

В.Л. Колесников, проф., д-р техн. наук,

О.В. Герман, доц., канд. техн. наук,

П.П. Урбанович, проф., д-р техн. наук (БГТУ, г.Минск)

## **ИНФОРМАЦИОННЫЕ И ПРОГРАММНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ СИТУАЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫМ КОМПЛЕКСОМ**

Оптимальное ситуационное управление производственным комплексом в условиях экологически опасных ситуаций может быть разработано с помощью математической логики, позволяющей формализовать ситуации и исчислять высказывания и предикаты.

В качестве примера использования математической логики для ситуационного управления производственным комплексом рассматривается многовариантная структурная схема утилизации волокнистых отходов.

Одной из основных производственных операций, связанной со своеобразием макулатуры, является необходимость упрочнения листовых материалов, поскольку растительные волокна в значительной степени утратили свои бумагообразующие свойства. Упрочнение осуществляется с помощью каучуковых латексов. Целесообразной формой коагуляции латекса в водно-волокнистой суспензии является гетероадагуляция. Главным условием обеспечения гетероадагуляции является предельное, достаточно малое содержание электролитов в волокнистой суспензии до введения в нее упрочняющих добавок.

Соблюдение требований обеспечения высокого качества продукции, приемлемых экономических показателей технологии и допустимого уровня загрязнения окружающей среды наталкивается на совершенно естественные противоречия.

С одной стороны, необходимо максимально использовать оборотную воду для уменьшения объема стоков, что приведет к удорожанию продукции за счет увеличения расхода упрочняющей полимерной добавки, так как в оборотной воде будет накапливаться содержание сульфата алюминия, вредно влияющее на характер коагуляции латекса (будет иметь место гомокоагуляция).

С другой стороны, если оборотную и сточную воду подвергнуть глубокой очистке, например термической деминерализации, то финансовые затраты на деминерализацию приведут к банкротству предприятия по экономическим причинам.

Исходная структурная блок-схема состоит из 15 элементов (технологических операций) и 19 материальных потоков [1].

Из макулатурного сырья можно получить продукцию в виде листового материала, если осуществить механическое упрочнение путем размола или химическое упрочнение если в волокнистую суспензию вводить упрочняющие добавки гидродисперсий полимеров, которые коагулировать электролитами, добавляя их извне или извлекая их из оборотной воды на узле деминерализации. Если для редиспергирования макулатуры использовать только оборотную воду, в которой в виде накопленных растворенных загрязнений содержится коагулянт, то осаждение гидродисперсий происходит в неблагоприятном режиме, что приводит к перерасходу упрочняющей добавки и удорожанию продукции. Если работать на речной воде, то расход полимеров уменьшится, но появится сток, что делает технологию неэкологичной. Если вместо речной воды использовать только деминерализованную, то при требуемой экологичности системы не получится требуемой дешевизны продукции.

Различные ситуации моделировались с учетом конъюнктуры рынка, степени интеграции технологии с окружающей средой, степени наукоемкости технологии и уровня требований к качеству готовой продукции [2].

Информационные ресурсы ситуационного управления производственным комплексом, формализованные с помощью математической логики, представлены в виде нормальных дизъюнктивно-конъюнктивных форм.

Текущие изменения ситуаций моделировались с помощью диалогового окна «Начальные условия» путем изменения положений рычажков на компонентах TrackBar (слайтерах), задающих конкретные значения параметров.

Для каждого технологического оператора и каждого материального потока формулировались условия их присутствия в технологической схеме в зависимости от сложившихся ситуаций. Условия присутствия выражались через логические высказывания, некоторые примеры которых приводятся ниже.

Технологическая операция «Формование листа» присутствует в схеме тогда, когда есть химическое или механическое упрочнение, или и то, и другое.

Если приходится работать на относительно дешевой энергии (степень дороговизны устанавливается слайтером в зависимости от рыночной цены на энергию), и дорогой речной воде (слайтер!) при высокой стоимости захоронения промышленных отходов (слайтер!), высоких значениях степени наукоемкости химических и массообмен-

ных процессов (слайтер!), то в схему целесообразно включить узел деминерализации оборотной воды.

Если возрастают требования к качеству готовой продукции, то прибегают к химическому упрочнению и схему дополняют узлом подготовки технологической воды, на котором будет смешиваться максимально возможное количество оборотной воды с речной водой и с водой, прошедшей узел глубокой очистки на деминерализации.

При выработке низкокачественной продукции (слайтер) и умеренных ценах на вывоз отходов, но при высокой стоимости речной воды, возможна работа с полностью замкнутым циклом использования оборотных вод без добавления речной и деминерализованной воды.

Если применяется только механическое упрочнение, то можно добиться 75% прочности (требуемая прочность в зависимости от конъюнктуры рынка задается слайтером); если применяется химическое упрочнение, но работают только на оборотной воде, то пластичность обеспечивается на 25%; если применяется химическое упрочнение, но работают только на пресной воде, то пластичность обеспечивается на 85%; если применяется только механическое упрочнение, то пластичность обеспечивается на 15%; если применяется только механическое упрочнение и степень наукоемкости механических процессов больше 80%, то экономичность получается около 85%, иначе экономичность обеспечивается только на 50%. Высокая степень экологичности получается тогда, когда отсутствует сток.

Программная реализация задачи осуществлялась путем формирования и решения системы линейных неравенств.

Работа предполагает проводить рандомизацию значений параметров, входящих в начальные условия. Тогда ситуационное управление будет оперативно откликаться на случайные изменения условий функционирования производственного комплекса. В этом случае можно рассматривать информационные и программные ресурсы, изложенные в данной статье, как основу для создания проектов самоликвидации аварийных ситуаций путем изменения топологической структуры материальных потоков.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Колесников В.Л., Жарский И.М., Урбанович П.П. Компьютерное моделирование и оптимизация химико-технологических систем. Мн.: БГТУ, 2004.
2. Колесников В.Л. Математические основы компьютерного моделирования химико-технологических систем. Мн.: БГТУ, 2003.