

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ АТМОСФЕРНОГО БЛОКА УСТАНОВКИ ПЕРВИЧНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ НЕФТИ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ АЛГОРИТМОВ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТРЕНАЖЕРНЫХ КОМПЛЕКСОВ

С.С. Власов, А.Г. Шумихин

(ГОУ ВПО "Пермский национальный исследовательский политехнический университет"),
А.И. Муштафин (ООО "ЛУКОЙЛ-ИНФОРМ")

Предложен метод моделирования технологического процесса атмосферного блока установки первичной переработки нефти (АВТ) в динамических режимах с применением программных приложений, построенных на основе объектно-ориентированного подхода. Разработана математическая модель динамики атмосферного блока. Рассмотрены варианты модификации математической модели при создании компьютерного тренажерного комплекса для обучения персонала установки АВТ оперативному управлению технологическим процессом.

Ключевые слова: атмосферно-вакуумная перегонка нефти, технологический процесс, динамический режим, математическое моделирование, управление, компьютерный тренажерный комплекс.

В работе [1] представлен алгоритм нечеткого управления атмосферным блоком установки первичной переработки нефти, основной режим нормальной работы которого можно считать статическим. Для исследования алгоритма было реализовано моделирование статических режимов блока, однако, например, при управлении показателями качества продуктов установки по результатам оперативного аналитического контроля, часто требуется коррекция установившегося режима атмосферного блока, то есть режим его функционирования является по сути динамическим. Возникает проблема исследования и оценки работоспособности таких алгоритмов управ-

ления в динамических режимах, в том числе и методом вычислительного эксперимента. Для этого необходима разработка динамической модели ТП.

При этом желательно заранее предусмотреть возможность использования разрабатываемой модели и для других целей, например, обучения оперативного персонала навыкам безопасного и качественного управления ТП, изучения его поведения в динамических режимах. Данные задачи в настоящее время чрезвычайно актуальны в силу огромных рисков для оборудования, окружающей среды и здоровья людей, вызванных человеческим фактором в управлении ТП. Для их решения в мировой и отечественной практике приме-

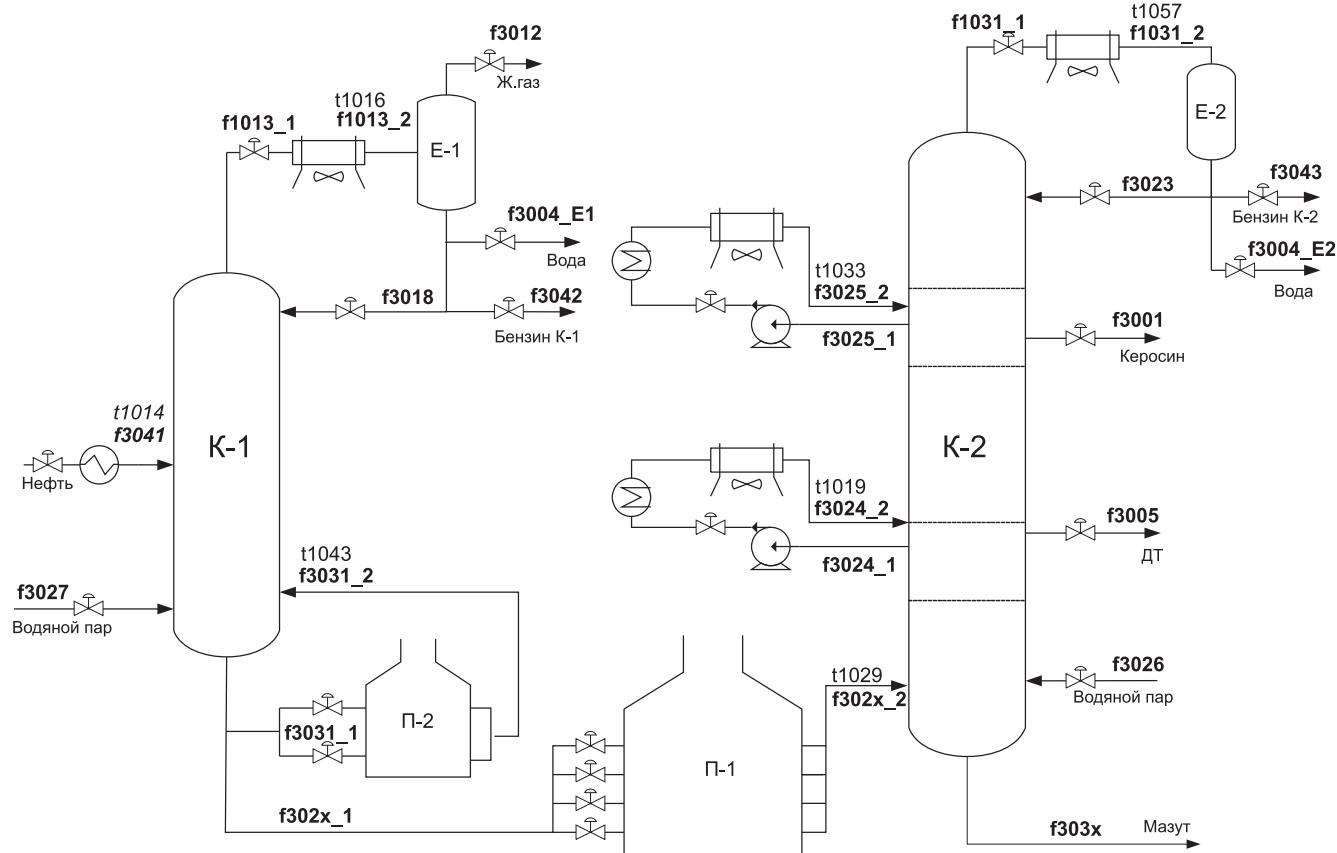


Рис. 1. Технологическая схема атмосферного блока установки АВТ

няются компьютерные тренажерные комплексы (КТК) ТП, которые в общем случае состоят из следующих типовых элементов: математическая модель ТП; математическая модель системы управления (СУ); модель операторского интерфейса (ОИ); средства инструктора обучения. Математическая модель ТП, адекватно воспроизводящая поведение объекта в динамических и статических режимах в широком диапазоне варьирования параметров, является наиболее дорогой компонентой в КТК с точки зрения разработки и дальнейшего сопровождения, а также важной с точки зрения обеспечения требуемых функций КТК. Соблюдение данных требований возможно только в случае разработки математической модели на уровне описания физико-химических закономерностей ТП.

Рассмотрим метод моделирования квазидинамических режимов ТП процессов нефтепереработки, основанный на моделировании многокомпонентных составов и изменения их параметров состояния в ходе протекания ТП с учетом квазистационарного поведения межфазных теплообменных процессов. Предложены варианты модернизации математической модели для ее применения в составе КТК. В качестве объекта разработки математической модели исследован атмосферный блок установки АВТ, рассмотренный в [1] (технологическая схема представлена на рис. 1).

При разработке математической модели ТП приняты следующие допущения:

- отсутствует расчет гидравлических схем внешних потоков — все потоки задаются непосредственно своими расходами;
- отсутствует расчет теплообменных процессов — теплообменное оборудование задается изменением энthalпии потоков теплоносителей после них;
- все составы в модели являются равновесными.

Принятые при моделировании допущения обусловлены первоначальным назначением модели ТП, заключающемся в ее использовании для исследования алгоритмов управления показателями качества продуктов атмосферного блока установки АВТ при их прогнозировании виртуальными анализаторами [1]. В этом случае инерционность переходных процессов, определяющих качественные показатели продуктов (переходных процессов внутри ректификационных колонн), значительно выше инерционности гидравлических и теплообменных процессов внешних потоков, и следовательно, динамическими свойствами последних в контексте решения данной задачи можно пренебречь.

На рис. 1 обозначения материальных потоков выделены жирным шрифтом. Указаны также управляющие воздействия. Для материальных потоков, которые при моделировании рассчитываются для условий, соответствующих значениям управляющих воздействий приняты индексы: 1 — поток, параметры состояния которого определяются условиями работы аппаратов, а расход либо системой регулирования, либо при моделировании задается непосредственно пользователем; 2 — поток, состав которого соответствует индексу 1, а

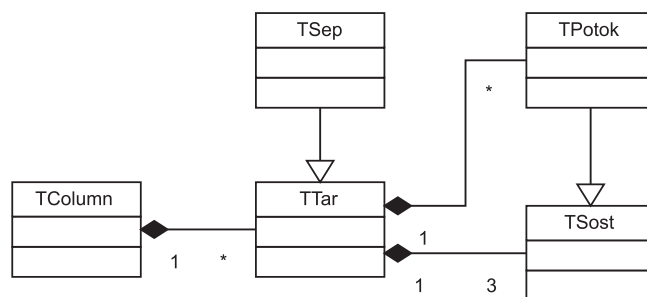


Рис. 2. Иерархия классов математической модели атмосферного блока

параметры состояния потока пересчитываются в соответствии с управляющими воздействиями.

Материальные потоки моделируются как смеси следующих компонентов: вода, азот, индивидуальные насыщенные углеводороды до пентана включительно, псевдокомпоненты углеводородов (узкие углеводородные фракции). Свойства компонентов — давление насыщенных паров, плотность, энтальпии жидкости и пара рассчитываются по известным корреляциям, приведенным в [2, 3], из которых взяты также некоторые справочные данные по свойствам веществ.

Математическая модель и алгоритм моделирования реализованы в среде программирования Borland Delphi. При реализации математической модели применен объектно-ориентированный подход построения программных приложений. Математическая модель представлена в виде взаимодействующих объектов различных классов, иерархия классов приведена на рис. 2.

Одним из базовых классов является класс *Состав* (*TSost*) (в дальнейшем "состав") — данный класс инкапсулирует свойства и поведение состава компонентов. Основные поля этого класса — параметры состава, такие как давление, температура, энтальпия, объем состава, его масса, количество в молях, покомпонентное содержание. Для класса предусмотрено нормирование состава, пересчет мольного содержания в массовое и обратно, пересчет состава по заданным термодинамическим условиям. Одним из методов класса является моделирование процесса лабораторного анализа стандартной разгонки состава по методике ASTM D86. Для моделирования других показателей качества состава применяются корреляции от концентраций компонентов и их свойств.

Класс *Поток* (*TPotok*) (далее "поток") является наследником класса *Состав* и предназначен для определения свойств и поведения материальных потоков. Состав материального потока является нормированным на 1 кг массы. Класс расширен за счет поля расхода и методов его задания в различных единицах измерения.

Класс *Тарелка* (*TTar*) (далее "тарелка") предназначен для описания свойств и поведения элемента разделения (расчета парожидкостного равновесия (ПР)). Включает, в том числе три объекта класса *Состав*: *Sost* — интегрированный общий состав на тарелке; *Vap* и *Liq* — инте-

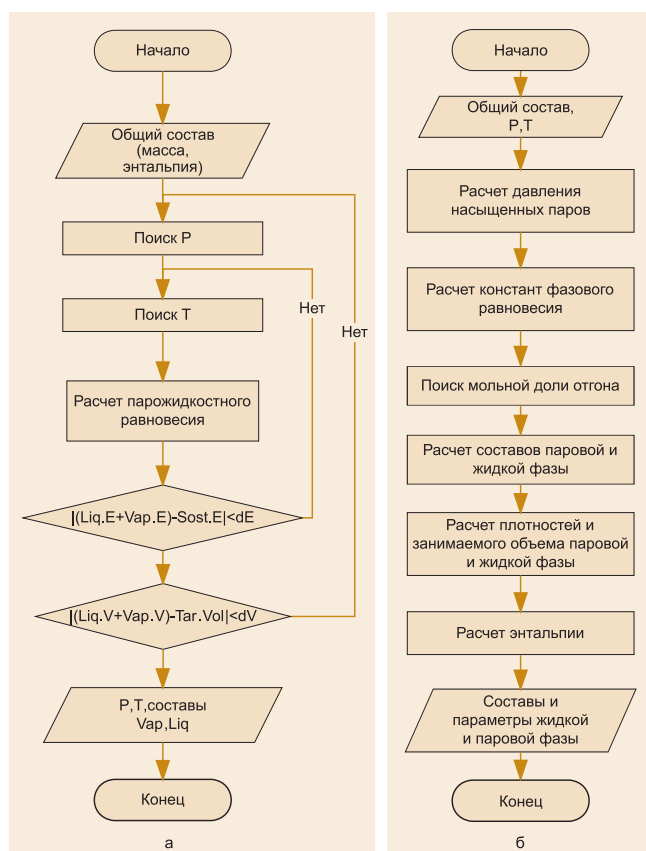


Рис. 3. Блок-схемы алгоритма

определения значений параметров тарелки:

а) общий алгоритм расчета тарелки; б) алгоритм расчета парожидкостного равновесия; $Liq.E$, $Vap.E$, $Sost.E$ – энтальпия составов жидкости Liq , пара Vap и общего состава $Sost$; $Liq.V$, $Vap.V$, $Tar.Vol$ – объем жидкой, паровой фазы и межтарелочного пространства

рированный состав паров и жидкой фазы на тарелке, получаемые в результате расчета ПР состава $Sost$.

Тарелка содержит также массивы указателей на входные материальные потоки, паровые выходные, жидкостные выходные потоки. Выходные потоки в массиве указаны в порядке приоритета, состав с меньшим индексом первым обеспечивается необходимым расходом. При этом по материальному балансу тарелки контролируется возможность обеспечения заданного расхода состава, и, в случае невозможности его обеспечения, значение расхода состава устанавливается, исходя из материального баланса.

Тарелка включает потоки пара V и жидкости L , уходящих с тарелки, которые рассчитываются после обеспечения всех заданных выходящих потоков. Расход жидкостного потока с тарелки L рассчитывается из условия соблюдения материального баланса по жидкой фазе для тарелки (с потоком удаляется избыток жидкости по отношению к высоте переливной перегородки тарелки).

Блок-схемы алгоритма определения значений параметров тарелки представлены на рис. 3.

Расчет включает алгоритм поиска значений параметров состояния общего состава тарелки – температуры и давления. Условия выхода из поискового алгоритма – равенство суммы энтальпии парового и жид-

костного составов, полученных в результат расчета ПР, и энтальпии общего состава (поиск по T), равенство суммы объемов занимаемых равновесным паровым и жидкостным составами общему объему межтарелочного пространства (поиск по P). Внутри алгоритма поиска параметров P и T реализуется расчет парожидкостного равновесия для общего состава. Для расчета парожидкостного равновесия используется формула:

$$y_i = k_i \cdot x_i, \quad (1)$$

где y_i – мольная концентрация i -го компонента в паровой фазе; x_i – мольная концентрация компонента в жидкой фазе; k_i – константа равновесия, рассчитываемая для i -го компонента как отношение:

$$k_i = \frac{P_i^{nac}}{P}, \quad (2)$$

где P_i^{nac} – давление насыщенных паров i -го компонента при заданной температуре, кПа; P – общее давление в системе, кПа.

Давление насыщенных паров компонентов определяются по следующей зависимости:

$$\ln P_i^{nac} = a_i + \frac{b_i}{T + c_i} + d_i \cdot \ln T + e_i \cdot T^{f_i}, \quad (3)$$

где a_i , b_i , c_i , d_i , e_i , f_i – коэффициенты для i -го компонента (зависимость и коэффициенты взяты из банка данных пакета моделирования ХТП Honeywell UNISIM Design); T – температура состава, К.

Мольная доля отгона находится из следующего условия:

$$\sum_{i=1}^N \frac{z_i \cdot (k_i - 1)}{1 + e \cdot (k_i - 1)} = 0, \quad (4)$$

где z_i – мольная концентрация i -го компонента в общем составе.

Расчет равновесных концентраций компонентов для паровой и жидкой фазы осуществляется по следующим зависимостям:

$$x_i = \frac{z_i}{1 + e \cdot (k_i - 1)}, \quad (5)$$

$$y_i = \frac{z_i \cdot k_i}{1 + e \cdot (k_i - 1)}. \quad (6)$$

Объем занимаемый паровой фазой состава при заданных условиях рассчитывается из уравнения состояния идеального газа. Объем занимаемый жидкой фазой состава определяется как аддитивная функция объемов, занимаемых компонентами. Общий объем, занимаемый составом, рассчитывается как сумма объемов жидкой и паровой фазы.

Плотность жидкого нефтепродукта в зависимости от температуры вычисляется по формуле:

$$\rho_T = \frac{\rho_{293}}{1 + \beta \cdot (T - 293)}, \quad (7)$$

где β – коэффициент объемного расширения; ρ_{293} – плотность нефтепродукта при 293 К;

$$\beta = \frac{0,04314}{(T_{кр} - T)^{0,641}}, \quad (8)$$

где $T_{кр}$ – критическая температура углеводородного компонента, К.

Плотность жидкого азота, в виду его ничтожно малого количества в жидкой фазе, принята постоянной величиной, что не может служить причиной значимой ошибки в определении занимаемого жидкой фазой объема.

Плотность и энтальпия воды рассчитываются в соответствии с рекомендациями МИ 2412-97 для измерения тепловой энергии и количества теплоносителя в водяных системах теплоснабжения. Энтальпия водяного пара вычисляется по рекомендациям МИ 2451-98 для измерения тепловой энергии и количества теплоносителя в паровых системах теплоснабжения.

Расчет энтальпии жидких углеводородов в зависимости от температуры T осуществляется в модели по формуле Уэйра и Итона:

$$h_T = 0,00218 \cdot T^2 + (2,2864 - 1,9469 \cdot \rho_{288}^{288}) \cdot T + 531,51 \cdot \rho_{288}^{288} - 785,57, \quad (9)$$

где ρ_{288}^{288} – относительная плотность нефтепродукта при 288 К.

Для расчета энтальпии углеводородных паров применяется модифицированное уравнение Уэйра и Итона.

$$H_T = (129,58 + 0,134 \cdot T + 0,00059 \cdot T^2) \cdot (4 - \rho_{288}^{288}) - 308,99. \quad (10)$$

Расчет энтальпии газов осуществляется по уравнению идеально-газовой теплоемкости. Для расчета энтальпии жидкости используется соотношение:

$$H_T = h_T + r_T, \quad (11)$$

где r_T – теплота парообразования при температуре, для которой рассчитывается энтальпия. Расчет теплоты парообразования при данной температуре производится по уравнению Ватсона:

$$r_{T1} = r_{T2} \cdot \left(\frac{1 - T_{r2}}{1 - T_{r1}} \right)^{0,38}, \quad (12)$$

где $T_r = T/T_{кр}$; $T_{кр}$ – критическая температура вещества, К.

Суммарная энтальпия жидкой и паровой фаз рассчитывается по соотношениям:

$$h_T = \sum_{i=1}^N h_T^i \cdot x_i, \quad H_T = \sum_{i=1}^N H_T^i \cdot y_i. \quad (13)$$

Класс *Колонна* (TColumn) (далее "колонна") описывает объект колонны, который включает массив тарелок, число которых задается. Из дополнительных методов колонны следует отметить метод расчета расходов внутренних паровых потоков между тарелками. Расход паров с тарелки определяется исходя из гидравлического перепада, определяемого разницей давления на текущей тарелке и давления паров на вышестоящей тарелке, увеличенного на гидростатический напор жидкости на вышестоящей тарелке, то есть

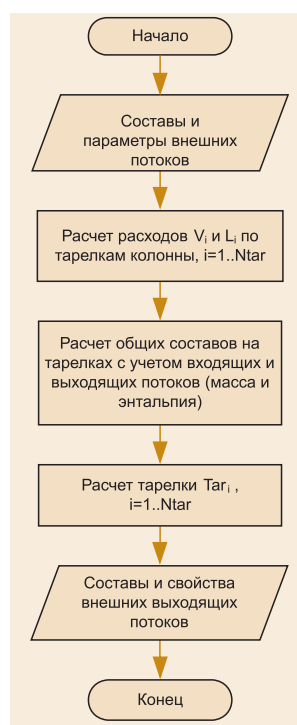


Рис. 4. Алгоритм расчета колонны

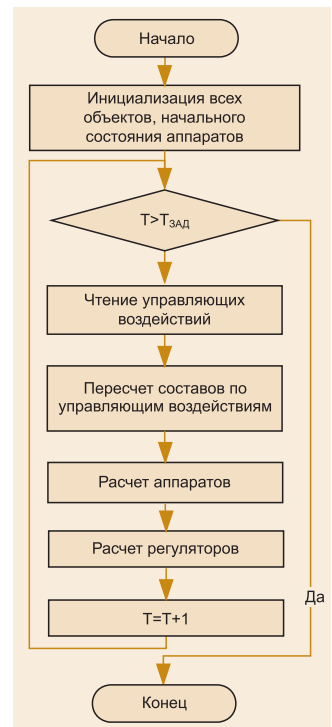


Рис. 5. Алгоритм вычислений по математической модели атмосферного блока

$$V_i = k \cdot \sqrt{(P_i - (P_{i-1} + \rho_{i-1}^L \cdot g \cdot h_{i-1})) \cdot \rho_i^V}, \quad i = 2..Ntar, \quad (14)$$

где V_i – расход паров с i -ой тарелки, кг/с; k – коэффициент расхода, зависящий от гидравлического сопротивления тарелки (для всех тарелок принят одинаковым); P_i – абсолютное давление паров на i -ой тарелке, КПа; ρ_i^L – плотность жидкости на i -ой тарелке, кг/м³; ρ_i^V – плотность пара на i -ой тарелке, кг/м³; h_i – высота переливной перегородки, м; N_{tar} – число тарелок в колонне.

Блок-схема общего алгоритма расчета по математической модели колонны приведен на рис. 4.

Класс *Сепаратор* (TSep) (далее "сепаратор") наследует свойства и поведение класса Тарелка. Поведение класса расширено в части удаления воды из состава жидкой фазы. Расход потока воды является определяемым из условия соблюдения материального баланса по воде.

В составе разработанной модели, кроме модели ТП, реализована модель системы управления (СУ). Для этого в составе классов отдельно выделен класс *ПИД-регулятора* (TPID), основное назначение которого заключается в реализации ПИД-регулирования заданного параметра.

С помощью ПИД-регуляторов реализовано поддержание материального баланса по газовой фазе – давление в колонне К-1, Е-1, К-2. В частности поддержание давления в емкости Е-1 реализуется регулятором, выходная величина которого – расход жирного газа из емкости. Давление в колонне К-1 поддерживается регулятором за счет изменения расхода паров из колонны в емкость Е-1. Аналогичный подход

Необходимость исключает выбор, но лучший выбор тот, который вызван необходимостью.

К. Кушнер

принят для поддержания давления в колонне К-2. Кроме того, ПИД-регуляторы используются для управления температурой верха колонн К-1 и К-2 за счет изменения расходов потоков острого орошения в колонну. Использование регуляторов в общем случае снижает размерность решаемой системы уравнений математической модели.

Соблюдение материального баланса по жидкой фазе реализовано в самих классах технологических аппаратов (*Тарелка*, *Сепаратор*, *Колонна*). Для поддержания уровня в аппаратах К-1, Е-1, К-2, Е-2 из них удаляется избыток жидкости по отношению к заданному уровню. Слив жидкости из аппарата происходит только при превышении уровня жидкой фазы заданной отметки.

Общий алгоритм вычислений по математической модели атмосферного блока представлен на рис. 5.

Работа алгоритма начинается с задания параметров моделирования, в частности, шага интегрирования и периодичности расчета по модели. В текущей реализации установлен фиксированный шаг интегрирования, равный 1 секунде. Использование современных вычислительных средств позволяет реализовать полный расчет по модели в течение 10...15 мс. То есть существует возможность ускорения моделирования до 10 раз по отношению к реальному времени.

Задание начального состояния модели состоит в определении составов и термодинамических параметров входящих потоков, их расходы устанавливаются нулевыми. Задаются начальные составы на тарелках колонн и в сепараторах.

Управление моделью возможно непосредственно из пользовательского интерфейса приложения, в котором реализовано моделирование. Кроме того, в SCADA-системе iFIX реализован соответствующий операторский интерфейс с возможностью вывода параметров модели и управления ими (изменение значений управляющих воздействий, управление регуляторами). Связь SCADA-системы с моделью реализована посредством протокола DDE (Data Dynamic Exchange).

Для достижения рабочего состояния требуется организация управления моделью ТП в соответствии с тем, как это реализовано на реальном технологическом объекте — последовательный пуск объекта до нормального технологического режима (постепенное увеличение загрузки, давления, прогрев аппаратов и т.д.). Так как полный пуск объекта является длительной процедурой, то закономерно возникает задача сохранения текущего состояния модели ТП с возможностью его последующего восстановления. В рассматриваемой реализации для сохранения состояния предусмотрено сохранение всех переменных модели в двоичный файл. При восстановлении состоя-

ния из файла реализуется его последовательное чтение с заполнением соответствующих переменных.

С целью адаптации модели к реальным условиям эксплуатации ТП был проведен вычислительный эксперимент, заключающийся в оценке отклонения поведения модели от реального ТП и настройке параметров модели для минимизации данных отличий. В ходе эксперимента на вход колонны К-1 подавалась нефть с различным расходом и температурой (параметры f3041 и t1014), для колонны К-2 возмущающим тестовым воздействием была температура на выходе из печи (параметр t1029). Эталонные данные по возмущающим воздействиям и откликам на них были взяты из исторических данных, соответствующих времени проведения на технологическом объекте активного эксперимента для целей идентификации математических моделей системы усовершенствованного управления ТП. Следует также отметить, что в ходе эксперимента регуляторы температур верха колонн К-1 и К-2 находились в ручном режиме. Таким образом, некомпенсированные возмущения полностью "проходили" по колоннам как вверх от тарелки питания, так и вниз к кубу колонны.

С помощью поискового алгоритма с ограничениями на физическую применимость значений варьируемых переменных для каждой из колонн был найден минимум функции отличия выходных координат модели и ТП. В качестве минимизируемой функции отличия для каждой из колонн была принята функция:

$$F = \sum_{i=1}^k (T_{ui} - \hat{T}_{ui})^2 + (T_{di} - \hat{T}_{di})^2, \quad (15)$$

где k — число точек переходного процесса (дискретизация 1 мин.); $\hat{T}_{ui}$, T_{ui} — температура верха колонны рассчитанная по модели и полученная в эксперименте на ТП; $\hat{T}_{di}$, T_{di} — температура низа колонны рассчитанная по модели и полученная в эксперименте на ТП.

В качестве настраиваемых параметров колонн использовался объем межтарелочного пространства, высота переливной перегородки, коэффициент гидравлического сопротивления тарелки (коэффициент k из (14)). Для каждой колонны данные параметры приняты одинаковыми для всех тарелок. При реализации полученных настроечных коэффициентов отклонения по оцениваемым параметрам (температура верха и температура низа колонны) в динамических и статических режимах не превышали 5% от общего изменения соответствующей переменной в динамическом режиме, что можно считать приемлемым результатом. Пример результатов сравнения переходных процессов реального ТП и соответствующего параметра по модели представлен на рис. 6.

Подчеркнем, что математическая модель ТП в КТК является наиболее сложным и трудоемким для разработки компонентом. Для ее создания используются либо собственные продукты фирм-разработчиков КТК, либо специализированные продукты для целей инжиниринга ТП, адаптированные для создания КТК. Последний подход является более унифицированным, так как позволяет использовать разрабатываемые модели

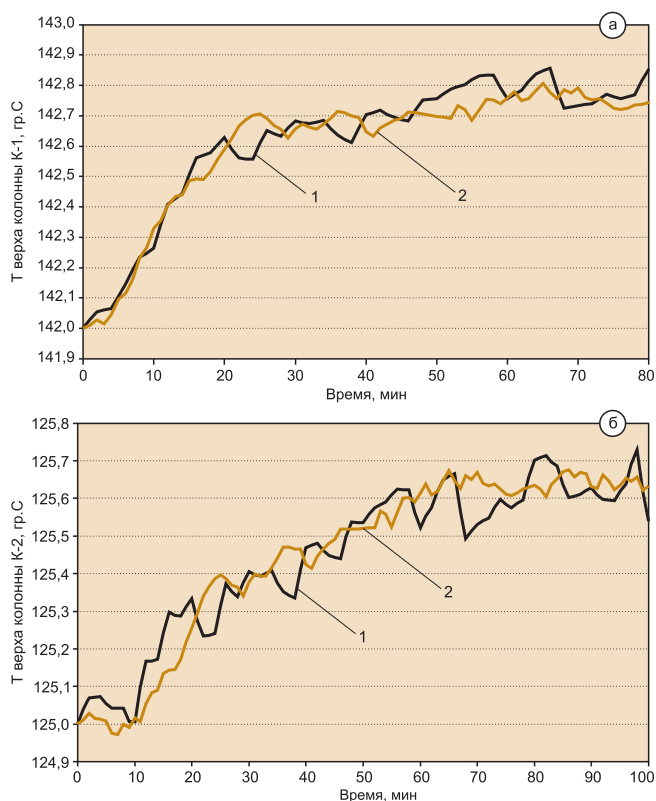


Рис. 6. Результаты сравнения переходных характеристик: а) по информационному каналу "расход нефти в К-1 – температура верха К-1"; б) по информационному каналу "температура на выходе печи П-1 – температура верха К-2"; 1 – кривая реализации ТП; 2 – кривая моделирования

не только для построения КТК, но и для технологического инжиниринга. Использование стандартного пакета моделирования ХТП также упрощает внесение изменений в модели с целью обеспечения их адекватности технологическому объекту. Причем данные изменения могут осуществляться силами пользователя (после прохождения необходимого обучения). Однако и стоимость таких продуктов достаточно высока, поэтому в условиях российских реалий имеет смысл создание математических моделей ТП на базе собственных разработок. Основой для такой разработки может служить предлагаемая в работе математическая модель, которая и в своем текущем виде может использоваться для изучения ТП атмосферного блока установки АВТ и приобретения навыков по качественному управлению ТП. Ниже приведены основные свойства разработанной математической модели, характеризующие возможность ее применения в качестве основы для КТК.

1. Реализована возможность ускорения моделирования по отношению к реальному времени.
2. Существует возможность сохранения и восстановления промежуточных состояний математической модели.
3. Реализованы основные контуры регулирования ТП атмосферного блока установки АВТ.
4. Реализован операторский интерфейс в SCADA iFIX с возможностью мониторинга и управления технологическими параметрами.

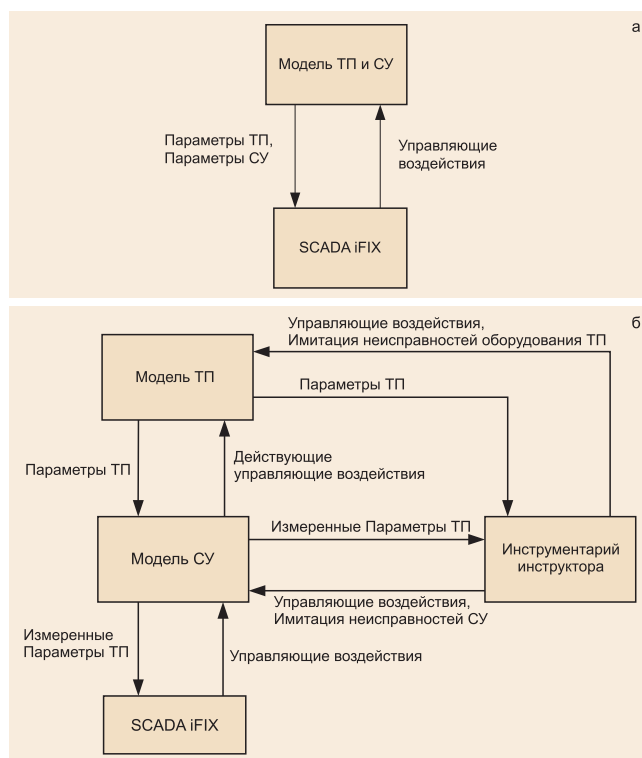


Рис. 7. Структурная схема математической модели атмосферного блока: а) текущая; б) модернизированная

5. Применен объектный принцип построения приложения с использованием отношений наследования и агрегации объектов, что обеспечивает расширенные возможности по совершенствованию функционала разработанных объектов с сохранением их интерфейсной части.

Вместе с тем имеются недостатки, ограничивающие использование разработанной математической модели в качестве полнофункционального КТК. Для возможности полноценного использования модели в качестве КТК или ее компонента в части моделирования ТП в разработанную математическую модель должны быть внесены существенные изменения, среди которых:

- 1) использование для создания, хранения и изменения конфигурации математической модели ТП таблиц реляционной БД, с организацией в дальнейшем визуального представления конфигурации моделей и возможности их изменения с помощью графических средств;
- 2) создание математической модели СУ, моделирующей все алгоритмы управления, сигнализации и блокировок, реализованные в действующей СУ технологического объекта;
- 3) целесообразна реализация модели СУ в виде отдельного программного компонента, обеспечивающего взаимодействие SCADA-системы с моделью ТП. Структурная схема текущей (на настоящее время) конфигурации разработанной математической модели и предлагаемых изменений приведена на рис. 7;

4) разработка операторского интерфейса модели, идентичного существующему на действующей СУ технологического объекта, с преимуществом по использованию в качестве среды разработки SCADA-системы действующей СУ технологического объекта и ее конфигурационных файлов;

5) для условий обучения персонала промышленной установки более целесообразным является применение протокола OPC для связи компонентов КТК с операторским интерфейсом SCADA-системы (OLE for Process Control), который позволяет реализовать распределенную сетевую конфигурацию с возможностью организации операторского интерфейса на нескольких рабочих местах;

6) сохранение промежуточных состояний ТП и СУ в формате файлов описания структурированных данных, желательно текстового вида, с возможностью их просмотра и редактирования сторонними средствами, например, в формате xml;

7) разработка программных средств инструктора с реализацией следующих функций:

- запуск, останов моделирования;
- изменение скорости моделирования по отношению к реальному времени;
- сохранение и восстановление состояния моделирования ТП и СУ;
- внесение внешних возмущений в ТП, моделирование неисправностей оборудования ТП и СУ, в частности, общих неисправностей (отсутствие сырья, от качки продуктов, подачи пара, электроэнергии, воздуха КИПиА, реагентов и др.) и индивидуальных неисправностей (неисправности датчиков различного вида, регулирующих клапанов, ручной арматуры, разгерметизация оборудования и др.);

8) для удовлетворения всем требованиям, предъявляемым к КТК в части моделирования ТП, необходимым учет в модели ТП следующих аспектов:

- моделирование гидравлических особенностей материальных потоков;
- создание моделей теплообменного оборудования;

Власов Станислав Сергеевич — ст. преподаватель, **Шумихин Александр Георгиевич** — д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой АТП ГОУ ВПО "Пермский национальный исследовательский политехнический университет", **Мустафин Александр Иванович** — начальник отдела АСУТП филиала ООО "ЛУКОЙЛ-Информ" в г. Пермь.

Контактный телефон (342) 220-49-44. E-mail: Stanislav.Vlasov@lukoil.com

• учет неравновесного состояния процессов на ступенях разделения ректификационного оборудования и сепараторов.

После модификации с учетом перечисленных изменений математическая модель атмосферного блока может полноценно использоваться в КТК для обучения оперативного технологического персонала установки АВТ качественному и безопасному управлению атмосферным блоком установки, отработки аварийных ситуаций и их ликвидации. Рассмотренные подходы могут быть применены при построении динамических математических моделей и других процессов нефтепереработки.

Выводы

В работе предложен метод квазидинамического моделирования режимов атмосферного блока установки первичной переработки нефти, основанный на посылке квазистационарности процессов межфазного теплообмена, а также на применении объектно-ориентированного подхода при программной реализации математической модели. Приведены разработанные классы объектов и описание их функциональности. Вычислительный эксперимент на модели показал возможность ее применения в компьютерном тренажерном комплексе оперативного технологического персонала установки АВТ; указаны направления организации компьютерного тренинга и модификации для этой разработанной модели.

Список литературы

1. Власов С.С., Шумихин А.Г. Разработка и исследование моделей и алгоритмов для системы нечеткого управления атмосферным блоком установки атмосферно-вакуумной перегонки нефти // Автоматизация в промышленности. 2010. №9.
2. Рид Р., Праусниц Дж., Шервуд Т. Свойства газов и жидкостей: Справочное пособие / Пер. с англ. Под ред. Б.И. Соколова. 3-е изд., перераб. и доп. — Л.: Химия, 1982. — Нью-Йорк. 1977.
3. Рабинович Г.Г., Рябых П.М., Хохряков П.А. и др. Расчеты основных процессов и аппаратов нефтепереработки. Справочник. Под ред. Е.Н. Судакова. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Химия. 1979.

Компания Schneider Electric официально открыла новый завод в России

Компания Schneider Electric — один из мировых лидеров в области управления электроэнергией — официально открыла завод "ЭлектроМоноблок" в г. Коммунаре Ленинградской области. На заводе выпускаются компактные распределительные устройства с элегазовой изоляцией серии RM6 для трансформаторных подстанций. Объем инвестиций в строительство завода "ЭлектроМоноблок" компании Schneider Electric с проектной мощностью 6000 устройств в год составил более 10 млрд. евро.

На заводе "ЭлектроМоноблок" применяются самые современные технологии: роботизированная сварка, автоматизированный процесс герметизации и заполнения элегазом. На каждом этапе осуществляется жесткий контроль качества по

стандартам Schneider Electric. В день открытия на заводе был запущен второй робото-технологический комплекс, который завершил технологическое оснащение завода.

Завод "ЭлектроМоноблок" в г. Коммунаре стал третьим собственным заводом компании Schneider Electric в России. Уже функционируют производственные площадки в г. Козьмодемьянске, где завод "Потенциал" производит электроустановочные изделия, и в Казани, где работает предприятие по выпуску распределительных устройств низкого и среднего напряжения. Также в конце 2010 г. компания Schneider Electric приобрела 50% акций ЗАО "ГК "Электроштит"-ТМ Самара", одного из лидеров российской электротехнической отрасли.

[Http://www.schneider-electric.ru](http://www.schneider-electric.ru)