

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ПОВЕРХНЕВОГО ТА ОБ'ЄМНОГО КИПІННЯ РІДИНИ*Запорізька державна інженерна академія, кафедра ТГЕ*

Кипіння – це перехід рідини в пару, який проходить з утворенням в об'ємі рідини пузирів пари або заповнених паровою порожнин на поверхнях, що нагріваються. Пузири ростуть внаслідок випаровування рідини у їх порожнину; впливають, і насичена пара, що в них міститься переходить в парову фазу над рідиною.

Для підтримання, до рідини необхідно безперервно підводити теплоту, яка витрачається на само утворення, роботу пари проти зовнішнього тиску при збільшенні об'єму парової фази та компенсації зовнішніх втрат теплоти. Температура, при якій проходить кипіння рідини, що знаходиться під постійним тиском, відповідає температурі насиченої пари над поверхнею киплячої рідини. Сама рідина завжди декілька перегріта відносно температури кипіння. Зародження пузирів пари в об'ємі гомогенної рідини проходить при подоланні деякого енергетичного бар'єра, який дорівнює роботі утворення пузиря, що визначається за формулою Гіббса:

$$W = \frac{4}{3} \pi R^2 \cdot \sigma.$$

При кипінні в рідині встановлюється певний розподіл температур. У поверхні нагріву рідина помітно перегріта. Величина перегріву залежить від фізико – хімічних властивостей рідини, та стану поверхні нагріву. Центрами пароутворення можуть бути подертості, каверни та мікро – впадини та інші дефекти поверхні нагріву, луга або розчинені в рідині гази, тверді частки в об'ємі рідини та інші. Досліди показують, що ретельно очищені рідини, при підтриманні особливих мір обережності можна перегріти на десятки градусів без закипання. Коли така перегріта рідина закипає, то процес кипіння протікає бурхливо. Можливість перегріву чистої рідини без кипіння пояснюється необхідністю додаткового підводу енергії для виникнення початкових зародків пузирів та подолання їх поверхневого натягу. Таким чином, для виникнення процесу кипіння необхідно дві умови: наявність центрів пароутворення та підвищення температури рідини при заданому тиску.

Якщо рідина містить розчинні гази та виваженні часточки, то вже незначний (десяті долі градуса) перегрів рідини викликає стійке та спокійне кипіння, яке називають пухляким. При збільшенні температурного навантаження, то число центрів пароутворення збільшується та все більше пузирів, що відірвалося, впливають у рідині. Тим самим викликають її інтенсивне перемішування. Цей процес приводить до росту теплового потоку. Відповідно збільшується кількість пари. При досягненні максимального (критичного) значення теплового потоку починається другий, перехідний процес кипіння. При цьому режимі тепловіддача та швидкість пароутворення стрімко знижується, т.к. частина поверхні нагріву покривається сухими плямами із-за злиття пузирів пари. Коли вся поверхня покривається тонкою паровою плівкою, виникає третій, плівковий режим кипіння, при якому теплота від поверхні нагріву передається до рідини крізь плівку, утворених на ній порожнин пари за рахунок менш інтенсивних механізмів переносу теплоти теплопровідністю та випромінюванням. Таким чином, тепловіддача в режимі пухлякого кипіння є одним з найбільш ефективних процесів переносу теплоти.

Зміна механізму тепловіддачі на початку переходу від пухлякого кипіння до плівкового називається кризою тепловіддачі при кипінні. Максимально можлива щільність теплового потоку при цьому називається першою критичною щільністю теплового потоку. Якщо тепловий потік має щільність, яка перевищує значення першої критичної, то чиста форма пухлякого кипіння не можлива.

