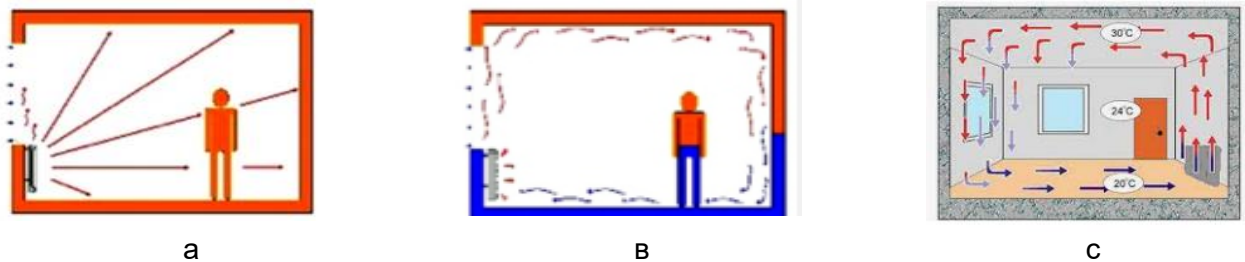


## Електричне опалення. Частина 2

У матеріалах попередньої статті (частина 1) ми встановили, що основною вимогою до опалювальних приладів взагалі й електричних, зокрема, є високі показники ефективності перетворення підведеної до приладу електричної енергії у тепловіддачу від приладу –  $Q$ , Вт/м<sup>2</sup>, або у кількість теплоти, що надходить від приладу до приміщення.

Електричні опалювальні прилади із прямим перетворенням електричної енергії у теплову поділяються за основним способом тепловіддачі на променеві, конвективні і променево-конвективні. І це те, що їх розрізняє.

На рис. 1 представлено схеми підведення теплоти від різних приладів.



**Рис. 1. Способи передачі теплоти від різних типів опалювальних приладів:  
а – променевий (теплове випромінювання); в – конвективний;  
с – променево-конвективний**

У разі передачі теплоти тепловим випромінюванням нагріта поверхня опалювального приладу генерує електромагнітне випромінювання в інфрачервоному спектрі довжини хвиль від 0,8 мкм до 0,8 мм, залежно від температури нагрітої поверхні приладу. Така подача теплоти збільшує температуру внутрішньої поверхні всіх огорожень приміщення, що дає можливість забезпечити комфорт за менших температур повітря і скоротити витрати теплоти на опалення.

Конвективний спосіб передачі теплоти за рахунок нагрівання і переміщення нагрітого повітря – це швидкий спосіб нагрівати саме повітря у приміщенні. Огородження, особливо у нижній зоні приміщення, нагріваються з деяким запізненням, уже від самого повітря. Конвекція може бути природною – за рахунок різниці маси нагрітого й холодного повітря, і примусовою – за рахунок роботи вентиляторів, що подають повітря на нагрівальні елементи. Променево-конвективний спосіб подачі теплоти поєднує два уже наведені вище способи теплонадходження.

Для кожного приладу характерним є той чи інший спосіб подачі теплоти. Кожен спосіб має свої переваги й недоліки. Але всі електричні прилади об'єднує один спосіб перетворення електричної енергії у теплову: за проходження через провідник електричного струму температура провідника поступово збільшується, бо вся енергія втрачає під час протікання струму перетворюється у теплоту. І кількість утвореної теплоти пропорційна потужності й часу надходження струму провідником.

Нагрітий електропровідник своєю чергою віддає теплоту повітря (у разі використання конвекції) або нагріває воду, оливу, матеріал, у якому він перебуває. А вони віддають теплоту у приміщення. І тут відбувається найцікавіше.

Якщо кількість теплоти, що підводиться до провідника у ході протікання струму, буде більшою за спроможність відводити теплоту від нагрівального елемента, то температура провідника постійно зростатиме, і для запобігання його перегорання необхідно буде припинити подачу струму. У цей період часу провідник охолоджується, виділення теплоти зменшується і, з часом, припиняється, а інтенсивність тепловіддачі суттєво зменшується.

Постійне надходження теплоти за протікання струму матиме місце лише у випадку, якщо організовано такий стійкий тепловідвід від приладу, який більший або рівний теплонадходженню від провідника електричного струму. Перегрівання провідника відсутнє, і

прилад не вимикається. Використання потужності приладу у такому разі буде найбільш ефективним.

Отже, для підвищення ефективності приладу необхідно організувати максимально можливий тепловідвід з його поверхні до приміщення, яке обігрівається.

Збільшення тепловіддачі й ефективності приладу можна досягнути за рахунок таких заходів:

- збільшення поверхні приладу, з якого віддається теплота у приміщення. Цього можна досягнути для променевих приладів за рахунок збільшення їхніх габаритів або нанесення ребрення;
- збільшення кількості і швидкості повітря, що подається на нагрітій нагрівальний елемент у конвекторах (але швидкість подачі нагрітого повітря у приміщення, що опалюється, обмежується санітарними нормами);
- збільшення температури на поверхні нагрівальних елементів, самих опалювальних приладів і збільшення променевого теплового потоку від опалювальних приладів. Але й тут є обмеження санітарного характеру – для запобігання шкідливому впливу на здоров'я людини температура на поверхні опалювального приладу не повинна перевищувати 85 °С і, крім того, суворо обмежується величина теплового потоку, що надходить від приладу на поверхню тіла людини;
- збільшення випромінювальної здатності матеріалу, яким покрита нагрівальна поверхня приладу.

Таким чином, є певні об'єктивні обмеження у збільшенні тепловіддачі від опалювальних приладів, що і призводить найчастіше до неповного використання їхньої потужності і зменшення ефективності роботи.

Розглянемо окремі види опалювальних електричних приладів і спробуємо їх класифікувати

## Частина 2. Види електричних опалювальних приладів. Переваги й недоліки

Найпростішим опалювальним приладом, очевидно, є **електричний тепловий вентилятор** (рис. 2). У промисловому виконанні за потужності більше 3 кВт – теплова гармата.

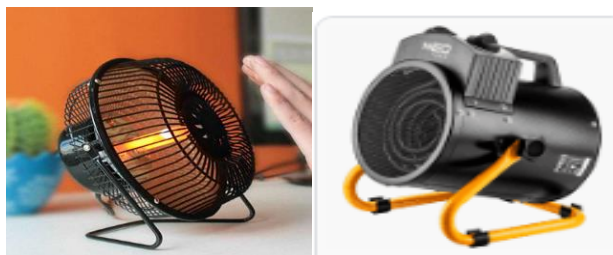


Рис. 2. Електричні теплові вентилятори

Теплоелектронагрівальний елемент – ніхромова спіраль, нагріта до температури 600-900 °С, або трубчастий електронагрівач з температурою 450-500 °С нагрівають потік повітря, що подається примусово вентилятором. Після цього потік повітря надходить до приміщення з температурою, що не перевищує 85 °С. Це сприяє швидкому конвективному нагріванню повітря у приміщенні. Регулювання потужності нагрівача і зміна частоти обертання вентилятора поліпшують регулювання тепловіддачі. Обмеження величини швидкості потоку нагрітого повітря в зоні перебування людей, висока пожежна небезпека, шум вентилятора, пригорання пилу на поверхні нагрівальних елементів зі значною температурою й можливість окиснення азоту повітря з утворенням шкідливих оксидів азоту – усе це звужує використання таких приладів. Тому їх застосовують, як правило, як додаткове джерело теплоти. У високих приміщеннях має місце спливання нагрітого повітря у верхню зону й погіршення ефективності роботи приладу.

**Електроконвектор** – прилад, тепловіддача якого здійснюється на 90% природною конвекцією, вентилятор відсутній (рис. 3). Випускаються потужністю до 3 кВт.



**Рис. 3. Електроконвектори**

Електроконвектор може використовуватись як додатковий і основний опалювальний прилад. Як і тепловентилятор, має низьку ефективність у високих приміщеннях. До переваг можна віднести незначну масу і можливість швидкого нагрівання повітря. Висока температура нагрівальних елементів у корпусі електроконвектора обумовлює ті ж недоліки, що й у теплового вентилятора.

До додаткових приладів опалення відносяться також і масляні радіатори (рис. 4). Спосіб передачі теплоти – конвективно-променевий. Електронагрівальний елемент розташований у мінеральному маслі. За його закипання можливе випаровування, розгерметизація і викид масла. Прилад повинен бути обладнано автоматичним захистом від перегрівання масла. Необхідно слідкувати за станом корпусу нагрівача, не допускати його корозії і ослаблення міцності.



**Рис. 4. Масляні радіатори, схема циркуляції оливи й ілюстрація конвективних потоків повітря**

Робоча температура на поверхні – 85 °С. Прогрівання приладу потребує певного часу. Тепловіддачу радіатора можна збільшити у разі комплектації його дуттьовим вентилятором. Увімкнений прилад не рекомендується залишати без нагляду внаслідок підвищеної пожежонебезпеки.

**Керамічні обігрівальні панелі** – ще один вид електроопалювальних приладів (рис. 5). Нагрівальний елемент у них замонолічено у керамічну поверхню. Основний спосіб віддачі теплоти – випромінювання нагрітої керамічної плити. Такі прилади можуть використовуватись як постійно увімкнені безпечні нагрівачі. До переваг належать: відсутність відкритих нагрівальних елементів, допустима температура на поверхні, гігієнічність, широкі можливості регулювання тепловіддачі. Ефективність роботи залежить від виробника і конструкції панелі. Слід зважати, що за встановлення біля зовнішньої стіни зворотна неробоча поверхня панелі опромінює зовнішню стіну, яка поглинає це випромінювання. Ця частина теплоти втрачається. Таким чином корисна тепловіддача приладу зменшується практично удвічі. Це ще одна причина, чому споживана електрична потужність приладу не відповідатиме, а буде значно меншою за корисну тепловіддачу.

Зменшити такі втрати теплоти можна, встановивши тепловідбивний екран і теплову ізоляцію на внутрішню поверхню стіни за обігрівальною панеллю. Крім того, між стіною і приладом необхідно залишати повітряний прошарок шириною 2-3 см. Це дасть можливість створити тут потік теплового повітря, який підійматиметься за рахунок гравітаційної сили, тоді втрати теплоти можна трансформувати у конвективний корисний теплоприток.



**Рис. 5. Керамічна обігрівальна панель**

Деякі виробники передбачають вищезазначені заходи у конструкції самої панелі – і теплоізоляційний шар на зворотній поверхні панелі, і конвективний прошарок. Радимо уважно ознайомитися з технічними характеристиками панелі.

Для збільшення променевого потоку теплоти виробники часто вдаються до підвищення температури на поверхні відкритого нагрівального елемента до величин 900-1000 °С. Ми уже знаємо, що це суттєво збільшує променевий потік від нагрівача. Але санітарно-гігієнічні вимоги обмежують цю величину так само, як і температуру на поверхні приладу. Такі прилади називають **інфрачервоними нагрівачами (UFO)**. Вони забезпечують локальне променеве нагрівання обмеженої зони, що потрапляє в зону дії нагрівача (рис. 6).



**Рис. 6. Інфрачервоні високотемпературні нагрівачі**

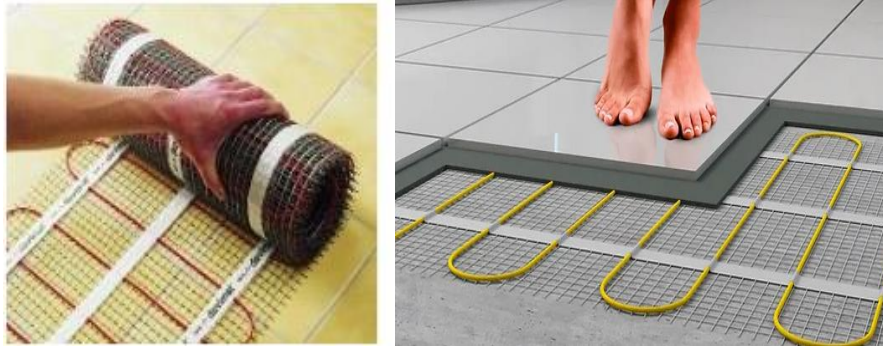
Перевищення допустимої температури на поверхні нагрівача, пригорання пилу, утворення оксидів азоту, що супроводжується витратанням кисню із приміщення, суворе обмеження теплового потоку, що генерується (особливо спрямованого голову людини) – це те, що робить використання таких нагрівачів небажаним для житла і допустимим лише для приміщень тимчасового перебування людей. Ще одним важливим недоліком високотемпературних випромінювачів є те, що теплове випромінювання від них зміщується у бік найбільш шкідливого для людини короткохвильового інфрачервоного випромінювання. Довжина хвилі випромінювання 1-1,5 мкм. Головний біль, підвищений пульс, часте дихання, запаморочення, порушення теплового балансу, шкідливий вплив на сітківку ока – можливі наслідки інфрачервоного короткохвильового випромінювання. За низькотемпературного довгохвильового випромінювання (менше 70 °С) небезпека інфрачервоних променів суттєво зменшується.

Ще один спосіб електричного опалення – **кабельні електричні системи**. Їх суміщають з конструкціями будівлі або роблять приставними до них. Для цього виду опалення використовують низькотемпературні нагрівальні кабелі (рис. 7).

За влаштування кабельних систем опалення температура нагрівальної поверхні обмежується 29 °С для підлоги; 31 °С – для ванної кімнати, 28 °С – для стелі. Є також і обмеження величини допустимої теплової потужності «теплої підлоги» – до 100 Вт/м<sup>2</sup>.

Тому для енерговитратних приміщень кабельні системи опалення використовуються як додаткове опалення. Під час використання кабельних променевих систем можливо створити комфортні умови перебування людей за температури на 2-3 °С нижче за нормовану. Зменшення температури внутрішнього повітря повинно бути компенсоване підвищенням температури внутрішніх поверхонь огорожень.





**Рис. 7. Нагрівальні кабелі у конструкції перекриття («тепла підлога»)**

Не слід забувати, що влаштування кабельних систем опалення вимагає певного простору в огороженні, а тому може призводити до зменшення висоти приміщення. Обов'язковим елементом таких систем є ретельна теплова ізоляція шару перекриття під нагрівальним кабелем. Інакше ваша «тепла підлога» буде одночасно нагрівальною стелею для вашого сусіда знизу. А для вас це будуть втрати теплоти.

Ще один поширений спосіб електроопалення – використання **електрокотлів** в індивідуальних водяних системах опалення. Це звичайні водогрійні котли, де як джерело енергії використовується електрична енергія. Нагріта у котлі вода надходить до опалювальних приладів з використанням води. Високий ККД котла (до 99%), простота регулювання його роботи, відсутність продуктів згорання палива – це беззаперечні переваги такого виду опалення. Але обов'язковими для такого способу опалення є монтаж трубопроводів, циркуляційного насоса, розширювального бака. Може використовуватись як основна система, так і виконувати функції дублювання.

Ми розглянули основні опалювальні прилади електричних систем опалення, їхні недоліки й переваги. У кожному випадку необхідно обирати найбільш прийнятні для вас прилади. Але необхідно пам'ятати, що незалежно від виду опалювальних приладів, потреба у подачі теплоти до приміщення залежить не від виду пристрою, а від величини втрат теплоти приміщенням, температури внутрішнього і зовнішнього повітря, рівня теплозахисту огорожень.

Крім того, розглядаючи перехід на електричні системи опалення, необхідно:

- з'ясувати величину допустимого приєднаного електричного навантаження на будинок чи квартиру. За необхідності, з урахуванням потужності електроопалювальних приладів, – звернутися до електророзподільної компанії і збільшити величину допустимої приєднаної потужності;
- перевірити зможу системи електропостачання будинку забезпечити підключення електрообладнання збільшеної потужності; за необхідності – замінити систему електропостачання і комутаційні пристрої.

Підвищення ефективності наведених вище опалювальних електричних пристроїв і зменшення платежів за використану електричну енергію можна досягти за рахунок заходів, які розглянемо в наступній частині статті.