

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА УТИЛИЗАЦИИ ВОЛОКНИСТЫХ ОТХОДОВ НА ОСНОВЕ КОМПЬЮТЕРНОГО МУЛЬТИМЕДИЙНОГО ТРЕНАЖЕРА «ЭКОЛОГИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ»

Н.И. Гурин., В.Л. Колесников, Ю.А. Романов, П.П. Урбанович

Кафедра информатики и вычислительной техники, Белорусский государственный технологический университет, ул. Свердлова 13а, Минск, 220630, БЕЛАРУСЬ, тел. (37517)227-43-76, e-mail: urbanovich@ivt.bstu.unibel.by

АННОТАЦИЯ

Компьютерный мультимедийный тренажер, имитирует работающее предприятие по утилизации волокнистых отходов. Основной задачей, решаемой на основе разработанного тренажера, является построение такой модели работающего предприятия, чтобы оно приносило прибыль, выпуская максимально качественную продукцию при минимизации отходов.

1. ВВЕДЕНИЕ

Любая производственная деятельность связана с организацией превращения сырья в готовую продукцию. Чем полнее произойдет превращение, тем выше окажется степень безотходности (экологичности) технологии.

Абсолютное большинство химических реакций не протекают мгновенно и не идут до конца. Причем взаимодействия исходных реагентов и полупродуктов, получающихся в процессе реакции, осуществляются с разными скоростями, а иногда и разнонаправленными. Выход полезного продукта реакции из единицы массы сырья определяется состоянием термодинамического равновесия. Для управления кинетикой и термодинамикой химических реакций в любой технологии и разрабатываются научные принципы, определяющие степень наукоемкости технологии. Для воплощения в жизнь научных принципов разрабатывается соответствующее прогрессивное технологическое оборудование. Чем совершеннее конструкция оборудования, тем более оно энергосберегающее, что тоже характеризует научный уровень технологии. И, наконец, успешное решение технологических и экологических проблем может быть достигнуто только с помощью компетентных, высокообразованных специалистов.

Почти все химические реакции и технологические процессы осуществляются в водной среде, которая должна быть проточной, поэтому накапливающиеся загрязнения должны постоянно удаляться из зоны реакции, так как присутствие примесей замедляет протекание реакций, приводит к уменьшению производительности установки, а также снижает качество продукции.

Необходимость замены воды в зоне реакции сопровождается двумя взаимосвязанными действиями - покупкой дорогостоящей речной воды и сбросом в проточный водоем избыточной загрязненной сточной воды с одновременной оплатой ущерба, нанесенного окружающей среде.

Использование оборотной воды без очистки приведет к катастрофическому падению качества продукции и сложнейшим производственным затруднениям, типа биообрастания коммуникаций. Очистка оборотных и сточных вод приведет к банкротству предприятия по экономическим причинам.

Самым естественным и эффективным путем создания экологически безопасных технологий является повышение степени их наукоемкости за счет управления кинетикой и термодинамикой химических реакций. Направленное изменение условий, сдвигающих химическое равновесие в сторону образования конечного продукта реакции, позволит предотвратить появление отходов и загрязнение оборотных вод, сделает технологию условно безотходной и ресурсосберегающей.

2. СТРУКТУРА ТРЕНАЖЕРА

Компьютерный мультимедийный тренажер, имитирует в динамике функционирование промышленного комплекса утилизации волокнистых отходов. На Рис.1 представлена принципиальная схема комплекса.

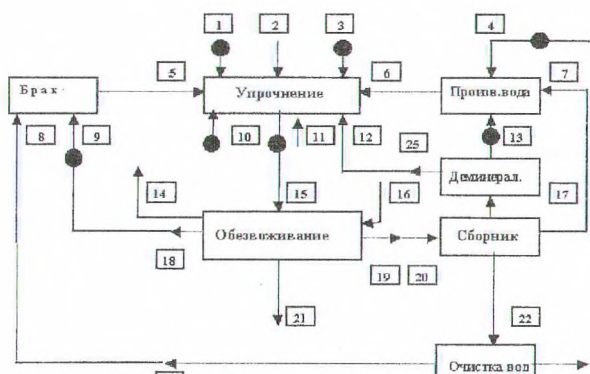


Рисунок 1. Принципиальная схема промышленного комплекса утилизации волоконистых отходов

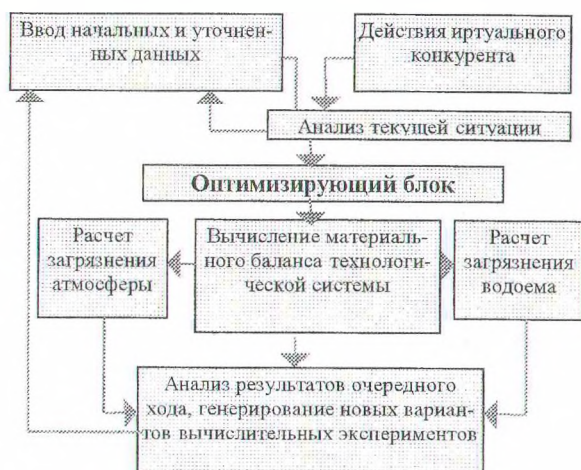


Рисунок 2. Структура тренажера

Взаимосвязи в системе представлены семью технологическими операциями, которые объединены 26 материальными потоками. 25 управляющих параметров могут изменяться пользователем в зависимости от обстоятельств, складывающихся в результате природоохранной административной деятельности и конъюнктуры рынка. Оперативными переменными, определяющими облик очередной проблемной ситуации, являются:

конкурентноспособность технологии (качество и себестоимость продукции, коммерческий спрос на нее и рыночная цена);

- степень безотходности технологии (степень превращения сырья в готовую продукцию, процент неперерабатываемых отходов);

- степень бессточности технологии (доля пресной воды в составе производственной, доля речной воды в составе пресной);

- степень наукоемкости технологии (удельные расходы энергии на каждую технологическую операцию, на деминерализацию оборотной воды, на очистку сточной воды от взвешенных и растворенных веществ, на очистку газовых выбросов);

- ценовую ситуацию на рынке ресурсов;

- юридические основы рационального природопользования (цена сброса в реку и выброса в атмосферу загрязняющих веществ, цена вывоза отходов на свалку)

В основу системной математической модели промышленного комплекса положен мультипликативный принцип расчета многокомпонентных материальных балансов технологической системы через любые наперед заданные промежутки времени, например через отрезок времени, равный времени выработки одной

тонны продукции. Связь состава потоков с режимными параметрами осуществляет комплекс полиномиальных моделей, описывающих зависимости степени удержания каждого компонента в структуре продукции. Зависимость качества продукции от состава материальных потоков описывает второй комплекс полиномиальных моделей. Таким образом, в одной системной математической модели объединяются расходные и режимные управляющие параметры с качеством готовой продукции, экономикой и экологией в условиях, имитирующих динамические.

Поскольку факт накопления вредных загрязнений в оборотной воде оказывает влияние на протекание технологического процесса, то, очевидно, возникает необходимость в постоянной оптимальной подстройке системы управления. Поэтому в алгоритм введен оптимизирующий блок, в котором поступающая информация обрабатывается и в случае рассогласования фактической ситуации с заданными условиями решается компромиссная задача оптимизации с выдачей необходимых управляющих импульсов на исполнительные механизмы с учетом величины выбранного критерия, например минимальной суммы энерготехнологических затрат.

Для формализации процедуры расчета материальных балансов в динамике все технологические потоки закодированы в виде двумерного массива. Первой координате поставлены в соответствие номера материальных потоков, под которыми они выступают в технологической схеме, второй координате - цифровые индексы компонентов этих потоков.

Если мерой времени выбрать число тактов расчета мгновенного материального баланса системы, то, пользуясь известными закономерностями формальной кинетики, можно записать выражения для определения константы скорости изменения концентрации материальных потоков.

Таким образом, объектами движения в описываемых условиях псевдодинамики являются компоненты материальных потоков. Источником движения служит информация о механизме удержания компонентов материальных потоков в структуре продукции, на основании чего можно рассчитать концентрацию предшествующей части потока и переприсвоить это значение последующей.

3. ОПИСАНИЕ МОДЕЛИ

Центральной частью математического обеспечения тренажера является многократный расчет материальных балансов по специально организованной циклической программе. В отличие от традиционного приема вычисления технологических потоков с конца, с известного значения товарной продукции, в тренажере осуществлена естественная последовательность расчета материальных балансов сначала, следуя от операции к операции, превращения сырья в готовую продукцию.

Разработанный мультипликативный принцип формализации работы системы в динамике удобно продемонстрировать на диаграммном фрагменте. (Рис. 3)

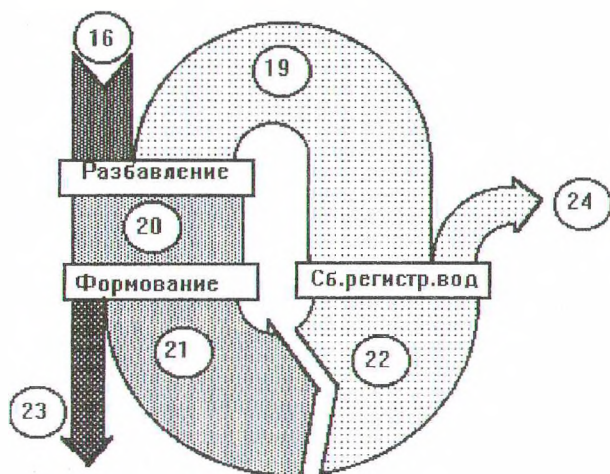


Рисунок 3. Схема организации расчета

Потоки №19, №20, №21, №22 являются составными частями главного контура циркуляции оборотных вод.

Для функционирования системы в номинальном режиме необходимо прежде всего обеспечить равномерное растекание волокнистой массы по всей ширине движущейся непрерывной сетки. Это требование выполняется тогда, когда масса, выпускаемая на сетку (поток №20), достаточно сильно разбавлена. Разбавление осуществляется водой (поток №19). При запуске машины сборник регистровых вод пуст, поэтому проблема может быть решена единственным путем - использованием для разбавления свежей речной воды. Как только машина запущена в работу в регистровой части освобождается большое количество избыточной воды (поток №21), т.е. поток №22 заменяется потоком №21. Надобность в свежей речной воде отпадает и она перекрывается на все последующее время работы машины. Зная механизм удержания волокна, полимера и электролитов в структуре, можно рассчитать содержание этих компонентов в потоке №21, а затем на каждом последующем такте расчета материального баланса значения покомпонентных концентраций потока №21 переприсваивать концентрациям потока №22, обеспечивая таким образом математическое описание функционирования химико-технологической системы в условиях псевдодинамики.

Таким образом, один водооборот будет совпадать с временем выработки того количества продукции, которое получится после расчета всей схемы. Корректируя на каждом цикле величину расхода целлюлозы по простой пропорции, имеется возможность подстраивать систему таким образом, чтобы она на выходе давала значения, близкие к 1000 кг.

Поэтому масштабной единицей времени в разрабатываемой динамике будет выступать время выработки одной тонны продукции. Эта величина будет осуществлять связь с реальным масштабом времени с учетом ширины бумагоделательной машины, ее скорости и массы одного квадратного метра бумаги или элементарного слоя картона.

Полезно обратить внимание на то, что в подсистему поток №16 входит с меньшей концентрацией, чем поток №23, выходящий из системы, следовательно, общая масса

потока №16 оказывается больше общей массы потока №23. Поэтому в системе образуется избыток жидкости, который должен быть удален с потоком №24.

Степень безотходности является главной характеристикой, отражающей уровень наукоемкости технологии. Полнота превращения сырья в готовую продукцию зависит от научных разработок по управлению термодинамическим равновесием и кинетикой химических реакций, которые, как правило, обратимы и не идут до конца.

Но малая степень превращения сырья в продукцию еще не говорит о том, что все сырье, не превратившееся в продукцию, является отходами. Часть сго может рассматриваться как оборотный брак, способный к повторной переработке. Однако существует и часть сырья, не превратившегося в продукцию, которая не может быть направлена на повторное использование, а подлежит вывозу на свалку.

Следует иметь ввиду, что любая технологическая линия имеет паспортную производительность, поэтому увеличение доли оборотного брака будет вызывать пропорциональное уменьшение доли сырья, поступающего на первую стадию. В предельном случае может оказаться, что продукция должна делаться не из сырья, а из оборотного брака.

Технически бессточную технологию осуществить несложно - просто отказаться от использования речной воды, а все производство перевести на оборотную. Но при увеличении степени водооборота в рециркулирующих потоках будут накапливаться загрязнения, которые приведут к ухудшению качества продукции. Чтобы добиться требуемого качества придется увеличивать расходы упрочняющих добавок, а это будет удорожать продукцию.

Следует обратить внимание на то, что качество продукции зависит только от доли пресной воды в составе производственной. Но пресная вода может быть не только

речной. Пресную воду можно получать из оборотной путем ее деминерализации. Значит, снижения качества продукции можно избежать даже при отказе от использования речной воды. Вот это и будет настоящая бессточная технология, основанная на научных исследованиях, оптимизации условий производства и применении современного оборудования.

Наиболее рациональный путь решения проблемы заключается в определении условий, при которых суммарные затраты на оплату деминерализации минимально необходимого количества оборотной воды, на оплату оптимальных расходов упрочняющих добавок и на возмещение ущерба, наносимого окружающей среде, будут минимальны.

4. ПРОГРАММНАЯ ОБОЛОЧКА

Программа разработана в среде Delphi с использованием OLE-объектов, разработанных в различных мультимедиа-редакторах для подготовки графических, звуковых, видео и т.п. данных. Математическая модель, используемая при моделировании работы тренажера, основана на статистическом материале, обработанном с использованием техники временных рядов. Тренажер обладает полным мультимедийным интерфейсом, включающим графические изображения, анимацию, звук, речевые наговоры, фоновую музыку, звуковые эффекты, видеофрагменты и текстовые комментарии. Программа снабжена обширной системой помощи практически по всем затрагиваемым в тренажере вопросам и сама по себе является самодостаточным электронным учебником. Справочная система создана с помощью стандартной программы WinHelp, включает текстовый материал и соответствующие графические иллюстрации, имеет контекстный режим и систему гиперссылок по всему материалу