

О некоторых особенностях оптимизации поведения реактивности реактора с помощью выгорающих поглотителей

А. В. ВОРОНКОВ, В. А. ЧУЯНОВ

УДК 621.039.515

Достижение большого выгорания горючего в реакторах связано с существенными трудностями, одной из причин является сложность их регулирования. Для упрощения системы подвижных органов регулирования часто используются выгорающие поглотители [1, 2]. В ряде случаев за счет использования нескольких выгорающих изотопов в слоистых блоках удается добиться заданного закона изменения реактивности в течение кампании [3]. В настоящей работе рассматривается следующая задача: как при заданной геометрии реактора (или его ячейки) и при наличии определенного набора поглощающих материалов создать такой выгорающий поглотитель, который обеспечивал бы некоторое заранее заданное поведение реактивности в течение кампании.

Приводится математическая постановка задачи и обсуждается применение различных типов оптимизируемых функционалов. Отмечаются основные математические особенности поставленной задачи.

1. Оптимизация кампании, т. е. поведения реактора с течением времени, с помощью управления некоторым начальным условием (начальным распределением выгорающих поглотителей) относится к некорректно поставленным задачам. Большие флюктуации плотности выгорающих поглотителей, сосредоточенных в малых объемах, могут слабо влиять на окончательный результат.

2. Весьма существенно требование положительности управляющих параметров (концентраций выгорающих поглотителей). Это ограничение не позволяет беспредельно увеличивать точность приближения временного хода реактивности. Экстремальная задача не является классической.

3. Существенные трудности вызывает локальный вид оптимизируемого функционала, который приводит к поиску минимума для поверхностей с разрывами производной. Это ограничивает область применимости стандартных локальных методов поиска минимума (например, градиентного метода спуска). Некоррект-

ность задачи в работе подробно не рассматривается так как в практических расчетах регуляризация задачи происходит автоматически при переходе к зонному размещению выгорающих поглотителей. Вторая и третья особенности имеют место всегда, поэтому при решении такого рода задач их необходимо прямо или косвенно учитывать.

В работе на простых примерах — гомогенное размещение поглотителя в реакторе — рассматривается влияние неклассического характера вариационной задачи на ее решение. Доказывается, что для оптимального решения в зависимости от кампании требуется один или два выгорающих поглотителя с микроскопическими сечениями поглощения, наиболее близкими к сечению поглощения горючего. Использование большего числа выгорающих поглотителей только ухудшает результат (в классическом вариационном исчислении было бы возможно сколь угодно близкое приближение оптимизируемого функционала к нулю [4]). Из приведенных примеров следует, что при решении поставленной экстремальной задачи необходимо применять теорию оптимальных процессов, в которых учитываются ограничения на управление.

(№ 651/6812. Поступила в Редакцию 21/III 1972 г. Полный текст 0,5 а. л., 1 рис., 7 библиографических ссылок.)

ЛИТЕРАТУРА

1. В. В. Орлов и др. III Женевская конференция (1964), доклад № 354 (СССР).
2. А. Радковский. В сб. «Физика ядерных реакторов». М., Атомиздат, 1959.
3. В. Н. Артамкин, А. В. Воронков. «Атомная энергия», 22, вып. 3, 215 (1967).
4. Н. И. Ахиезер. Лекции по теории аппроксимации. М., «Наука», 1965.