MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745

Indice

Boiling Heat Transfer & Two-phase Flow 5
Pool boiling 6
Flow boiling 8
Canale Bollente. 10
Pressurized Water Reactor 14
Vessel 15
Core 17
Pressurizzatore 18
Steam Generators 19
Main Coolant Pump 21
Contenimento 21
Reactivity Devices 22
Schema impianto 23
Elementi "Convenzionali" dell'impianto 24
Chemical& Volume Control System 25
Residual Heat Removal 25
Emergency Core Cooling System 26
Containment Spray System 27
Il problema della Sovramoderazione 28
Generazione III+ 29
AP1000 29
EPR 30
ATMEA1 31
Licensing 10 CFR 52 31
Reattori VVER 31
Boiling Water Reactor 32
Vessel 33
Core 34
Reactivity Devices 36
Contenimento 36
Schema 38
Reactor Water Cleanup System 39
Stan-by Liquid Control System 39

MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745

master
COPY
COPISTERIA
050/8312126 388/9837745

MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745

Reactor Core Isolation Cooling 40
Emergency Core Cooling System 40
Residual Heat Removal 41
Generazione III+ 42
ABWR 42
ESBWR 42
KERENA 43
Pressurized Heavy Water Reactor – CANDU 45
Calandria 47
Fuel Bundle 48
On-power Refuelling 49
Reactivity Devices 49
Sistemi di Shutdown 50
Emergency Core Cooling System 51
Contenimento 51
Vantaggi&Svantaggi 53
I problemi della reattività 53
Reattività 55
Definizioni 55
Coefficienti di reattività 56
Coefficiente di reattività per la temperatura 57
Coefficiente di reattività per i vuoti 59
Coefficiente di reattività per la pressione 59
Effetti dei Prodotti di Fissione 59
Effetto dello ^{135}Xe 59
Effetto del ^{149}Sm 61
Effetti sul burnup 62
Generation IV 63
Sodium Fast Reactor 63
Lead Fast Reactor (Lead Bismuth Fast Reactor) 63
Gas Fast Reactor 64
Super Critical Water Reactor 64
Very High Temperature Reactor 65
Molten Salt Reactor 65
Classificazione 66
Liquid Metal Fast Breeder Reactor 67

Pronto-Criticità 69
Core 69
Caratteristiche principali dei metalli liquidi 70
Scambio termico nei metalli liquidi 70
Sodium Fast Reactor 71
Super-Phénix 71
BN-350/600/800/1200 72
Monju 72
Lead (Bismuth) Fast Reactor 73
SVBR – 75/100 73
Brest 300/1200 73
SSTAR 74
ELFR 74
Differenze ELFR e SSTAR 75
ALFRED 75
Differenze tra ELFR e ALFRED 76
Numeri da non SCORDARE 77
Bibliografia 78

MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745

Boiling Heat Transfer & Two-phase Flow

Negli impianti nucleari si ha l'ebollizione di un liquido. Definiamo la condizione di flusso critico (*Critical Heat Flux*) come il flusso q'' che fa diminuire il valore di h nell'espressione:

$$q'' = h\,(T_w - T_{sat})$$

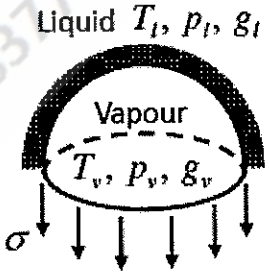
Questa diminuzione è dovuta al momento in cui lo scambio di calore non avviene più attraverso un liquido, ma attraverso il vapore. Prima di andare ad analizzare nel particolare questo fenomeno introduciamo tre tipi di formazione di bolla:

1. *Nucleazione*: formazione di una bolla embrionica.
2. *Nucleazione omogenea*: formazione di una bolla nel bulk.
3. *Nucleazione eterogenea*: formazione di una bolla come risultato dell'ebollizione di un film di liquido.

Una bolla per esistere necessita che siano garantiti tre equilibri:

a) Termico: $T_v = T_L$

b) Meccanico: lungo la direzione verticale risolviamo l'equazione



$$\Pi r^2 p_v - \Pi r^2 p_L = 2\,\Pi\,\sigma\,r \qquad \text{dove } \sigma\ [\tfrac{N}{m}]$$

da cui si ricava la differenza di pressione

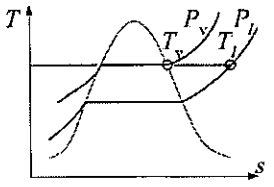
$$p_v - p_L = \frac{2\sigma}{r}$$

Considerazione: il liquido che circonda la bolla è surriscaldato. Se consideriamo la condizione termodinamica possiamo dire che $T_v = T_{sat}(p_v)$; ma le due temperature sono uguali $T_v = T_L$ dunque $T_L = T_{sat}(p_v)$; quello che segue è che la $T_{sat}(p_v) > T_{sat}(p_L)$. Non sono in equilibrio termodinamico.

MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745

c) Chimico

Dalla formula di Clasius-Clapeyron ricavo il ΔT_{sat}:



$$\frac{dT}{dp} = T(v_{fg})/h_{fg}$$