

A, B – коэффициенты разложения зависимости $F(X_{хим})$ в ряд Тейлора в точке равновесия $X_{хим} = X_{хим}^*$;

$$N = \frac{D}{v^2} \cdot \left(1 - e^{-\frac{v}{D}L} \right);$$

$$M = \frac{v}{D} \cdot \int_0^L f\left(\frac{Z}{v}\right) \cdot e^{-\frac{v}{D}Z} dZ - \frac{v^2}{D} \cdot f\left(\frac{L}{v}\right);$$

L – высота КС;

Z – переменная из интервала $[0;L]$.

Основным достоинством расчетного выражения (6) является учет всех факторов, оказывающих влияние на ТП синтеза. Учет обратного перемешивания позволяет производить расчет неконтролируемого параметра, как в лабораторных, так и в промышленных условиях.

Недостатком расчетного выражения является наличие в нем значительного количества настраиваемых коэффициентов, большинство из которых нестационарные.

Как показал опыт использования математической модели в составе рабочего программного обеспечения автоматизированной системы управления ТП на «Одесском припортовом заводе», наличие значительного количества нестационарных коэффициентов предопределяет высокую параметрическую чувствительность расчетного выражения. Для получения надежных расчетных значений X на основе (6) необходима адаптация ряда нестационарных коэффициентов к текущим условиям эксплуатации, что является серьезной проблемой.

Разработчиками была предпринята попытка по созданию программы адаптации нестационарных коэффициентов математической модели. Оказалось, что добиться приемлемой точности расчета X путем подстройки коэффициентов удастся лишь в условиях ведения процесса близких к стационарным и на непродолжительное время.

Отсюда можно сделать вывод, что расчетное выражение (6) в явном виде неприменимо в составе системы автоматического управления. Анализ ТП синтеза как объекта управления [4] показал, что причиной тому является высокий уровень неконтролируемых возмущений, как по тепловым, так и по материальным потокам, поступающих в реактор. Именно наличие возмущений является основной причиной некорректной работы программы адаптации математической модели в режиме реального времени. Чтобы корректно производить подстройку коэффициентов модели в реальном времени, необходимо «очистить» объект от поступающих в него возмущений.

Таким образом, на первый план выходит задача по разработке управляющей структуры для эффективного парирования возмущений на входе в реактор. Это позволит в значительной мере снизить нестационарность аппроксимирующей модели, упростить ее адаптацию и повысить точность оценок степени конверсии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кучерявый В.И., Лебедев В.В. Синтез и применение карбамида. Л.: Химия, 1970.
2. Горловский Д.М., Альтшулер Л.Н., Кучерявый В.И. Технология карбамида. Л.: Химия, 1981.
3. Богатов А.Г., Богданова Т.М., Никитюк В.Ф., Кучерявый В.И., Олевский В.М. //Хим. пром. 1989. №6. С. 42.
4. Сажин С.Г., Брусов В.Г., Демкин Н.А. Анализ состояния проблемы автоматического управления в стадии синтеза производства карбамида. //Тез.докл. X Всероссийской научно-технической конференции «Информационные технологии в науке, проектировании и производстве», Н.Новгород, 2003. - с.15.

КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СОВРЕМЕННЫХ АСУ ТП В ОБЛАСТИ ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Сажин С.Г., Брусов В.Г., Исаев Д.А.
Дзержинский филиал Нижегородского государственного технического университета

Любая технология неразрывно связана с управлением. Функционирование технологического процесса (ТП) невозможно без системы управления, посредством которой обеспечивается пуск и вывод ТП на безопасный устойчивый режим функционирования, изменение нагрузки в процессе работы и останов процесса.

В настоящее время многие ТП оснащены современными АСУ ТП, техническую основу которых составляют промышленные высокопроизводительные контроллеры и персональные компьютеры, высокоточные средства измерения, преобразования и передачи информации.

Современному комплексу технических средств (КТС) в составе АСУ ТП соответствует, как правило, программное обеспечение (ПО), не раскрывающее полностью его потенциальные возможности.

Функциональная структура рабочего ПО АСУ ТП в большинстве случаев охватывает стандартные (типовые) функции контроля и управления: ввод и вывод аналоговой и дискретной информации, регулирование (дистанционное ручное и автоматическое) параметров ТП, визуализация и архивирование информации, блокировки и защита ТП, составление технологических отчетов, вывод ретроспективной информации в различных формах.

АСУ ТП стандартной функциональной структуры позволяет обеспечить безопасный вывод ТП в режимную область устойчивого функционирования, поддержание этого режима в реальных рабочих производственных условиях.

В условиях рыночной конкурентной борьбы особенно актуальным становится поддержание не только безопасного и устойчивого, но и экономически эффективного режима функционирования ТП. Известен технологический подход повышения эффективности ТП. В рамках этого подхода производится совершенствование технологических схем, аппаратурного оформления технологии, режимов ТП. Результатом совершенствования технологии, например, является то, что в настоящее время реальные удельные расхо-

ды сырья, как правило, лишь незначительно превышают стехиометрические значения. Однако, в рамках технологического подхода можно извлечь лишь часть резервов экономии. Другая часть может быть получена только за счет совершенствования управления ТП.

Реализация стандартных функций АСУ ТП позволяет в определенной степени повысить уровень информационного обеспечения оперативного персонала, повысить качество контроля и регулирования ТП, повысить безопасность функционирования процессов, снизить простои и брак продукции. Однако АСУ ТП типовой функциональной структуры не позволяет реализовать задачи оптимального (квазиоптимального) управления ТП.

Современный комплекс технических средств АСУ ТП является всего лишь инструментом для решения проблемы эффективного управления. Для использования этого инструмента в АСУ ТП должны быть предусмотрены не только стандартные, но и специальные функции контроля и управления, ориентированные на особенности конкретного ТП.

Дальнейшим развитием современных АСУ сложными ТП в целях повышения их эффективности станет реализация специальных функций контроля и управления:

- автоматизированный (“холодный”, “теплый”) пуск системы управления ТП;
- автоматизированный (штатный, экстренный) останов ТП;
- ситуационный анализ;
- оптимальное управление;
- тренажер.

Работающие на многих производствах в составе АСУ ТП системы противоаварийной защиты приобретут новое качество, благодаря использованию возможностей современных технических средств и специальных функций контроля и управления.

Автоматизированный пуск/останов повышает безопасность ведения процесса, снижает время вывода объекта на режим, потери сырья, материалов и энергозатраты.

Ситуационный анализ позволяет обеспечить оператора интегрированной аналитической информацией о состоянии ТП и выдает необходимые рекомендации по управлению им.

Тренажер – программно-аппаратный комплекс, который позволяет обеспечить обучение, подготовку и аттестацию оперативного персонала для работы на реальном процессе.

Оптимальным, как известно, называется управление, обеспечивающее наиболее эффективное ведение технологического процесса в смысле экстремума некоторого критерия. Критериями оптимальности могут быть следующие величины: степень конверсии, производительность, удельная себестоимость продукции, прибыль и др.

Реализация системы оптимального управления (СОУ) может обеспечить основу экономического эффекта АСУ ТП за счет автоматического удержания текущего режимного вектора в окрестности его оптимального значения.

Почему эффективное автоматическое управление большинством промышленных химико - технологиче-

ских процессов должно основываться на принципах оптимальности? Дело в том, что ТП в области химической технологии относятся к классу сложных объектов управления (ОУ). Для них характерны нелинейность, неоднозначность, нестационарность характеристик ОУ, большие транспортные и переходные запаздывания, многосвязность каналов управления, высокий уровень контролируемых и неконтролируемых возмущений, неполный контроль параметров ОУ и др. В указанных условиях невозможно эффективное управление ТП только на базе стандартных функций современных АСУ ТП. Возможность использования методов оптимизации при повышении эффективности управления процессами основывается на экстремальном характере зависимости основных качественных показателей ведения процесса от режимных параметров.

Сложность технологии, аппаратного оформления процесса, сложность процесса, как объекта управления требуют для решения задачи повышения эффективности ТП адекватную по сложности систему управления. Разработка таких систем подразумевает с одной стороны исследование и учет особенностей ТП, а с другой стороны использование знаний и достижений в прикладной математике, теории автоматического управления. Систем даже с элементами оптимального управления в химической технологии реализовано крайне мало, так как их разработка сложна, дорога и требует оригинальных решений для каждого ТП, что исключает массовость и поточность их реализации. Однако существенный экономический эффект от использования оптимального управления в условиях химических производств значительной мощности обеспечивает перспективность указанного подхода. В Дзержинском институте карбамида разработана и подготовлена к реализации базовая версия СОУ для ТП получения карбамида с полным жидкостным рециклом. Ведется разработка СОУ для агрегатов со стриппинговой дистилляцией. Срок окупаемости капитальных вложений не превышает полутора лет.

Оптимизация базируется на использовании специальных методов, к которым следует отнести:

- компенсацию транспортного запаздывания в ОУ;
- управление неизмеряемым качественным показателем по косвенной информации;
- модельный расчет неизмеряемого выходного параметра;
- управление с прогнозом регулируемого параметра;
- методы построения систем управления, эффективных в условиях высокого уровня контролируемых и неконтролируемых возмущений;
- методы построения моделей ОУ;
- методы адаптации моделей нестационарных ОУ;
- методы параметрической оптимизации регуляторов и др.

Эти методы реализуются в составе СОУ ТП и на их основе решаются следующие задачи:

- высокоэффективного парирования шумов;
- автоматического контроля и управления качественными показателями ТП;

- оптимального управления режимными параметрами по выбранному критерию;
- синтеза высокоэффективных управляющих структур;
- автоматического контроля качества работы контуров управления;
- параметрической априорной и текущей оптимизации контуров управления СОУ;
- самонастройки моделей нестационарных каналов ОУ;
- самонастройки управляющих структур СОУ (в том числе – регуляторов контуров управления);
- автоматического расчета материальных балансов и др. задачи.

Реализация специальных функций в структуре современной АСУ ТП позволит значительно полнее использовать возможности современных технических средств автоматизации с целью повышения безопасности и экономической эффективности производств химической отрасли.

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ КОНТРОЛЯ КОНЦЕНТРАЦИЙ ГАЗОВ

Храмов А.М.

*Нижегородский государственный
технический университет*

Поддержание в работоспособном состоянии силовое маслонаполненное оборудование на крупных предприятиях является одной из главных задач. Значительную часть подобного оборудования составляют маслонаполненные трансформаторы.

Трансформаторное масло является наиболее информативным и доступным объектом для диагностики силового маслонаполненного оборудования. Отбор пробы масла можно производить без отключения оборудования. Поэтому выделение растворенных газов и проведение диагностики маслонаполненного оборудования можно проводить дистанционно.

Хроматографический анализ газов, растворенных в трансформаторном масле, является эффективным и достаточным способом диагностики маслонаполненного оборудования.

Однако совершенствование методик выделения растворенных газов продолжает оставаться актуальной задачей. Во многом это связано с большим разнообразием методик, использование которых в ряде случаев приводит к неточным и плохо воспроизводимым результатам.

В Дзержинском филиале НГТУ на кафедре Автоматизации технологических процессов и производств была проделана работа по созданию автоматизированного комплекса, предназначенного для проведения диагностики трансформаторов, реализующего вакуумный метод выделения растворенных газов и их хроматографический анализ.

Разработка автоматизированного хроматографического комплекса привела к созданию автомата температурно-вакуумного выделения и последующего высокочувствительного хроматографического анализа широкого ряда растворенных газов для исследования свойств и характеристик трансформаторного масла и диагностики маслонаполненного оборудования.

В процессе решения поставленной задачи были решены следующие вопросы:

1) произведено сравнение существующих методик выделения растворенных в жидкости газов, выявлены их достоинства и недостатки;

2) исследовано влияние различных факторов (температуры, соотношения объемов фаз и неравновесности) на чувствительность и точность определения растворенных газов;

3) проведены исследования по оценке эффективности выделения газов из трансформаторного масла;

4) разработаны методики проведения подготовки комплекса к анализу, оперативного контроля, анализа.

В состав диагностического комплекса вошли три структурные единицы: газовый хроматограф с цифровым заданием режима анализа и цифровой обработкой выходной хроматографической информацией, блок выделения газов (авторское свидетельство 2003135109 от 8.12.2003 г.) с вакуумным пластинчато-роторным насосом и персональный компьютер. Комплекс управляется в автоматическом режиме (отладка возможна в ручном режиме). Обработка хроматографической информации и диагностика трансформаторов производится с помощью программ на персональном компьютере.



Фотография 1. Блок выделения газов

На основе многократных экспериментов были выработаны алгоритмы подготовки комплекса к анализу, проведения оперативного контроля и анализа.

При проведении анализа диагностический комплекс функционирует следующим образом. Сначала блок выделения газов вакуумируется. В блок выделе-