**Назарова Ірина Олександрівна. Контактний тепломасообмін при конденсації пари з парогазової суміші на плівці рідини в умовах висхідної супутної течії : Дис... канд. наук: 05.14.06 - 2006.**

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

|  |
| --- |
| **Назарова І.О. Контактний тепломасообмін при конденсації пари з парогазової суміші на плівці рідини в умовах висхідної супутної течії.– Рукопис.**Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.14.06 – Технічна теплофізика та промислова теплоенер-гетика. – Національний технічний університет України “КПІ”, Київ, 2006.Робота присвячена експериментальним дослідженням, що направлені на підвищення ефективності роботи контактних тепломасообмінних апаратів шляхом інтенсифікації процесів тепломасообміну за рахунок збільшення швидкості руху теплоносіїв. Експериментально встановлено значення граничної температури нагріву води та її залежність від початкового паровмісту. Визначено умови, які забезпечують ефективність використання поверхні робочого каналу при відсутності ділянки випаровування. Досліджено, що інтенсивність процесів тепло- та масообміну залежить від щільності зрошення, швидкості парогазової суміші, початкового паровмісту суміші, висоти робочого каналу. В роботі наведено емпіричні залежності для розрахунку середніх коефіцієнтів тепловіддачі та масовіддачі. Проведено гідродинамічні дослідження, на підставі яких визначено висоту початкової гідродинамічної ділянки та отримано узагальнені залежності для розрахунку коефіцієнта гідравлічного опору тертя на початковій ділянці та на ділянці гідродинамічної стабілізації потоку. На основі експериментальних досліджень процесів гідродинаміки та тепло- і масообміну при конденсації пари з парогазової суміші в умовах висхідної супутної течії з плівкою рідини розроблено методику розрахунку контактного апарату. |

 |
|

|  |
| --- |
| В дисертації викладено нове вирішення наукової задачі, яка полягає в підвищенні ефективності роботи контактних тепломасообмінних апаратів шляхом інтенсифікації процесів тепломасообміну за рахунок підвищення швидкості руху теплоносіїв. Запропоновано збільшити швидкість газів до значення, яке перевищує верхню межу “захлинання” протитокового руху в вертикальних трубах. Це забезпечує умови протікання контактного тепломасообміну за супутного висхідного руху газу та плівки рідини. В результаті експериментальних досліджень розроблена методика розрахунку контактного апарату з висхідним потоком теплоносіїв.Отримані результати експериментальних досліджень процесів тепломасообміну та гідродинаміки в умовах висхідної супутної течії парогазової суміші та рідини дозволяють зробити наступні висновки.1. Встановлено, що процеси тепломасообміну при конденсації водяної пари з парогазової суміші за висхідного руху з плівкою рідини складаються з трьох характерних режимів. В першому режимі, при значеннях критерію Фруда плівки рідини Frпл< Frплгр1, на кінцевій ділянці робочого каналу виникає процес випаровування, який є небажаним при організації робочого процесу. При Frплгр1< Frпл< Frплгр2 весь робочий канал працює в режимі конденсації, що характеризує другий режим. При Frплгр2< Frпл < 6,410-1 робочий канал працює в конденсаційно-конвективному режимі, що характеризує третій режим.
2. Експериментально встановлено, що при Frплгр1< Frпл < Frплгр2 середні коефіцієнти тепловіддачі прямо пропорційні щільності зрошення та не залежать від зміни швидкості парогазового потоку. При цьому, збільшення початкового паровмісту від 11 % до 30 % призводить до зростання середніх коефіцієнтів тепловіддачі в 1,5 рази, а зменшення висоти робочого каналу L від 1,404 м до 0,2 м – до збільшення середніх коефіцієнтів тепловіддачі в 4,3 рази. При Frплгр2< Frпл < 6,410-1 зміна швидкості парогазового потоку wпг від 16 м/с до 47 м/с призводить до зростання середніх коефіцієнтів тепловіддачі в 2 рази. При збільшенні щільності зрошення Qm від 1,210-4 м2/с до 310-4 м2/с середні коефіцієнти тепловіддачі зростають в 1,2 рази. Збільшення початкового паровмісту від 11 % до 30 % призводить до зростання середніх коефіцієнтів тепловіддачі в 2 рази, при зміні висоти робочого каналу L від 1,404 м до 0,2 м середні коефіцієнти тепловіддачі зростають в 4,3 рази.
3. Вперше експериментально встановлено значення граничної температури нагріву рідини за висхідного супутного руху парогазової суміші та плівки рідини. Значення граничної температури нагріву рідини збільшується від 46 С до 62 С при зміні початкового паровмісту від 11 % до 30 %.
4. Отримана залежність (1) для розрахунку щільності зрошення, яка забезпечує ефективність використання поверхні робочого каналу (відсутність ділянки випаровування).
5. Встановлено, що ефективна висота робочого каналу не повинна перевищувати значення згідно з рівнянням (2), тому що при подальшому збільшенні висоти робочого каналу теплопродуктивність робочого каналу не змінюється.
6. На основі узагальнення експериментальних даних отримано залежності (3)–(8) для розрахунку середніх коефіцієнтів тепловіддачі та масовіддачі при конденсації пари з парогазової суміші в умовах висхідної супутної течії з плівкою рідини. Залежності отримано для діапазону зміни критерію Фруда для плівки рідини Frпл= 5,510-2 6,410-1, критерію Рейнольдса Reпг= 13900 44500, відношення висоти робочого каналу до діаметру (L/d) = 11,8 2,5, початкового паровмісту = 0,11 0,3. Відхилення дослідних даних від кривих, що описані рівняннями, не перевищує ± 20 % при довірчій ймовірності 95 %.
7. Результати досліджень показали, що процеси тепло- та масообміну за висхідного супутного руху парогазової суміші та плівки рідини характеризуються високою інтенсивністю ( 1000 Вт/(м2К), 0,1 м/с). Порівняння отриманих результатів з даними по тепло- та масообміну для схеми руху теплоносіїв за протитоком при конденсації пари з парогазової суміші на сітчастій насадці ( 100 Вт/(м2К), 0,01 м/с) показало, що середні коефіцієнти тепловіддачі та масовіддачі за висхідного прямотоку приблизно в десятки разів вище. Це пов’язано з тим, що за висхідного супутного руху теплоносіїв мають місце більш високі значення швидкості парогазового потоку (wг = 16 47 м/с) та щільності зрошення, що призводить до значної інтенсифікації процесів міжфазної взаємодії.
8. Визначено висоту початкової гідродинамічної ділянки, яка складає величину порядку Lн.г.30d.
9. Експериментально встановлено, що на початковій гідродинамічній ділянці в кільцевому режимі руху збільшення швидкості парогазового потоку від 16 м/с до 35 м/с призводить до зростання коефіцієнта гідравлічного опору в 1,4 рази. При збільшенні щільності зрошення Qm від 1,610-5 м2/с до 410-5 м2/с коефіцієнт гідравлічного опору зростає в 1,2 рази. Збільшення висоти робочого каналу від 0,12 м до 0,5 м призводить до зростання коефіцієнта гідравлічного опору в 1,5 рази. На початковій гідродинамічній ділянці в дисперсно-кільцевому режимі руху збільшення швидкості парогазового потоку від 16 м/с до 35 м/с призводить до зростання коефіцієнта гідравлічного опору в 1,8 раза. При збільшенні щільності зрошення Qm від 1,410-4 м2/с до 2,910-4 м2/с коефіцієнт гідравлічного опору зростає в 1,5 рази. Збільшення висоти робочого каналу від 0,12 м до 0,5 м призводить до зростання коефіцієнта гідравлічного опору в 1,5 рази.
10. Встановлено, що для гідродинамічно стабілізованого потоку в області кільцевого режиму руху збільшення швидкості парогазового потоку від 16 м/с до 35 м/с призводить до зростання коефіцієнта гідравлічного опору в 1,4 рази. При збільшенні щільності зрошення Qm від 1,610-5 м2/с до 410-5 м2/с коефіцієнт гідравлічного опору зростає в 1,2 рази. Для гідродинамічно стабілізованого потоку в області дисперсно-кільцевого режиму руху збільшення швидкості парогазового потоку від 16 м/с до 35 м/с призводить до зростання коефіцієнта гідравлічного опору в 1,8 рази. При збільшенні щільності зрошення Qm від 1,410-4 м2/с до 2,910-4 м2/с коефіцієнт гідравлічного опору зростає в 1,3 раза.
11. Отримані емпіричні співвідношення (9) – (12) в області стійкого кільцевого режиму течії та в області дисперсно-кільцевого режиму, які дозволяють розрахувати величину коефіцієнта гідравлічного опору тертя в умовах висхідної супутної течії газу та плівки рідини на початковій гідродинамічній ділянці та на ділянці гідродинамічної стабілізації потоку. Співвідношення справедливі в такому діапазоні зміни параметрів: критерій Рейнольдса для потоку газу Reг= 18000 40000, критерій Рейнольдса для плівки рідини Reпл= 360 760. Відхилення дослідних даних від кривих, що описані рівняннями, не перевищує ± 10 % при довірчій ймовірності 95 %.
12. Запропоновано методику розрахунку контактного тепломасо-обмінного апарату з висхідною супутною течією теплоносіїв, яка включає розрахунки гідравлічного опору, коефіцієнтів тепло- та масовіддачі та границь ефективної роботи контактного апарату.
13. Результати проведених експериментальних досліджень передані в ЗАТ “Калинівський машинобудівний завод” з метою їх подальшого використання при розробці нових ефективних контактних тепломасообмінних апаратів для систем утилізації теплоти в розпилювальних сушильних установках.
 |

 |