоппере в залежності від типу ПЧ) відбувається відкриття силового ключа гальмівного модуля і здійснюється скидання енергії на гальмівний резистор. Ця дія відбувається автоматично і не впливає на якість роботи електродвигуна вентилятора. Перевагою такого підходу є захист ПЧ від шкідливих наслідків генераторного режиму навіть при повному відключенні керуючих сигналів, неправильному налаштуванні часу розгону / уповільнення і т.д.

Вибір оптимального часу розгону або уповільнення перетворювача.

Слід пам'ятати, що при знятті сигналу дозволу роботи (або його обриві) і неправильної конфігурації перетворювача частоти управління ключами

інвертора припиняється і відбувається неконтрольований викид енергії з двигуна в ланку постійного струму. Проте, правильна конфігурація часу розгону / гальмування забезпечує експлуатацію ПЧ без перевантажень по струму і напрузі. В першу чергу слід пам'ятати, що час розгону ПЧ має бути набагато більше часу прямого пуску асинхронного електродвигуна вентилятора. Так, наприклад, якщо для вентилятора середньої і великої потужності час прямого пуску становить від 5 секунд, то час розгону від ПЧ має бути більше, як мінімум, в рази. При встановленні меншої часу розгону можлива як перевантаження по струму, так і пуск ривками з виникненням перенапруг, описаний раніше. Аналогічним чином вибирається час зупинки двигуна. Для цього необхідно при проведенні пусконаладжувальних робіт на етапі зупинки електродвигуна контролювати величину напруги в ланці постійного струму (наприклад, параметр C53 перетворювачів частоти Lenze серії ESMD).

Зауважимо, що при використанні перетворювача частоти Lenze 8200 Vector помилка короткого замикання «OC1» в режимі переривчастого пуску не записував, а просто на дисплеї відображається повідомлення «Imax» - досягнута межа значення по струму, який виставляється користувачем в параметрі «C22». Також важливо пам'ятати, що перетворювач частоти Lenze здатний витримувати перевантаження до 180% від номінального значення, однак при цьому перегріваються силові транзистори інвертора. Таким чином, в разі частих пусків без витримки паузи між перевантаженнями можлива відмова цих транзисторів навіть при встановленій захисту в параметрі «C22» (відмова можлива не відразу, а після десятків і навіть сотень повторюваних важких пусків).

Загальнопромислові частотні перетворювачі «Веспер EI-7011» відмінно підходять для будь-яких вентиляторів 220, 380 В і різних типів вентиляцій. Завдяки широкому діапазону потужностей і гнучким налаштувань, вони

можуть управляти одночасно декількома пристроями. Схема управління з використанням такого ПЧ показана на рис. 2.9.



Рисунок 2.9.

Висновки по другому розділу

Використання ЧПЧ дозволяють налагодити повітрообмін з найменшими витратами, зменшують знос устаткування і подовжують сервісні інтервали. Вони змінюють характеристики частоти і / або напруги живильного струму і м'яко регулюють продуктивність електровентиляторів.

Таким чином, електродвигун функціонує в щадному режимі, а це суттєво збільшує його ресурс і виключає ударні навантаження на електромережу. Обладнанню рідше потрібен ремонт, час простою скорочується. Економія електроенергії становить 20-40%, в залежності від режиму і умов роботи.

ВИСНОВОК

В ході виконання даної кваліфікаційної роботи був проведений аналіз сучасного стану, тенденцій і перспектив розвитку систем вентиляції та кондецюювання повітря .

Були розглянуті напрямки модернізація ліфтового електроприводу з використанням перетворювача частоти. Визначено, в необхідності розробки інтегрованих структурних схем системи управління ліфтом, приклад якої і було розглянуто на основі перетворювача частоти Danfoss Lift Drive LD302 .

В роботі був обгрунтований варіант мікропроцесорної станції управління ліфтом з використанням перетворювача частоти останніх розробок відомих світових фірм, а також розроблена структурна схема мікропроцесорної станції управління ліфтом на базі мікропроцесора та програмованого пристрою оперативної пам'яті.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Гусенцова Я.А., Андрийчук К.Н., Шпарбер М.Е. Системы вентиляции (технико-экономические характеристики). - Луганск: Издательство ВНУ им. В. Даля, 2005. – 32 с.
2. <https://www.airfresh.ru/ventilyatsiya.htm>
3. Соколов В.И. Моделирование стационарного режима работы разветвленной вентиляционной системы// Придніпровський нау-61 ковий вісник. Технічні науки. – 1988. - №133(200). – С. 59-62
5. Белов М.П. Автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов и технологических комплексов: Учебник для вузов – М.: Академия, 2004. – 576 с.

6. Энергосберегающий асинхронный электропривод: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / И.Я. Браславский, З.Ш. Ишматов, В.Н. Поляков; под ред. И.Я. Браславского.– М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 256с.

7. Крайнов, И. К. Модернизация системы передачи сигналов между электрооборудованием кабины и станцией управления пассажирским лифтом / И. К. Крайнов, Т. Н. Зубашкова, Р. А. Сафронов. // Юный ученый. -2018. - № 2 (16). - С. 148-151. - URL:

8. https://www.ifm.com/ua/ru/download/eco100_CODESYS23

9. <https://drives.ru/dokumentaciya/programmnoe-obespechenie/>

10. <https://drives.ru/partnery-po-prodazham-v-promyshlennosti/>