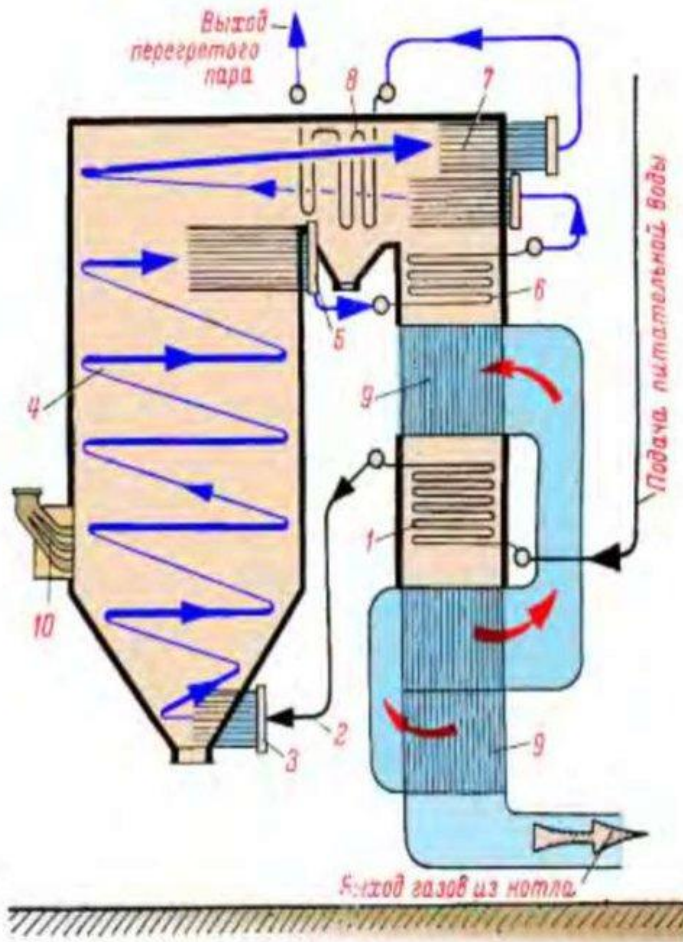


Гидравлическая нестабильность парогенерирующих змеевиков и их гидравлические характеристики

Прямоточный котел Рамзина



1 - экономайзер; 2 - перепускные необогреваемые трубы; 3 - нижняя экранная камера; 4 - экранные трубы; 5 - верхняя экранная камера; 6 - переходная зона; 7 - настенная часть пароперегревателя; 8 - конвективная часть пароперегревателя; 9 - воздухоподогреватель; 10 - горелки.

1932 г. : 3.6 т/ч, 14 МПа, 500°С
(ТЭЦ ВТИ)

1933 г. : 200 т/ч, 14 МПа, 500°С
(ТЭЦ-9 Мосэнерго)

1939 г. : 200 т/ч, 35 МПа, 410°С

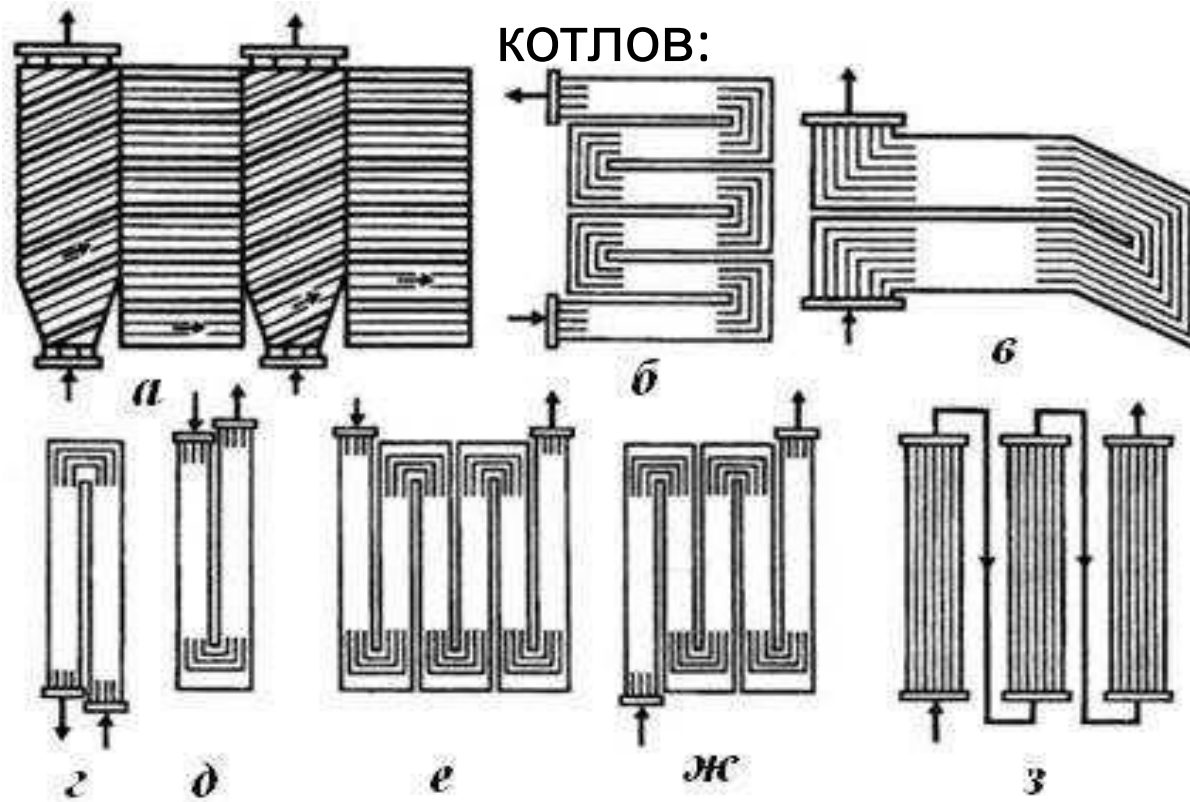
1943 г. Сталинская премия

1946 г. Орден Трудового
Красного Знамени

1948 г. Орден Ленина

Проектирование НРЧ прямооточного котла

Типы экранов прямооточных котлов



а — ленточная подъемно-горизонтальная навивка (Рамзина); *б, в* — горизонтальные многоходовые панели; *г— ж* — вертикальные подъемно-опускные (Зульцера); *з* — вертикальные, с обогревом на подъемном участке (Бенсона)

Гидравлическая нестабильность парогенерирующих змеевиков и их гидравлические характеристики

Гидравлической характеристикой парогенерирующего элемента называется зависимость полного гидравлического сопротивления от расхода при стационарном режиме.

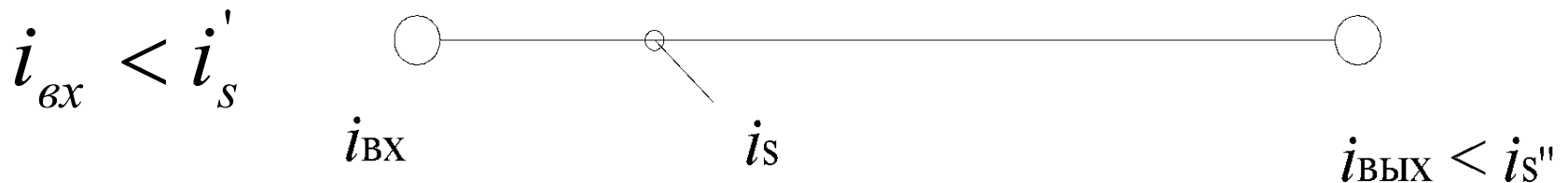


Схема прямоточного испарительного элемента

Гидравлическая нестабильность парогенерирующих змеевиков и их гидравлические характеристики

Потери на трение

$$\Delta p_{\text{тр}} = \xi_{\Gamma} \frac{l_{\text{эк}}}{d} \cdot \frac{(\rho w)^2}{\rho'} + \xi_{\Gamma} \frac{l - l_{\text{эк}}}{d} \cdot \frac{(\rho w)^2}{2\rho'} \cdot \left(1 + \bar{x} \cdot \bar{\psi} \left(\frac{\rho'}{\rho''} - 1 \right) \right)$$

ξ_{Γ} – коэффициент гидравлического сопротивления трения гомогенной смеси; d – внутренний диаметр труб

Гидравлическая нестабильность парогенерирующих змеевиков и их гидравлические характеристики

Тепловой баланс экономайзерного участка

$$Q_{\text{ЭК}} = \pi d l_{\text{ЭК}} \bar{q} = \frac{\pi d^2}{4} \rho w (i'_{\text{вх}} - i)$$

Тепловой баланс испарительного участка

$$Q_{\text{исп}} = \pi d (l - l_{\text{ЭК}}) \bar{q} = \frac{\pi d^2}{4} \rho w (i'_{\text{вых}} - i'_s)$$

q – плотность теплового потока, отнесённая к внутренней поверхности

Гидравлическая нестабильность парогенерирующих змеевиков и их гидравлические характеристики

Длина экономайзерного участка

$$l_{\text{ЭК}} = \frac{d}{4q} \cdot \rho w (i'_{\text{вх}} - i)$$

Среднее массовое паросодержание в испарителе

$$\bar{\delta} = \frac{1}{\rho} \delta_{\text{âûô}} = \frac{1}{2} \frac{i_{\text{âûô}} - i'_s}{r} = \frac{1}{\rho} \frac{1}{2r} \left(4 \frac{l}{d} \frac{\bar{q}}{w} + i_{\text{âô}} - i'_s \right) = \frac{2l}{d} \frac{\bar{q}}{wr} - \frac{i'_s - i_{\text{âô}}}{r}$$

Гидравлическая нестабильность парогенерирующих змеевиков и их гидравлические характеристики

Зависимость сопротивления трения прямого испарителя

от массовой скорости

$$\Delta\dot{\sigma}_{\dot{\sigma}} = \hat{A} \cdot (\rho w)^3 + \hat{A} (\rho w)^2 + \tilde{N}(\rho w)$$

Гидравлическая нестабильность парогенерирующих змеевиков и их гидравлические характеристики

Зависимость сопротивления трения прямогочного испарителя

от массовой скорости

$$\Delta p_{mp} = A \cdot (\rho \omega)^3 + B (\rho \omega)^2 + C (\rho \omega)$$

$$\hat{A} = \frac{\xi_{\bar{a}} \bar{\Psi} (i'_s - i_{a\bar{o}})^2}{\rho \bar{q} r} \left(\frac{\rho'}{\rho''} - 1 \right)$$

$$\hat{A} = \frac{\xi_{\bar{a}} l}{\rho d} \left(\Psi - \frac{(i'_s - i_{a\bar{o}})}{2 \cdot r} - \left(\frac{\rho'}{\rho''} - 1 \right) \right) \frac{\xi_{\bar{a}} l}{\rho d} \left(- \frac{\bar{\Psi} (i'_s - i_{a\bar{o}})}{r} \left(\frac{\rho'}{\rho''} - 1 \right) \right)$$

$$C = \frac{\xi_{\bar{a}} l^2 \bar{q} \cdot \bar{\Psi}}{d^2 r \rho'} \left(\frac{\rho'}{\rho''} - 1 \right)$$

Гидравлическая нестабильность парогенерирующих змеевиков и их гидравлические характеристики

Гидравлическая характеристика испарительного момента:

а – однозначная; б – многозначная

