

MEMORIAS DEL CONGRESO
INTERNACIONAL ANUAL DE LA
SOCIEDAD MEXICANA DE
INGENIERÍA MECÁNICA

CONGRESO XXII (Septiembre 2016, año 2)



"INNOVANDO EL PRESENTE
PARA MEJORAR EL MAÑANA"

“Flow boiling at microgravity inside a 4 mm tube: comparison of mass fluxes”

Valencia-Castillo César Manuel^a, Hernández-Santos Maximiliano^a, Zummo Giuseppe^b, Saraceno Luca^b, Iceri Daiane Miek^c, Gugliermetti Luca^d, Noh-Pat Felipe^e

^aAutonomous University of San Luis Potosí-CARHS, km 5 Carretera Tamazunchale-San Martín, Tamazunchale CP 79960, México.

^bENEA, Via Anguillarese 301, Rome 00123, Italy.

^cEscola de Engenharia de São Carlos (EESC), University of São Paulo (USP), Av. Trabalhador São-Carlense, 400, 13566-590, São Carlos, SP, Brazil

^dUniversity of Rome “La Sapienza”, Via Eudossiana 18, Rome 00184, Italy.

^eAutonomous University of Baja California, Blvd Universitario 1000, Unidad Valle de Las Palmas, Tijuana CP 22260, México.

*E-mail: cesar.valencia@uaslp.mx

ABSTRACT

The development of new electronic technologies leads to more sophisticated design and operation conditions, implying power increasing and so, requirement of cooling system improving; flow boiling heat transfer is a good option for this purpose. This paper presents the results of flow boiling inside a 4 mm tube at microgravity condition performance in a parabolic flight. Comparison of two levels of mass flux has been performed by analyzing heat transfer coefficient and bubble parameters. In the slug flow pattern, two heat transfer mechanisms could influence to the overall heat transfer coefficient: i) the liquid film evaporation trapped between the Taylor bubble and the tube wall and, ii) the liquid single phase heat transfer in the liquid slug between two consecutive bubbles. The higher heat transfer coefficient results for the higher level of mass flux.

RESUMEN

El desarrollo de nuevas tecnologías electrónicas conlleva a diseños y condiciones de operación más sofisticados, implicando incremento de potencia y así, requiriendo la mejora del sistema de enfriamiento; la transferencia de calor por ebullición es una buena opción para este propósito. Este artículo presenta los resultados del flujo en ebullición dentro de un tubo de 4 mm en condiciones de micro-gravedad desarrollado en un vuelo parabólico. La comparación de dos niveles de flujo másico ha sido realizada por medio del análisis del coeficiente de transferencia de calor y los parámetros de la burbuja. En el patrón de flujo “slug”, dos mecanismos de transferencia de calor podrían influir en el coeficiente de transferencia de calor global: i) la evaporación de la película líquida atrapada entre la burbuja de Taylor y la pared del tubo y, ii) la transferencia de calor en la fase líquida en el “slug” líquido entre dos burbujas consecutivas. El coeficiente de transferencia de calor más elevado resulta para el nivel de flujo másico más elevado.

Key words: flow boiling at microgravity, slug flow pattern, bubble parameters.

Nomenclature:

Symbol	Description	SI unit	Symbol	Description
Roman				
c_p	Specific heat at constant pressure	J/kg · K	b	Bubble
d	Axial distance from the inlet	m	m	Inlet of the heated length
D	Diameter	m	l	Liquid
g	Acceleration due to gravity	m/s ²	lv	Vaporization
G	Mass flux	kg/m ² · s	n	Nose of the bubble
h	Convective heat transfer coefficient	W/m ² · K	out	Outlet of the heated length
i	Enthalpy	J/kg	sat	Saturation
l	Axial length	m	sp	Single phase
L	Heated length	m	wl	Inner wall
\dot{m}	Mass flow rate	kg/s	z	Axial position from the inlet
P	Pressure	Pa	0	Axial local position where $x = 0$
q''	Heat flux	W/m ²	$0g$	Referent to microgravity condition
T	Temperature	°C		
u	Velocity	m/s		
w	Radial length (width)	m		
x	Thermodynamic quality	–		
Greek				
δ	Liquid film thickness	m		
ΔT	Temperature difference	K		