**Карнаух Вікторія Вікторівна. Інтенсифікація тепломасообмінних процесів у вентиляторних градирнях плівкового типу : дис... канд. техн. наук: 05.14.06 / Одеський національний політехнічний ун-т. - О., 2006**

|  |  |
| --- | --- |
|

|  |
| --- |
| Карнаух В. В. Інтенсифікация тепломасообмінних процесів у вентиляторних градирнях плівкового типу. – Рукопис.Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за фахом 05.14.06 – Технічна теплофізика і промислова теплоенергетика – Одеський національний політехнічний університет, Одеса, 2006.У дисертації обґрунтовано перспективність використання у градирнях продуктивністю до 100 м3/год впорядкованої багатоканальної насадки плівкового типу з роздільним рухом повітряного потоку і водяної плівки, виконано моделювання процесів тепломасообміну за випарного охолоджування води в градирні з урахуванням уточнених уявлень про фазові термічні опори. Обґрунтовано доцільність розрахунку градирень тільки з урахуванням *RS*, якщо 0,8<*l*<1,2. Встановлено на підставі розробленого нами методу визначення стану повітряного потоку умови небажаного повного насичення його вологою до виходу з насадки апарата для подальшої оптимізації висоти її і питомої витрати повітря. Рекомендовано для плівкової градирні: тип РН – «подвійний косий риф», матеріал РН – полівінілхлорид; визначені оптимальні геометричні параметри РН. Експериментально встановлено випереджаюче зростання інтенсивності процесу тепломасообміну в порівнянні зі зростанням енерговитрат на його організацію. Розроблено типорозмірні ряди проти- і поперечноточних плівкових вентиляторних градирень у діапазоні продуктивності з охолоджувальної води *Gр* = 25…100 м3/год, що забезпечує за умови їх багатосекційної збірки економію як енергії на привід, так і води на компенсацію втрат з випаровуванням і краплинним віднесенням. |

 |
|

|  |
| --- |
| У дисертаційній роботі запропоновано нові рішення щодо підвищення ефективності роботи плівкових градирень, які полягають у встановленні впорядкованої багатоканальної насадки нового типу, що забезпечує розвинену поверхню тепломасопереносу за мінімального аеродинамічного опору, впровадженні багатосекційної збірки градирень удосконаленого типу.У результаті виконання роботи отримані наступні результати.1. Виконано порівняльний аналіз сучасних методів розрахунку тепломасообмінних процесів у системі вода-повітря і показано перевагу методу ентальпійного потенціалу; розвинено теоретичні основи аналізу фазових термічних опорів повітряного і водяного потоків, що ґрунтуються на уявленнях про аддитивність фазових термічних опорів.
2. Показано значущість термічного опору рідинної плівки, що визначає можливість інтенсифікації процесу тепломасообміну дією на газову і рідинну фази, використовуючи поверхні з регулярною шорсткістю.
3. Запропоновано розрахунковий метод визначення стану повітряного потоку за висотою (у протиточних ТМА) і за об'ємом (у поперечноточних ТМА) насадки градирні, який дозволяє встановити можливість небажаного повного насичення вологою газового потоку до виходу з насадки апарату, для вживання заходів щодо запобігання різкого зниження ефективності процесу.
4. Виконано моделювання процесів тепломасообміну під час випарного охолоджування води в градирні з урахуванням уточнених уявлень про фазові термічні опори, величини поверхні тепло- і масообміну і відхилення значення співвідношення Л’юіса від одиниці (порушується аналогія процесів перенесення теплоти і маси).
5. Установлено: для всіх схем контакту потоків характерними є плівково-струминний ламинарно-хвильовий або перехідний режими току рідини при турбулентному газовому потоці. Для протитоку має місце значна гідродинамічна взаємодія фаз – ; за поперечного току .
6. Установлено для поверхонь з РШ випереджаюче зростання інтенсивності процесів тепломасообміну в порівнянні зі зростанням енерговитрат на організацію процесу. Для протитоку за ; рекомендовано за *dе*=0,015...0,03м. У градирнях великої продуктивності (понад 100 м3/год) необхідно збільшити еквівалентний діаметр до *dе*=0,03…0,05 м. Для поперечного току за *k = idem*; рекомендовано *lopt*=0,03...0,04 за *dе*=0,020...0,03 м. Для протиточних апаратів малої продуктивності можна рекомендувати *НРН*=0,300...0,500 м, для апаратів більшої продуктивності (*Gр*=100м3/год) доцільно збільшити сумарну висоту зрошувача до 1,0 м (компонувати зрошувач ярусами, з висотою кожного 0,32...0,5 м.).
7. Доведено: в інженерних розрахунках для оптимального діапазону навантажень по газу і рідині (0,8<*l*<1,2) можна нехтувати впливом термічного опору рідинної плівки і вести розрахунок градирень, ґрунтуючись лише на значенні сумарного термічного опору (*RS*); за інших значень *l*слід переходити до аналізу і розрахунку тепломасообмінних процесів з урахуванням фазових термічних опорів; в умовах протитоку інтенсифікація процесів забезпечується за рахунок зниження *Rр* при поперечному тоці регулярна шорсткість інтенсифікує процеси в обох фазах.
8. Для градирні з багатоканальною насадкою з РШ на поверхні рекомендовано: тип РН – «подвійний косий риф» і матеріал РН – полівінілхлорид.
9. В області значень ступеня охолодження рідини *Ер0,5* очевидні переваги поперечноточної схеми; за великих значеннь питомої ефективності (*Е\**) схеми виявляються рівноцінними і забезпечують однакову величину *Ер,max*@ 0,73. Збільшення *dе* до оптимальних значень забезпечує подальше поліпшення характеристик поперечноточного модуля і досягнення *Ер,max*@ 0,8.
10. Обґрунтовано доцільність застосування поперечноточних апаратів. Поперечноточна схема має ряд переваг у порівнянні з протитоком: значне розширення діапазону робочих навантажень; зниження енерговитрат за більш високого ступеня досягнутого охолоджування рідини; зниження висоти ТМА; можливість установлення вентилятора поза потоком вологого повітря і його реверсування – за необхідності. Протитік забезпечує більшу щільність теплового потоку (*qг*=370кВт/м3 проти 250 кВт/м3 для поперечного току). Вибір схеми обумовлений особливостями експлуатації, вимогами компактності і допустимим рівнем енерговитрат.
11. Розроблено типорозмірні ряди проти- і поперечноточних плівкових вентиляторних градирень у діапазоні продуктивності з охолоджувальної води *Gр*= 25…100 м3/год, що забезпечує в умовах цілорічної експлуатації і континентального клімату за умови їх багатосекційної збірки економію як енергії на привід (до 30%), так і води на компенсацію втрат з випаровуванням і краплинним віднесенням (близько 20%).

**Умовні позначення***Q* - теплове навантаження, кВт; *q* - щільність зрошування, м3/(м2год); *G* - об'ємна витрата, м3/с; *W*-швидкість, м/с; *x*- коефіцієнт гідравлічного опору; *F*-площа, м2; *dе* - еквівалентний діаметр, м; Р, Е - крок і висота основного гофрування, м; р, е - крок і висота регулярної шорсткості, м; *k* - коефіцієнт шорсткості; *l*- відносна витрата повітря; *ср-* теплоємність за постійного тиску, кДж/(кгК); *ro*- питома теплота пароутворення, кДж/кг; *t* - температура газу, оС; *рп* - парціальний тиск насиченої пари, Па; *hг*- ентальпія газу, кДж/кг; *г* - коефіцієнт тепловіддачі від ядра рідини до ядра повітря, Вт/м2К; *г0*-коефіцієнт тепловіддачі від поверхні рідини до повітря, Вт/м2К; *х (р, h)*- коефіцієнт масовіддачі, віднесений до різниці вологовмісту (тиску, ентальпії), кг/м2с; *Кh*- загальний коефіцієнт тепломасопереносу, кг/м2с; *RS*– сумарний термічний опір, м2с/кг; *N* - число одиниць перенесення; *А* - відносний ефект інтенсифікації; *А\*-* відносна ефективність процесу; РН - регулярна насадка: РНІ – «прямий подвійний риф», РНІІа– «косий подвійнийй риф» (Al), РН ІІІ- «прямий косий риф», РН ІV- «косий подвійний риф» (ПВХ); РШ - регулярна шорсткість.Індекси: г- газ; р- рідина; - параметр за температури рідини на поверхні розділу фаз tр''; \*- параметр за температури ядра рідини tр. |

 |