

B68500322

-1-

INIS-mf--11169

ОТЧИТАНЕ НА СЛУЧАЙНИТЕ ОТКЛОНЕНИЯ В МОДЕЛА ЗА ПРЕСМЯТАНЕ
НА АВАРИЯ СЪБ ЗАГУБА НА ТОПЛОНОСИТЕЛ

А.И.Бояджиев, Г.Б.Тодев, Институт за ядрени изследвания и ядрена енергетика, БАН.

В изследванията, които се провеждат за анализ на аварията с загуба на топлоносител, се разглеждат детерминистически процеси, като не се отчитат случайните отклонения на реакторните параметри от техните номинални стойности. Трябва да се има предвид, че в началния момент на аварията в резултат на регулиране или неправилно измерване на регулираните величини възможни отклонения на реакторните параметри от техните номинални стойности.

Поради това беше поставена задача за създаване на модел за пресмятане на аварийните процеси в реакторен контур тип ВВЕР, който да отчита случайните отклонения на реакторните параметри от техните номинални стойности в началния момент на аварията.

Предложената схема на пресмятане се базира на една от най-разпространените схеми. Основните уравнения описващи топлокирватликата на топлоносителя имат следния вид:

$$X_{12} \frac{\partial X_1}{\partial t} = - \frac{\partial X_2}{\partial y}$$

$$X_{12} \frac{\partial (X_1 X_3)}{\partial t} = - \frac{\partial}{\partial y} \left[X_2 \left(X_4 + \frac{X_5^2}{2} + X_6 \right) \right] + X_7 \frac{\partial X_{12} X_8}{\partial y}$$

$$X_{12} \frac{\partial X_1 X_5}{\partial t} = - \frac{\partial (X_5 X_2)}{\partial y} - X_{12} \frac{\partial X_9}{\partial y} - X_1 X_{10} \frac{\partial z}{\partial y} - \frac{\partial X_{11}}{\partial y}$$

където: X_7 -плътност на топлоносителя, X_2 -расход на топлоносителя, X_3 -относителна енергия на топлоносителя, X_4 -интeлсия на топлоносителя, X_5 -скорост на топлоносителя, X_6 -гравитационна функция, X_7 -повърхностен топлинен поток, X_8 -топлопредаваща повър-

хност, X_y - налягане на топлоносителя, X_{10} - гравитационна константа, X_{11} - сили на тръмене, X_{12} - напречно сечение.

Системата от уравнения се затваря от условията на топлообмен между топлоносителя и ТОЕ и топлопредаването в ТОЕ, от условията в началния момент на аварията.

В общ вид параметърът, който ние пресмятаме и който характеризира протичането на аварията, се явява функция на n - статистически независими параметри, т.е. :

$$f = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$$

Гореуказаната система уравнения се решава за следните начални условия:

$$\Delta = \begin{vmatrix} x_1^H & , & x_2^H & , & \dots & , & x_n^H \\ x_1^H \pm \delta x_1 & , & x_2^H & , & \dots & , & x_n^H \\ x_1^H & , & x_2^H \pm \delta x_2 & , & \dots & , & x_n^H \\ \vdots & & & & & & \\ \vdots & & & & & & \\ x_1^H & , & x_2^H & , & \dots & , & x_n^H \pm \delta x_n \end{vmatrix}$$

В резултат на решаването получаваме средните частни производни в рамките на допусковото поле на отклонение на i -тия параметр и коефициентите на усилване, характеризиращи влиянието на пресмятания параметър - характеризиращ протичането на аварията, от i -тия реакторен параметър и неговото средно-квадратично отклонение от номиналното му значение:

$$A = \begin{vmatrix} \frac{\partial f}{\partial x_1} / x_1^H \\ \frac{\partial f}{\partial x_2} / x_2^H \\ \vdots \\ \frac{\partial f}{\partial x_n} / x_n^H \end{vmatrix} \quad K = \begin{vmatrix} \frac{\partial f}{\partial x_1} \sigma_{x_1} \\ \frac{\partial f}{\partial x_2} \sigma_{x_2} \\ \vdots \\ \frac{\partial f}{\partial x_n} \sigma_{x_n} \end{vmatrix}$$

Средноквадратичното отклонение на се определя от закона на дисперсиите :

$$\sigma_f^2 = \sum_{i=1}^n \left(\frac{\partial f}{\partial x_i} \sigma_{x_i} \right)^2$$

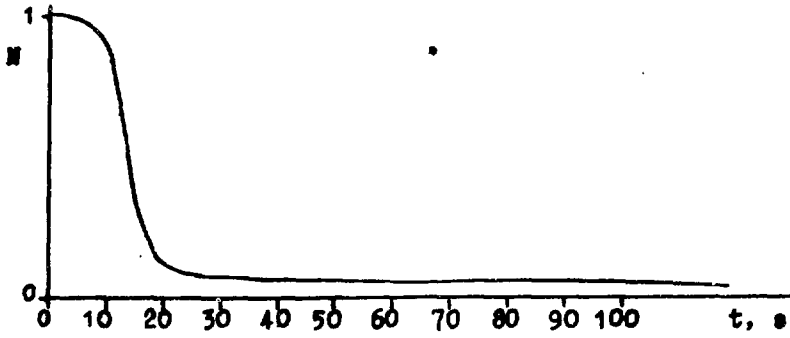
Използвайки гореуказаната схема бе проведен анализ на поведението на реакторна система тип ВВЕР -440 при изтичане на топлоносител от предпазния клапан на компенсатора на обема.

Исходното състояние на реактора тип ВВЕР-440 - работа на номинална мощност . Изменението на мощността , налягането и масовия расход на топлоносителя в активната зона и в мястото на изтичане е представено съответно на фиг.1, 2 и 3 . Схемата на разделяне на реакторни контур е представена на фиг.4. Разглеждаха се като статистически независими следните реакторни параметри : топлинна мощност на реактора, налягане, температура и расход на топлоносителя. Резултатите от проведените пресмятания са представени на фиг.5-крива 1 -температура на повърхността на обвивката на ТОЕ пресметната за номинални стойности на реакторните параметри , 2 и 3 с отчитане на средноквадратичното отклонение на температурата на повърхността. От графиката се вижда, че отклонението на исходните данни от техните номинални стойности може да доведе до отклонения в стойността на пресмятаната температура в границите на 20 К.

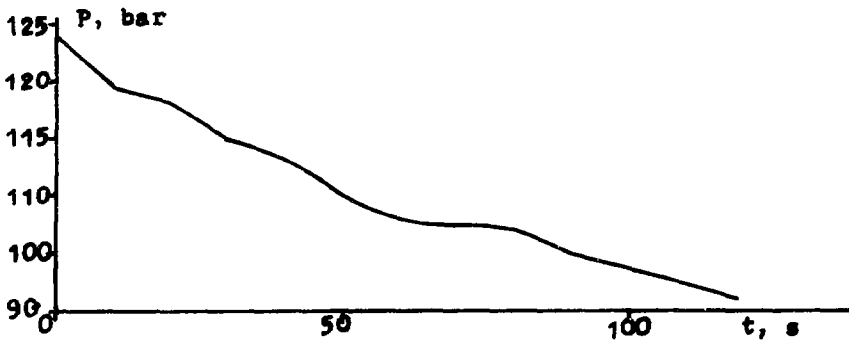
Анализът на отделните съставляващи на средноквадратичното отклонение на температурата на повърхността по време на авария със загуба на топлоносител показва , че влиянието на коефициентите на усилване по време на протичането на аварията се изменя. Така например , ако в стационарно състояние превалира коефициентът на усилване по топлинната мощност /останалите коефициенти се градиращат в следния ред-температура на топлоносителя на входа в активната зона, расход и налягане на топлоносителя/, то при авария със загуба на топлоносител превалира коефициентът характеризира налягането на топлоносителя и неговото отклонение от номиналното му значение /останалите коефициенти се градиращат в следния ред: температура на топлоносителя, топлинна мощност и расход на топлоносителя/.

В заключение трябва да отбележим, че предложения подход с

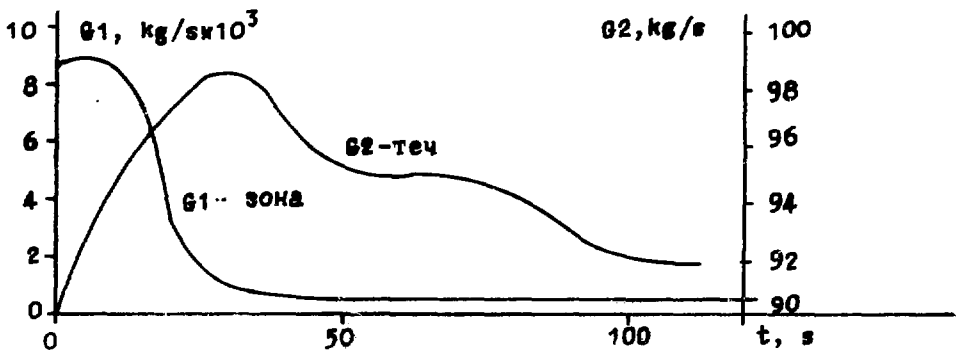
успех може да бъде изчисляван при преглеждането на останалите определящи реакторни параметри по време на авария със загуба на топлоносител.



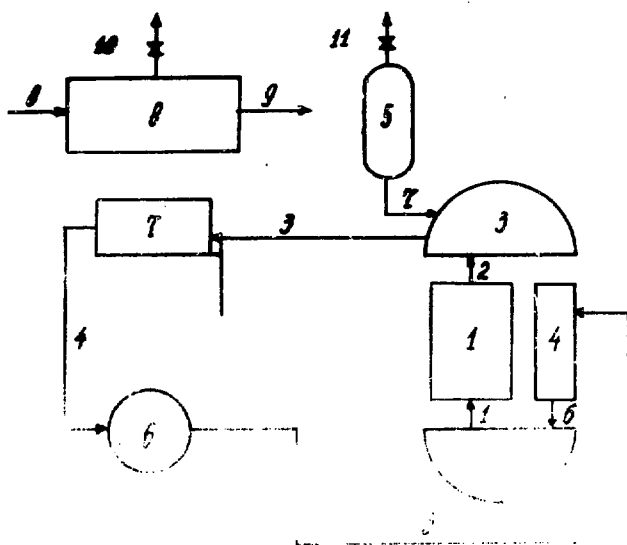
Фиг.1. Относителна мощност.



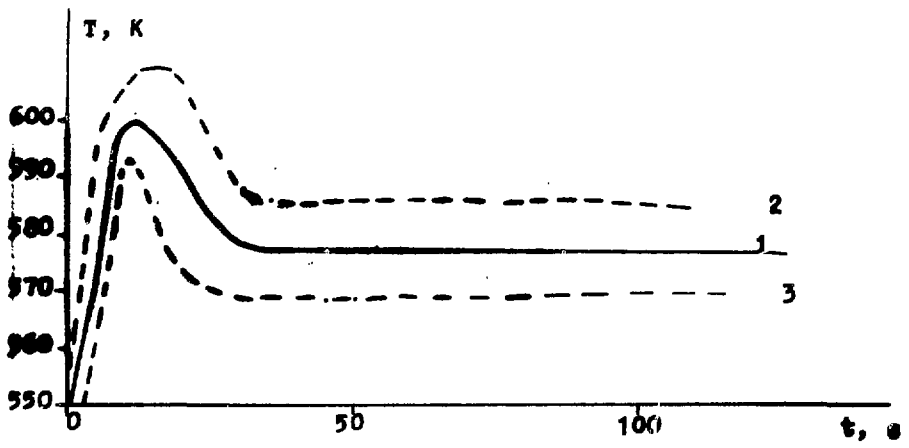
Фиг.2. Налягане в зоната.



Фиг.3. Изход през зоната и в теча.



Фиг. 4. Разделяне на температурна зона. 1-горна смесителна камера; 2-горна смесителна камера; 3-горна смесителна камера; 4-входна камера; 5-компенсатор на обема; 6-ГЦП; 7, 8-парогенератор.



Фиг. 5. Температура на повърхността.