

Avaliani, D.I.

Kand. d. techn. Wiss.

UNTERSUCHUNG DER ANZAHL AKTIVER KEIMSTELLEN BEIM SIEDEN
VON FREON-112 UND 113

Deutsche Übersetzung aus:

Cholodil'naja tehnika. Moskva, 44 (1967),
Nr 5, S. 19 - 21

УДК 621.564.25.001.5

Russ.: ИССЛЕДОВАНИЕ ЧИСЛА ДЕЙСТВУЮЩИХ ЦЕНТРОВ ПАРООБРАЗОВАНИЯ
ПРИ КИПЕНИИ ФРЕОНОВ-112 И 113

Issledovanie čisla dejstvjuščich centrov
paroobrazovanija pri kipenii freonov-112
i 113

Die Versuche wurden in einem durchsichtigen Weinhold-Glasgefäß durchgeführt (Innendurchmesser 60 mm, Außendurchmesser 75 mm, Höhe 230 mm); das Gefäß war mit einem 30 mm dicken Stopfen verschlossen, durch den ein Glasrohr (Durchmesser 10/8 mm) gesteckt ist; dieses verbindet das Gefäß mit dem Kondensator. Das Sieden ging an einer waagrecht angeordneten Platte (Länge 30 mm, Breite 10 mm, Dicke 0,13 mm) bei atmosphärischem Druck vonstatten. Die Versuche mit reinem Freon-112 wurden bei Wärmestromdichten \dot{q} zwischen 7 000 und 23 000 W/m² durchgeführt. Ermittelt wurde die Abhängigkeit der Zahl der aktiven Keimstellen n von \dot{q} , die durch die Gleichung $n = C\dot{q}^2$ beschrieben wird, mit C als Faktor für den vorliegenden Fall, gleich $5,9 \cdot 10^{-4}$. Eine entsprechende Abhängigkeit zwischen n und \dot{q} wurde auch beim Sieden von Freon-113 bei \dot{q} zwischen 6 000 und 22 000 W/m² festgestellt. Für Freon-113 wurde für C der Wert $6,8 \cdot 10^{-4}$ ermittelt. Errechnet wurde n für ein Freon-Öl-Gemisch. Untersucht wurde ein Gemisch aus Freon-113 und ChF-12-Öl bei \dot{q} zwischen 6 000 und 45 000 W/m² und bei atmosphärischem Siededruck.

Übersetzungsstelle
der Universitätsbibliothek Stuttgart

Es wurde ermittelt, daß die Beziehung zwischen n und q bei Gemischen gleicher Art ist wie bei reinen Kältemitteln. Angegeben sind die Abhängigkeiten der Keimstellenzahl n vom Ölmassengehalt w : $n \sim 1/w$ sowie des Wärmeübergangskoeffizienten α von w .
G.L.

Referativnyj žurnal. Chimija 1968 Nr 3I88

Die Wärmeübergangskoeffizienten, die beim Sieden von Kältemitteln in Versuchen bestimmt wurden, stimmen mit den Wärmeübergangsgleichungen nur schlecht überein. Deshalb ist die Messung des Wärmeübergangs beim Sieden von Kältemitteln von grossem Interesse. Dies bezieht sich besonders auf die Bestimmung der Anzahl aktiver Keimstellen [1 - 6].

Der schematische Aufbau der Anlage zur experimentellen Untersuchung der Zahl der aktiven Keimstellen an einer Heizfläche ist in Abbildung 1 dargestellt.

Das wichtigste Teil der Anlage war ein durchsichtiges Weinhold-Glasgefäß (Siedegefäß) mit 60 mm Innendurchmesser, 75 mm Außendurchmesser und 230 mm Höhe. Das Gefäß wurde mit einem 30 mm dicken Stopfen verschlossen; durch diesen wurde ein Glasrohr mit 10/8 mm Durchmesser geführt. Das Rohr verbindet das Siedegefäß mit dem Kondensator, der ebenfalls aus Glas war.

Der Dampf der siedenden Flüssigkeit wird mit Leitungswasser gekühlt. Das sich bildende Kondensat tropft durch die Schwerkraft durch ein nichtrostendes Rohr in das Siedegefäß. Das Sieden findet statt an einer waagrecht angeordneten Platte aus nichtrostender Folie. Die Platte ist 0,13 mm dick, 30 mm lang und 10 mm breit. Ihre Unterseite ist durch eine 10 mm dicke Teflonplatte isoliert.

Als Stromzuführungen dienten zwei Kupferrohre mit 4/2 mm Durchmesser, in denen ein Kupferdraht mit Glasfasermantel verläuft. Der Draht war am Ende der Kupferrohre angeschweißt, wodurch der Spannungsabfall in der Platte gemessen werden kann.

Um unterkühltes Sieden zu vermeiden und um die Zeit, bis die Flüssigkeit siedet, zu verringern, wurde ins Siedegefäß eine Zusatzheizung eingebaut.

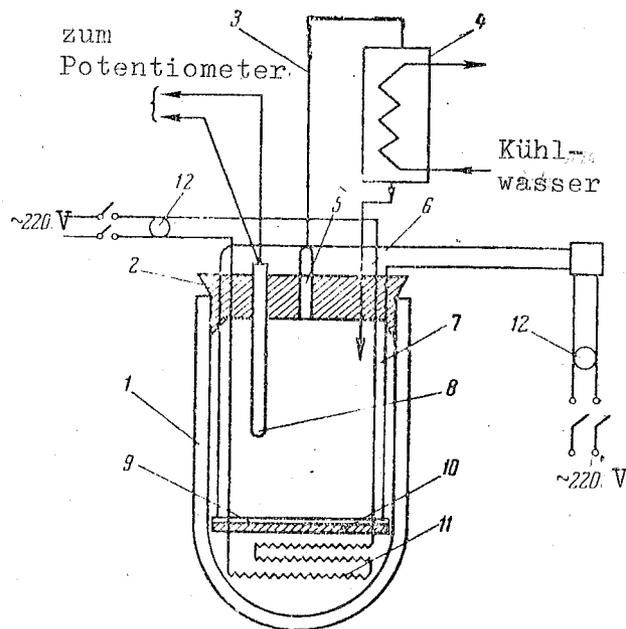


Abb. 1. Schematischer Aufbau der Anlage zur experimentellen Untersuchung der Zahl der aktiven Keimstellen:

- 1) Weinhold-Gefäß; 2) Stopfen; 3) Verbindungsrohr; 4) Kondensator; 5) Glasrohr;
- 6) nichtrostendes Rohr; 7) Kupferrohr;
- 8) Hülse; 9) Platte aus nichtrostender Folie; 10) Teflonplatte; 11) Zusatzheizung;
- 12) Labortransformator.

Die Versuchsplatte wurde mit Gleichstrom beheizt. Der Spannungsabfall wurde mit einem Millivoltmeter M-105/1 der Klasse 0,2 und die Stromstärke mit einem Amperemeter M-104 der Klasse 0,5 gemessen.

Zum leichteren Zählen der aktiven Keimstellen und zur Vermeidung von Randeffekten wurde die Platte in der Mitte mit Hilfe von Schranken in zwei Bereiche mit je $0,97 \text{ cm}^2$ Fläche aufgeteilt.

Die Anzahl aktiver Keimstellen wurde mit dem bloßen Auge und mit Lampe und Lupe festgestellt. Die charakteristischsten Siedeformen wurden photographiert.

Die Oberfläche der Versuchsplatte wurde mit feinkörnigem Schmiergelpapier der Marke KČM-28 behandelt. Die Oberflächenrauigkeit der Platte wurde mit einem MIS-11-Mikroskop bestimmt. Die mittlere Glättungstiefe betrug $2,25 \mu\text{m}$ (8. Reinheitsklasse). Die Versuche wurden bei atmosphärischem Siededruck durchgeführt.

Die Versuchsergebnisse mit reinem Freon-112 ($\text{C}_2\text{Cl}_4\text{F}_2$) sind in Abb. 2 dargestellt. Die Versuche wurden in einem Wärmestromdichtenbereich von 7 000 bis 23 000 W/m^2 durchgeführt. Wie aus Abb. 2 hervorgeht, wird die Abhängigkeit der Anzahl aktiver Keimstellen von den Wärmestromdichten in zufriedenstellender Weise durch Gleichung

$$n = Cq^2 \text{ l/m}^3$$

beschrieben, wobei der Faktor C in diesem Fall gleich $5,9 \cdot 10^{-4}$ ist.

Eine entsprechende Abhängigkeit zwischen der Anzahl aktiver Keimstellen und der Heizflächenbelastung wurde auch beim Sieden von Freon-113 ($\text{C}_2\text{F}_3\text{Cl}_3$) festgestellt. Bei dieser Flüssigkeit wurden die Versuche in einem Wärmestromdichtenbereich zwischen 6 000 und 22 000 W/m^2 durchgeführt. Die Ergebnisse sind in Abb. 3 dargestellt. Für Freon-113 ist $C = 6,8 \cdot 10^{-4}$.

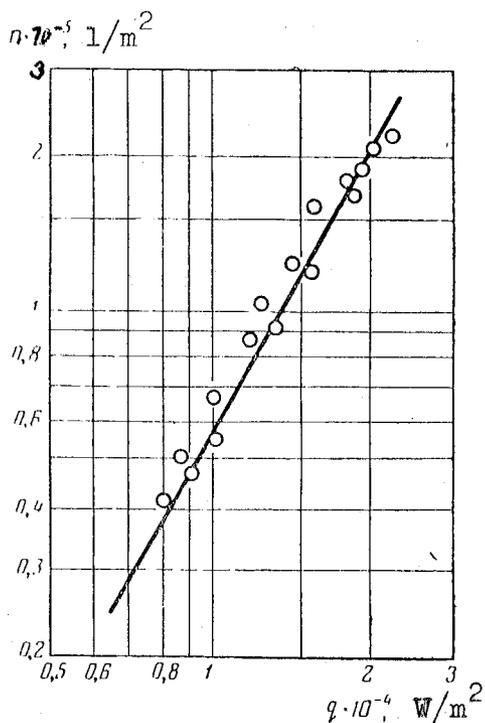


Abb. 2. Abhängigkeit der Anzahl aktiver Keimstellen von der Wärmestromdichte für Freon-112.

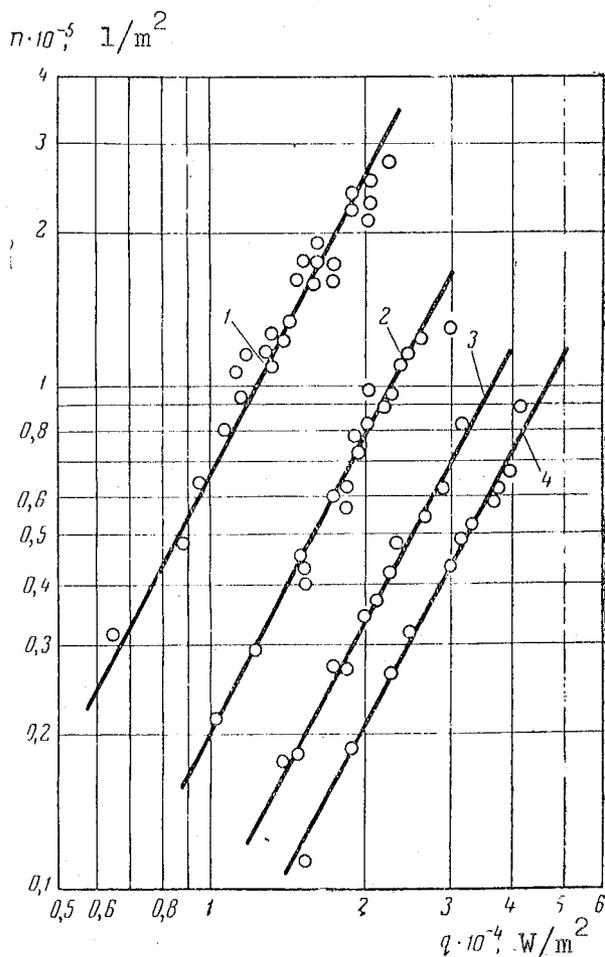


Abb. 3. Abhängigkeit der Anzahl aktiver Keimstellen von der Wärmestromdichte für Freon-113 und ein Gemisch aus Freon-113 und ChF-12-öl:

- 1) Freon-113; 2) Freon-113 und 4 % Öl; 3) Freon-113 und 8 % Öl; 4) Freon-113 und 12 % Öl.

Diese ermittelte quadratische Abhängigkeit zwischen der Wärmestromdichte und der Anzahl aktiver Keimstellen stimmt mit der von anderen Verfassern - die Untersuchungen mit anderen Flüssigkeiten durchgeführt haben - ermittelten Abhängigkeit qualitativ gut überein.

In Kältemaschinen gelangt Öl, das zum Schmieren des Verdichters benutzt wird, ins Kältemittel; infolgedessen siedet im Verdamp-

pfer normalerweise ein Gemisch aus Kältemittel und Öl. Es ist deshalb von theoretischem und praktischem Interesse, den Siedemechanismus und die Wärmeübergangsgesetze eines Freon-Öl-Gemisches zu untersuchen.

Mit der Bestimmung der Wärmeübergangszahl von Freon-Öl-Gemischen, die in einem großen Behälter sieden, befaßten sich einige Arbeiten, in denen hauptsächlich die Wärmeübergangskoeffizienten in Freon-12-Gemischen (CF_2Cl_2) in Abhängigkeit vom Massengehalt des darin enthaltenen Öls untersucht wurden.

Vom Verfasser dieses Aufsatzes wurden die aktiven Keimzellen eines Freon-Öl-Gemisches gezählt. Untersucht wurden Gemische aus Freon-113 und ChF_2 -Öl in einem Wärmestromdichtenbereich von 6 000 bis 45 000 W/m^2 bei atmosphärischem Siededruck.

Wie aus Abb. 2 ersichtlich ist, ist die Beziehung zwischen der Anzahl aktiver Keimstellen und der Wärmestromdichte bei Gemischen gleicher Art wie bei reinen Kältemitteln.

Die Abhängigkeit der Anzahl aktiver Keimstellen vom Ölmassengehalt kann im untersuchten Bereich folgendermaßen ausgedrückt werden:

$$n \sim \frac{1}{w},$$

wobei w den Massengehalts des Öls im Kältemittel bezeichnet.

Da wir die Abhängigkeit des Wärmeübergangskoeffizienten von der Zahl n kennen [2 - 4] :

$$\alpha \sim n^{0,33},$$

kann man schreiben:

$$\alpha \sim w^{-0,33}.$$

Wenn man die höhere Leitfähigkeit des Gemisches bei Zugabe von Öl berücksichtigt, dann kann man die Abhängigkeit des Wärmeübergangskoeffizienten vom Ölmassengehalt folgendermaßen darstellen:

$$\alpha \sim w^{-0,3}$$

Dieses Ergebnis stimmt gut mit den Angaben der Arbeiten [7, 8] überein, in denen der Wärmeübergangskoeffizient von Freon-Öl-Gemischen untersucht wurde.

L I T E R A T U R

1. Зыкина-Моложен Л. М., Кутателадзе С. С. К вопросу о влиянии давления на механизм парообразования в кипящей жидкости. «Журнал технической физики», Т. XX, вып. 1, 1950.
Zysina-Moložen, L.M., Kutateladze, S.S.: K voprosu o vlijanii davlenija na mehanizm paroobrazovanija v kipjaščej židkosti. In: Žurnal tehničeskoj fiziki. Moskva, 20 (1950), Nr 1, S. 110 - 116.
<Über den Einfluß des Druckes auf die Dampfbildung in einer siedenden Flüssigkeit; russ.>
2. Kurihara, H.M., Myers, J.E.: The Effects of Superheat and Surface Roughness on Boiling Coefficients. In: AIChE. American Institution of Chemical Engineers. New York, 6 (1960), Nr 1, S. 83 - 91.
3. Nishikawa, Jamagata, K.: On the Correlation of Nucleate Boiling Heat Transfer. In: International Journal of Heat and Mass Transfer. Oxford, 1 (1960 - 61), Nr 2/3, S. 219 - 235.
4. Gaertner, R.F., Westwater, J.W.: Population of Active Sites in Nucleate Boiling Heat Transfer. In: Chemical Engineering Progress. CEP. AIChE Symposium Series. New York, 56 (1960), Nr 30, S. 39 - 48.
5. Ратиани Г. В., Авалиани Д. И. Сообщение Академии наук Грузинской ССР, т. XXXVII, 1965, № 3.
Ratiani, G.V., Avaliani, D.I.: Čislo dejstvujuščich centrov paroobrazovanija i kritičeskie teplovyje nagruzki pri kipeanii v bol'som ob'eme nekotorych organičeskich židkostej. In: Soobščeniya. Akademiya nauk Gruzinskoj SSR. Tbilisi, 37 (1965), Nr 3, S. 653 - 660.

<Zahl der aktiven Keimstellen und kritische Heizflächenbelastungen beim Behältersieden von einigen organischen Flüssigkeiten; russ.>

6. Данилова Г. И. К вопросу о влиянии числа действующих центров парообразования на интенсивность теплообмена при пузырьковом кипении в большом объеме. «Инженерно-физический журнал», т. XI, 1966, № 3.

Danilova, G.N.: K voprosu o vlijanii čisla dejstvujuščich centrov pãroobrazovanija na intensivnost' teploobmena pri puzыр'kovom kipeñii v bol'šom ob"eme.

In: Inženerno-fizičeskij žurnal. Minsk, 11, (1966), Nr 3, S. 367 - 370.

Engl.: Influence of Number of Active Vapor-Formation Centers on Heat Transfer Intensity During Bubble Boiling in a Large Volume.

In: Journal of Engineering Physics. New York, 11 (1966), Nr 3, S. 207 - 209.

7. Иванов О. П. Экспериментальное исследование теплообмена при кипении маслофреоновых растворов. «Холодильная техника», 1965, № 3.

Ivanov, O.P.: Eksperimental'noe issledovanie teploobmena pri kipeñii maslofреonovyч rastvorov.

In: Cholodil'naja tehnika. Moskva, 42 (1965), Nr 3, S. 32 bis 35.

Deutsch: Experimentelle Untersuchung des Wärmeübergangs beim Sieden von Freon-Öl-Gemischen. - Übersetzungsstelle der Universitätsbibliothek Stuttgart, Nr 210, 8 Seiten.

8. Иванов О. П. Формула для расчета коэффициента теплоотдачи при кипении маслофреоновых растворов. «Холодильная техника», 1966, № 1.

Ivanov, O.P.: Formula dlja rasčeta koëfficienta teplootdači pri kipeñii maslofреonovyч rastvorov.

In: Cholodil'naja tehnika. Moskva, 43 (1966), Nr 1, S. 45.

Deutsch: Gleichung zur Berechnung des Wärmeübergangskoeffizienten beim Sieden von Freon-Öl-Gemischen. - Übersetzungsstelle der Universitätsbibliothek Stuttgart, Nr 211, 3 Seiten.

Stuttgart, den 12. Januar 1980

Übersetzt von

Ottmar Peřtschi

(Ottmar Peřtschi)

Dipl.-Übersetzer