

Некоторые режимы гидравлической неустойчивости в первом контуре быстрого реактора

КУЗНЕЦОВ И. А.

УДК 621.039.526.53

Рассматриваются явления гидравлической неустойчивости в первом контуре многопетлевой ЯЭУ. Неустойчивость инициируется перемещениями обратных клапанов, установленных в каждой циркуляционной петле контура. Все петли подсоединены параллельно к напорному и выходному коллекторам реактора. При отклонениях от некоторого стационарного состояния движение обратного клапана и теплоносителя в петлях описываются уравнениями:

$$\frac{d^2\varphi}{d\tau^2} = k_{\varphi}\varphi + k_G G_i + k_T \frac{d\varphi}{d\tau} + \frac{M_B}{J_K}, \quad (1)$$

$$\frac{d\bar{G}_i}{d\tau} = R\bar{G}_i - k_{p\varphi}\varphi, \quad (2)$$

где φ — угол открытия клапана; \bar{G}_i — расход теплоносителя в i -й петле, отнесенный к номинальному значению; M_B — возмущающий момент; J_K — момент инерции клапана относительно оси вращения.

Характеристическое уравнение системы имеет следующий вид:

$$(s^2 - k_T \cdot s - k_{\varphi})(s + R) + k_G k_{p\varphi} = 0. \quad (3)$$

В соответствии с критерием Рауса — Гурвица на основе этого уравнения записаны три неравенства, выполнение которых необходимо и достаточно для обеспечения устойчивости движений клапана. Рассматривая эти неравенства, связывающие параметры контура и обратного клапана, можно сделать выводы, что нарушение устойчивости движений обратного клапана и циркуляции теплоносителя в первом контуре ЯЭУ при нормальном направлении циркуляции может быть вызвано нарушением устойчивости работы насосов или искажениями клапанов поля скоростей теплоносителя, приводящими к росту (в некоторых диапазонах

углов его открытия) гидравлического сопротивления клапана, лобового сопротивления тарелки и их соотношения.

Рассмотрены режимы с обратным направлением циркуляции теплоносителя в петлях; в результате получены критерии закрытия обратного клапана. Показано, что закрытие клапана связано с нарушением устойчивости его положения в потоке теплоносителя. Это нарушение возникает при некотором критическом расходе теплоносителя. Угол отклонения нормально открытого клапана от положения равновесия при критическом расходе теплоносителя связан с сопротивлением клапана и контура соотношением

$$\operatorname{ctg}(\varphi_* - \varphi_R) = \frac{\xi_k}{\xi + \xi_k} \cdot \frac{d(\ln \xi)}{d\varphi}, \quad (4)$$

где φ_R — угол открытия клапана в положении равновесия; ξ_k, ξ — коэффициенты гидравлического сопротивления контура и клапана соответственно; τ — время; φ_* — угол открытия клапана при критическом расходе. Из этого выражения следует, что угол отклонения от равновесия и, следовательно, величина критического расхода уменьшаются с увеличением гидравлического сопротивления петли первого контура по сравнению с сопротивлением собственно клапана. На основе этого соотношения с использованием результатов измерений критического расхода теплоносителя в естественных условиях можно определить гидравлическое сопротивление клапана при малых углах его открытия. Полученные результаты можно использовать при проектировании и при интерпретации результатов экспериментов.

(№ 779/7883. Поступила в Редакцию 31/V 1974 г. Полный текст 0,45 а. л., 5 рис., 4 библиогр. ссылки.)

К определению негерметичности тепловыделяющей сборки типа ИТР-М в активной зоне реактора

ГУСАРОВ О. Ф.

УДК 621.039

На исследовательском ядерном реакторе ИРТ-2000 Томского политехнического института проведен эксперимент по обнаружению негерметичной тепловыделяющей сборки типа ИТР-М по концентрации ^{135}Xe в пробах воды, отбираемых из ТВС, непосредственно в активной зоне на остановленном реакторе.

Пробы воды обесчистывались на анализаторе АИ-100 с датчиком УСД-1 с кристаллом NaI размером 40×40 мм в области энергий от 80 до 500 кэВ. Применялся конический коллиматор с углом обзора 20° из комплекта УСД-1. В результате проверки всех 26 ТВС активной зоны была обнаружена сборка, в которой