

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРОУТВОРЕННЯ В КИПЛЯЧИХ ЦУКРОВИХ РОЗЧИНАХ ТА УТФЕЛЯХ

Для розрахунку поверхонь нагріву вакуум-випарників експериментальних даях вивчення механізму пароутворення під час кипіння цукрових розчинів та утфелів не досить. Дослідження [1, 2] проведено лише для цукрових розчинів $CP = 20-70\%$ а досліджень з утфелями не проводили.

Для вивчення механізму кипіння у великому об'ємі в умовах природної циркуляції в цукрових розчинах та утфелях при атмосферному і зниженому тиску а також для виявлення основних закономірностей та особливостей процесу в цих умовах автори виготовили експериментальну установку (рис. 1), яка дає можливість вивчати механізм пароутворення та тепловіддачі для виявлення фізичної картини пароцесу і факторів, що визначають його інтенсивність а також визначити вплив просторово-часових та фізичних параметрів бульбашки на коефіцієнт тепловіддачі від грюючої стінки до киплячого цукрового розчину та утфелю.

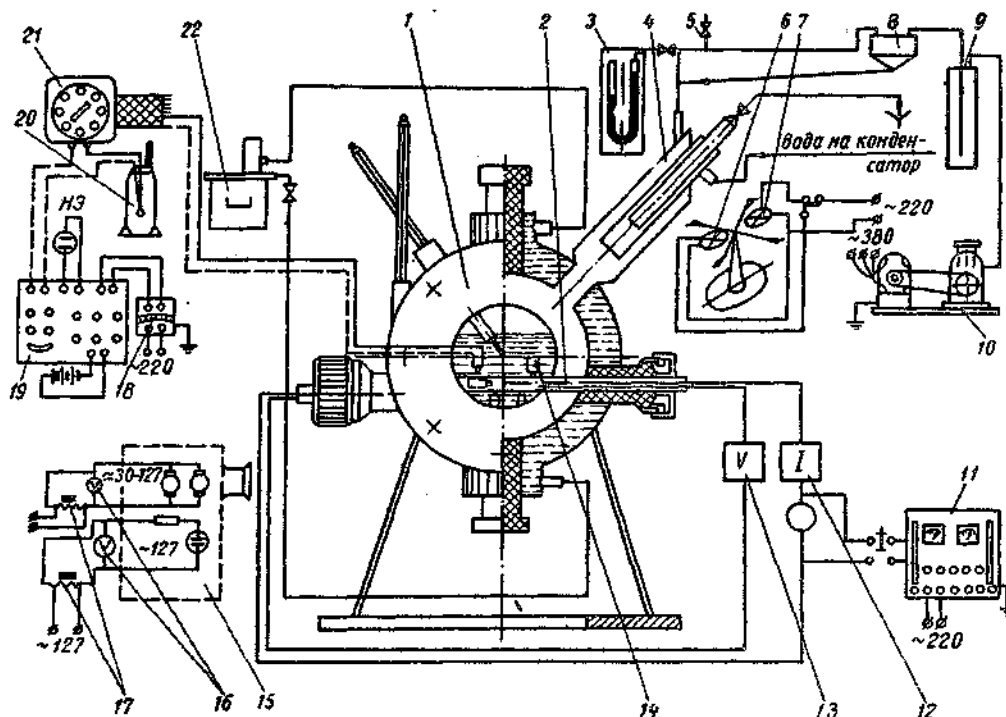


Рис. 1. Схема експериментальної установки

Дослідну установку зроблено з аустенітної сталі Х18Н10Т та кольорових металів. Вона складається з експериментальної зони з компенсаційним рідинним обігрівом. Для візуальних спостережень за процесом кипіння і кінематографічних досліджень у установці є оглядові вікна. Досліджуване середовище до температури насичення доводили компенсаційним рідинним підігрівником, рідина якого потрібну кількість теплової енергії діставала в ультратермостаті 22. Як теплоносій використовували поліметилсилоксанову рідину ПМС-200 з температурою спалаху понад 300°C . Коли досліджуване середовище досягало температури насичення, включали електричний нагрівник 2 експериментальної ділянки установки. Експериментальні трубки вводили в установку через сальникові фторопластові ущільнення, зміщені вниз відносно горизонтальної поздовжньої осі установки.

Пара, що утворювалась у результаті кипіння, конденсувалась у конденсаторі 4 типу труба у трубі.

Експериментальна установка призначена для дослідження процесу кипіння в умовах атмосферного і знижених тисків. Для створення розрідження робочу камеру сполучали з вакуум-насосом ВН-961М 10 через ресивер 9 і бризковловлювач 8. Розрідження регулювали спеціальним вентилям 5 і вимірювали ртутним U -подібним манометром 3. Для кінематичного дослідження використовували швидкісну кінознімальну камеру СКС-1М 15 із швидкістю знімання від 150 до 4000 кадрів за секунду і з вмонтованим у ній фіксатором часу. Швидкість знімання залежить від напруги в колі живлення двигуна, яку регулювали автотрансформатором 17 і вимірювали вольтметром 16. У коло фіксатора часу підводили напругу 127 В, яку контролювали вольтметром.

Знімали в прохідному світлі від фотолампи 6. Під час візуальних спостережень для підсвічування застосовували звичайну електричну лампочку 7. Як масштаб для дешифрування кінострічок використовували експериментальну ділянку трубки, зовнішній діаметр якої було виміряно з точністю до 1 мкм на великому інструментальному мікроскопі ВМІ.

Експериментальна ділянка складалася з нагрівника, виготовленого з ніхромового дроту діаметром 0,1 мм, намотаного з кроком 0,18 мм на двоканальну фарфорову соломку діаметром 3 мм. Нагрівник мав дві зони: робочу завдовжки $30 \pm 0,01$ мм і зони компенсаційних обмоток. По довжині фарфорової соломки зони розташовані в такому порядку: компенсаційна – робоча – компенсаційна.

Навантаження на нагрівник подавали від мережі через універсальне джерело живлення 11 типу УИП-1 яке давало можливість мати випрямлену стабілізовану напругу в діапазоні 0-600 В при зміні струму навантаження від 0 до 0,6 А, і контролювали за допомогою амперметра 12 типу М-502. Падіння напруги на робочій ділянці фіксували вольтметром 13 типу М-502. Ці величини давали можливість визначити потужність, використовувану робочою ділянкою нагрівника.

Тепло від нагрівника передавалося на експериментальну трубку з червоної міді в яку вмонтовано врівень з зовнішньою твірною 12 мідь-константових термопар 14. Після закладання термопар трубку обробляли за 14-м класом чистоти за ГОСТ 2789-59 і на шліфовану поверхню електровакуумним способом наносили шар міді завтовшки близько 5 мкм. Далі цей шар закріплювали гальванічним способом і нарощували до товщини близько 40 мкм. Це давало можливість мати на поверхні експериментальної трубки відповідну температуру. Чистота поверхні після остаточної обробки відповідала 7-му класу, що контролювали профілограф-профілометром моделі 201.

Температуру вимірювали міль-константовими термопарами компенсаційним методом. Компенсаційна схема складалася з язівкоомного потенціометра 19 типу Р-306 сигнал на який надходив від нуль-термопари 20, і вимірювальної термопари через багатоточковий перемикач 21 типу ПМТ-20. Нуль-приладом у цій схемі був дзеркальний гальванометр 18 типу М-17. Щоб уникнути струмів наведення і магнітних повів, усі вимірювальні прилади сполучали між собою екранованим проводом.

Застосована авторами методика давала можливість, переходячи від одної досліду до іншого, змінювати лише тепловий потік, залишають всі інші величини незмінними. Потім змінювали тиск у робочій камері і досліди проводили на тих самах теплових потоків. Кожна серія відрізнялася від наступної лише зміною вмісту CP у цукровому розчині, а для угфзлів – кількістю і розмірами кристалів.

Експериментальна установка і застосована методика вимірювань та обробка дослідних даних давала можливість визначити коефіцієнт тепловіддачі з відносною похибкою 3% а загальна відносна похибка під час дешифрування кіноматеріалів становила близько 1%.

Результати дослідів для розглядуваного діапазону тисків $(1 \dots 0,059) \cdot 10^5$ Н/м² при зміні інтенсивності теплового потоку від 10 до 100 кВт/м² оброблені в координатах $\alpha_2 = f(q)$. Ця залежність у випадку кипіння цукрових розчинів аналогічна залежності $\alpha_2 = f(q)$ для інших рідин але має і істотні відмінності. Так, із збільшенням концентрації цукрових розчинів α_2

зменшується внаслідок збільшення в'язкості і зниження теплопровідності розчинів. Показник степеня при питомому тепловому потоці в загальноприйнятому рівнянні

$$\sigma_2 = Aq^n p^m \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}$$

для випадку кипіння розчинів з різними концентраціями і при різних розрідженнях є величиною змінною. У дослідях авторів при CP 0...80% показник степеня n змінювався відповідно від 0,7 до 0,6.

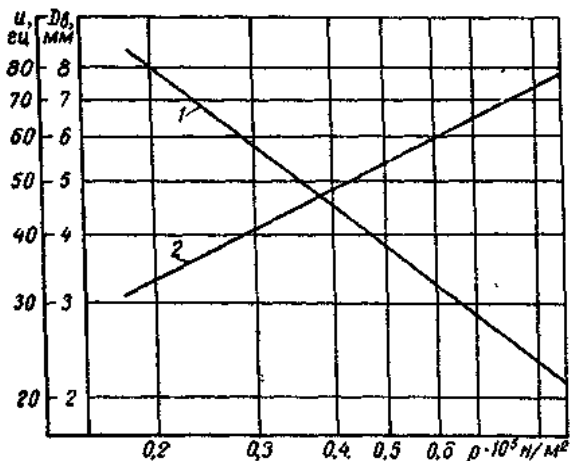


Рис.2. Залежність відривного діаметра і частоти відриву парових бульбашок під час кипіння цукрових розчинів від тиску: 1 – за даними авторів ($CP=80\%$) 2 – за даними праці [2]

Ступінь впливу тиску на коефіцієнт тепловіддачі у випадку розвинутого бульбашкового кипіння – величина стала і дорівнює $m = 0,15$.

Стала A яка включає в себе вплив фізичних констант досліджуваних рідин та розчинів, також змінна і змінюється від 2,75 для води до 3,55 для цукрових розчинів $CP = 80\%$.

Одночасно з визначенням α_2 в дослідях автори вивчали механізм процесу кипіння, який

полягав у кінематографічному дослідженні відривного діаметра D_v бульбашки і частоти відриву u . Результати експериментів у визначенні D_v та u під час кипіння цукрового розчину $CP = 80\%$ залежно від тиску і дані праці [2] наведено на рис.2. Вони з достатньою точністю ($\pm 10\%$) апроксимуються лініями $D_v = f(p)$ та $u = f(p)$.

Література

1. Жура С.Е., Островский Ю.Н. Парообразование при кипении глюкозных растворов. – «Известия вузов». Пищевая технология, 1968, № 1.
2. Толубинский В.И., Островский Ю.Н. Скорость роста паровых пузырей при кипении растворов. – У сб.: «Конвективный теплообмен». Киев, Наукова думка, 1965.

СУПРОВІДНА ІНФОРМАЦІЯ ДО ПУБЛІКАЦІЇ ХАРЧОВА ПРОМИСЛОВІСТЬ

НАУКОВО-ТЕХНІЧНИЙ ЗБІРНИК.–К.: КТІХП, № 16. – С. 143–148

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРООУТВОРЕННЯ В КИПЛЯЧИХ ЦУКРОВИХ РОЗЧИНАХ ТА УТФЕЛЯХ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПАРООБРАЗОВАНИЯ В КИПЯЩИХ САХАРНЫХ РАСТВОРАХ И УТФЕЛЯХ EXPERIMENTAL RESEARCHES OF VAPORIZATION ARE IN BOILING OF SUGARS SOLUTIONS AND MASSECUTE

В.Р. Кулінченко, інж., В.Т. Гаряжа, канд. техн. наук
В.Р. Кулинченко, инж., В.Т. Гаряжа, канд. техн. наук
V.R. Kulintchenko, ing., V.T. Garuazha, cand. of tecn. science

Для вивчення механізму кипіння у великому об'ємі в умовах природної циркуляції в цукрових розчинах та утфедях при атмосферному і зниженому тиску а також для виявлення основних закономірностей та особливостей процесу в цих умовах автори виготовили експериментальну установку, яка дає можливість вивчати механізм пароутворення та тепловіддачі для виявлення фізичної картини паропроцесу і факторів, що визначають його інтенсивність а також визначити вплив просторово-часових та фізичних параметрів

бульбашки на коефіцієнт тепловіддачі від гріючої стінки до киплячого цукрового розчину та утфелю.

Ключові слова: кипіння, великий об'єм, цукор, розчин, утфіль

Для изучения механизма кипения в большом объеме в условиях естественной циркуляции в сахарных растворах и утфедях при атмосферном и сниженном давлении а также для выявления основных закономерностей и особенностей процесса в этих условиях авторы изготовили экспериментальную установку, которая дает возможность изучать механизм парообразования и теплоотдачи для выявления физической картины процесса и факторов, которые определяют его интенсивность а также определить влияние пространственно-временных и физических параметров пузырька на коэффициент теплоотдачи от греющей стенки к кипящему сахарному раствору и утфелю.

Ключевые слова: кипение, большой объем, сахар, раствор, утфель

For the study of boiling mechanism in a large volume in the conditions of natural circulation in saccharine solutions and massequite at atmosphere and mionectic pressure and also for the exposure of basic conformities to the law and features of process in these terms authors made the experimental setting, which enables to study the mechanism of vaporization and heat emission for the exposure of physical picture of processio and factors which determine his intensity and also to define influence of spatio-temporal and physical parameters of bubble on the coefficient of heat emission from a warming wall to boiling saccharine solution and утфелю.

Keywords: boiling, large volume, sugar, solution, massequite