

УДК 519.6

М.А. Голубчиков, В.В. Макаров

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИСКРЕТНЫХ ИНТЕРАКТИВНЫХ И КОНКУРЕНТНЫХ ПРОЦЕССОВ В ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ С ПЕРИОДИЧЕСКИМ РЕЖИМОМ РАБОТЫ АППАРАТОВ

Разработаны модели дискретных интерактивных процессов и конфликтных ситуаций в химико-технологических системах с периодическим режимом работы технологического оборудования. В качестве моделей применены сети Петри и логические конструкции.

Discret interactive processes and conflicts models in batch plants have been developed. As models Petrinets and symbolic logic are used.

При имитационном моделировании химико-технологических систем, содержащих аппараты, работающие в периодическом режиме, а также с целью разработки систем логического управления ими возникают проблемы моделирования дискретных процессов, таких как смена функциональных состояний технологических аппаратов (наступления событий времени и состояния), начала и окончания коммутации аппаратов при транспортных операциях, конфликтов из-за общего ресурса и т.п. Классификация дискретных процессов при моделировании химико-технологических систем асинхронными моделями выполняется на основе причинно-следственного базового отношения “предшествования”.

В работе рассмотрены проблемы моделирования простых и сложных непосредственных бинарных взаимодействий подающих и принимающих аппаратов, соединенных общим коллектором (см. рис. 1), в том числе – моделирование конфликта из-за общего ресурса.

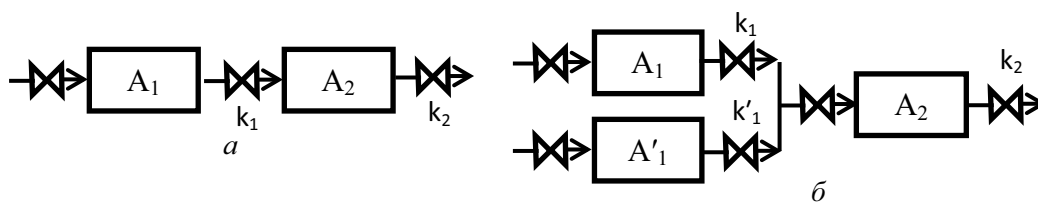


Рис. 1. Фрагменты химико-технологических систем:
а – простое бинарное взаимодействие аппаратов; б – конфликт из-за общего ресурса

В качестве моделей перечисленных процессов применены сети Петри (см. рис. 2), логико-высказывательные и логико-предикатные модели на основе логики первого порядка.

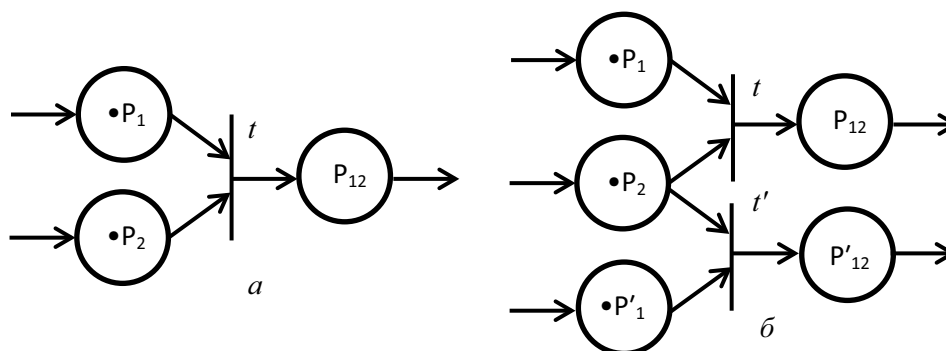


Рис. 2 Фрагменты сети Петри, моделирующие простое бинарное взаимодействие аппаратов (а) и конфликтную ситуацию в химико-технологической системе (б):

P_1, P'_1 – готовность аппаратов A_1, A'_1 к разгрузке; P_{12}, P'_{12} – транспорт массы из подающего аппарата в принимающий; t, t' – начало транспорта массы из подающего аппарата в принимающий

На рисунке 2 изображены фрагменты сети Петри, моделирующие процесс начала коммутации подающего и принимающего аппаратов в виде общих позиций активного перехода. Синхронизация моментов начала разгрузки подающего аппарата и загрузки принимающего в асинхронной модели получена по правилу редукции.

Моделирование конфликта из-за общего ресурса отображается фрагментом сети Петри в виде общей позиции у нескольких переходов (см. рис. 2,б).

Алгоритм, моделирующий простое бинарное взаимодействие пары аппаратов, имеет вид аксиомы логики высказываний, фактов и логического вывода. Логическая модель простого бинарного взаимодействия имеет вид:

F1: $ГВ1 \& ГЗ2 \rightarrow ОК1 \& ЗК2$

F2: $ГВ1$

F3: $ГЗ2$

S: $ОК1 \& ЗК2,$

где $ГВ1, ГЗ2$ – высказывания, означающие готовность аппаратов $A1$ и $A2$, соответственно, к выгрузке и загрузке; $ОК1, ЗК2$ – команды, означающие “открыть клапан $k1$ ” и “закрыть клапан $k2$ ”, соответственно.

Сложное бинарное взаимодействие представлено аксиомами логики первого порядка, фактами и логическим выводом. Доказательство логического вывода из систем аксиом и фактов выполнено методом резолюций.

Библиографические ссылки

1. Котов В.Е. Сети Петри. М.: Наука, 1984. – 160 с.
2. Чень Ч. Математическая логика и автоматическое доказательство теорем / Ч. Чень, Р. Ли. – М.: Наука, 1983. – 360 с.