

Такие системы дифференциальных уравнений поддаются графическому анализу, при котором зависимые переменные c_A и T считаются координатами так называемой фазовой плоскости. Используя уравнения типа (8.55), можно для фиксированных значений различных параметров определить каждую точку состояния системы на плоскости (c_A, T).

Поскольку система меняет во времени ряд состояний от начального до конечного, изображение их на плоскости (c_A, T) дает траекторию. Эти траектории (фазовые траектории) напоминают по своему виду траектории движения шара по различным плоскостям (см. рис. 8.9—8.11). Например, на рис. 8.14 изображена фазовая плоскость с тремя стационарными состояниями для проточного реактора с перемешиванием. На этом рисунке точки A и C соответствуют устойчивому стационарному состоянию (сходимосг в узел и спиралевидная сходимость в фокус), точка B — неустойчивому стационарному состоянию (расходящиеся траектории движения шара по поверхности седла).

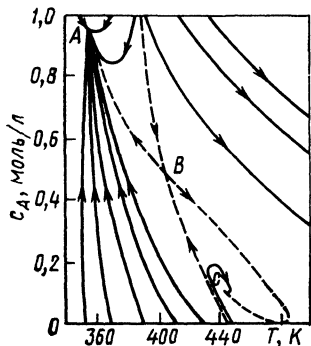


Рис. 8.14. Фазовая плоскость с множественными стационарными состояниями для проточного реактора с перемешиванием

Следует отметить, что стационарное состояние реактора может быть очень чувствительным к небольшим возмущениям входных параметров. Проанализируем, например, рис. 8.4. (случай тройного пересечения при совместном решении уравнений материального и теплового балансов для проводимой в реакторе экзотермической реакции). Небольшое изменение температуры реакционного потока на входе (смещение вправо прямых 1 или 2) может вызвать скачкообразное увеличение температуры в реакторе. Такую высокую чувствительность режима процесса к незначительным изменениям его параметров называют параметрической чувствительностью.

Высокой чувствительности, связанной с множественностью стационарных состояний, стараются по возможности избегать, если только возможное единственное состояние удовлетворяет требованиям к степени превращения. Неучет параметрической чувствительности каталитических реакторов может, например, привести к переходу каталитической реакции из кинетической области в диффузионную, вызвать перегрев и термическую дезактивацию катализатора и т. д. (см. гл. 10). Подробный анализ параметрической чувствительности реакторов имеется в специальной литературе*.

При выборе условий проведения экзотермической реакции обычно стремятся обеспечить единственное устойчивое стационарное состояние с высокой степенью превращения. Для этого можно увеличить или начальную температуру T_0 (что вызовет сдвиг вправо прямой, отвечающей уравнению теплового баланса), или среднее время пребывания в реакторе $\bar{\tau}$ (при этом сдвигается влево кривая, отвечающая уравне-

* См., например: Перлмуттер Л. Устойчивость химических реакторов. Л., 1976.