

*Гаврилин А.П.
Магистр студент,
2 курс, факультет «Нефтегазовое дело»
Самарский Государственный Технический университет
Россия, г. Самара*

ВИРТУАЛЬНЫЙ АНАЛИЗАТОР КАЧЕСТВА НЕФТИ НА СИКН

***Аннотация:** В статье предложен метод построения виртуального анализатора плотности с системой автоматического регулирования расхода нефти на объекте СИКН. Результаты исследования приведены в виде разработанной модели в программном комплексе Matlab Simulink.*

***Ключевые слова:** виртуальный анализатор, мажоритарное голосование, плотность, объемный расход, регулирование.*

***Annotation:** The article proposes a method for constructing a virtual density analyzer with a system for automatic control of oil consumption at the SIKN facility. The research results are presented in the form of a developed model in the Matlab Simulink software package.*

***Key words:** virtual analyzer, majority vote, density, volumetric flow, regulation.*

Введение

Одной из важнейших задач нефтяных предприятий является управление качеством нефти. Для того, чтобы обеспечить требуемое качество, необходимо поддерживать основные технологические параметры нефти, такие как температура, давление, расход и т.д., значение которых поступают от датчиков, находящихся на технологическом объекте. «Задача управления поддержания требуемых параметров нефти осложняется высокой

чувствительностью к нарушению заданного режима, большим числом точек контроля и управления, наличием примесей в сырье, систематическими погрешностями в показаниях расходомеров, плотномеров, и других контрольно-измерительных средств, из-за отложения в трубопроводах твердых продуктов реакции».

Целью данной работы является рассмотрение применения в системах измерения количества и показателей качества нефти (СИКН) одного из современных методов определения качества нефти — виртуального анализа.

Основная часть

В работе исследуется процесс построения модели анализатора, который может виртуально оценить качество, а именно, вычисление одного из основных показателей нефти — плотности. Непрерывный контроль плотности важен для определения массы нефти потребителю.

Согласно рекомендациям, в качестве основной схемы измерения массы нефти применяют лабораторный метод динамических измерений с использованием преобразователей объемного расхода, поточных преобразователей плотности, преобразователей температуры и давления или прямой метод динамических измерений с использованием массомеров. Но при большом времени межконтрольного периода основные показатели качества нефти могут значительно меняться, что может привести к большим финансовым потерям.

В данной работе предлагается, используя данные с лабораторных анализов и контрольно-измерительных средств, вычислять расчетное значение плотности в реальном времени с помощью виртуального анализатора (ВА) плотности, качество измерения которого можно постоянно автоматически настраивать. Модель виртуального анализатора с САР объемного расхода, разработанная в программном продукте MATLAB Simulink представлена на рисунке 1.

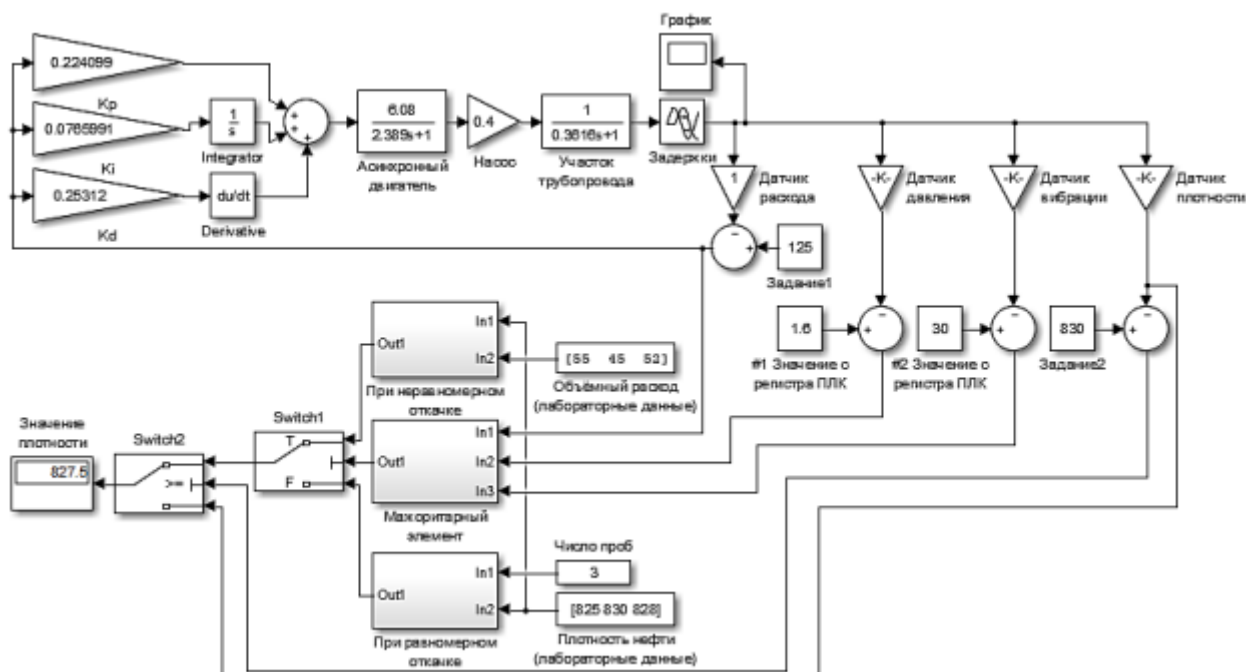


Рис. 1. Модель системы

В случае, при превышении заданной контроллером абсолютной допускаемой погрешности ($\pm 0,036\%$) преобразователя плотности (ПП), анализатор будет рассчитывать плотность нефти согласно алгоритму, указанному в нормативном документе:

1) При равномерном режиме перекачки (откачки) нефти в течение смены расчетное значение плотности нефти ($\rho_{\text{расч}}$, кг/м³) вычисляют по формуле (1):

$$\rho_{\text{расч}} = \frac{\sum_{i=1}^n \rho_i}{n}, \quad (1)$$

Где ρ_i — значение плотности i -й точечной пробы в течение смены, кг/м³; n — количество точечных проб нефти в течение смены.

2) При неравномерном режиме перекачки (откачки) нефти в течение смены расчетное значение плотности нефти ($\rho_{\text{расч}}$, кг/м³) вычисляют по формуле (2):

$$\rho_{\text{расч}} = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta V_i \cdot \rho_i}{\sum_{i=1}^n \Delta V_i}, \quad (2)$$

где ΔV_i — приращение объема перекачанной (откачанной) нефти за период между двумя последовательными отборами точечных проб, м³;

ρ_i — значение плотности i -й точечной пробы в течение смены, кг/м³.

Согласно нормативному документу, режим откачки в течение смены считают неравномерным, если объем откачки, измеряемое преобразователем объемного расхода, за два последовательных периода отличаются на 10 % и более. Этот период при автоматическом расчете можно уменьшать до любых разумных пределов. Для повышения достоверности и надежности значения плотности нефти, предлагается в контур управления добавить датчики давления и вибрации, которые будут использоваться аналогично датчику объемного расхода.

В то же время, так как операторы СИКН в лабораторных условиях выполняют расчеты с высокой точностью, значения данных из лабораторных анализов и датчиков в каждый момент времени в течение смены в каждый период анализа, могут быть введены с пульта АРМ в ВА для повышения его точности.

С использованием данных, поступаемых от технологических датчиков разной физической природы, можно построить алгоритм мажоритарного голосования. То есть, с помощью мажоритарного элемента (МЭ) выполнять функцию голосования для оценки технологических особенностей режима откачки.

МЭ называют логический элемент (переключатель), работающий по принципу большинства. Принцип большинства заключается в том, что если большинство входных сигналов равно 1 или 0, то и выходной сигнал будет соответственно равен 1 и 0. Всегда имеет нечетное количество входов.

Алгоритм МЭ для построения ВА представлен на рисунке 2, где в мажоритарной оценке участвуют технологические параметры расхода, давления и вибрации трубопровода откачки.

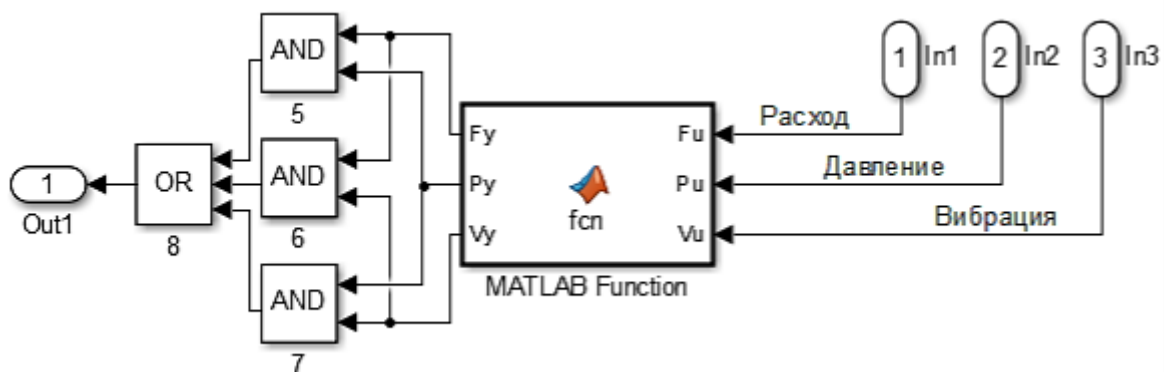


Рис. 2. Структура элемента мажоритарного голосования

МЭ состоит из логических элементов «И», «ИЛИ» и блока «MATLAB Function», который задает выражение в стиле языка программирования MATLAB. На вход блока «MATLAB Function» подается сигнал ошибки рассогласования $e(t)$, сформированной разницей между заданным и текущим значениями датчиков участвующих в голосовании. Каждый период времени данные с датчиков будут записываться в регистр программируемого контроллера. Если эти данные за два последних периода будут отличаться на 10 % и более, то система будет считать, что в технологическом режиме откачки есть существенные изменения. Блок «MATLAB Function», обрабатывает поступившие сигналы ошибки следующим образом:

- 1) Если подаваемый на вход значение сигнала будет $\geq \pm 10\%$, то блок на выходе выдает — 1;
- 2) Если подаваемый на вход значение сигнала будет $\leq \pm 10\%$, то блок на выходе выдает — 0.

Соответственно, по полученному на выходе МЭ булевому значению (0 или 1) система определяет режим откачки и согласно этому вычисляется плотность нефти.

Автоматическая стабилизация параметров подачи нефти (САР на основе ПИД регулятора) необходима для поддержания контролируемых параметров технологического процесса на СИКН в требуемом диапазоне.

Технологическим параметром, регулируемым разработанной системой автоматического регулирования, является расход нефти. На линии блока измерения качества в выполненных модельных экспериментах принята величина расхода нефти, равная 125м³/час. САР включает следующие элементы: ПИД-регулятор, асинхронный двигатель, насос, датчик расхода и участок трубопровода. При моделировании САР в пакете MATLAB Simulink, передаточная функция участка трубопровода приближенно описывалась апериодическим звеном первого порядка с чистым запаздыванием (3):

$$W_{oy}(s) = \frac{1}{0,3616s + 1} e^{-2,259s} \quad (3)$$

Передаточная функция асинхронного двигателя имела вид (4):

$$W_{AD}(s) = \frac{6,08}{2,389s + 1} \quad (4)$$

Передаточная функция насоса имела вид (5):

$$W_H(s) = 0,4 \quad (5)$$

Модель алгоритма автоматического регулирования расходом нефти в СИКН, которая спроектирована в среде Simulink, представлена на рисунке 3.

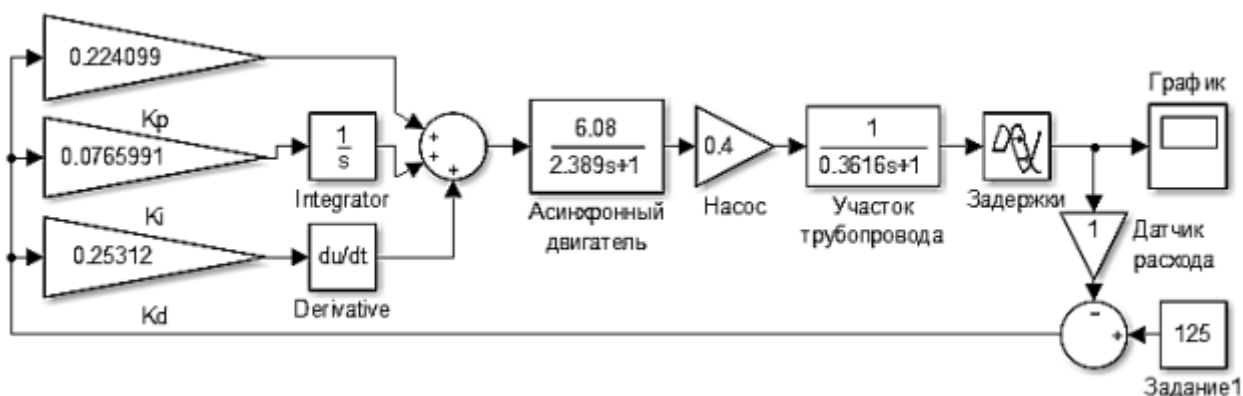


Рис. 3. Модель САР регулирования в Simulink

При настройке ПИД-регулятора был использован метод настройки Циглера-Никольса. В результате моделирования были получены графики переходного процесса, представленные на рисунке 4.

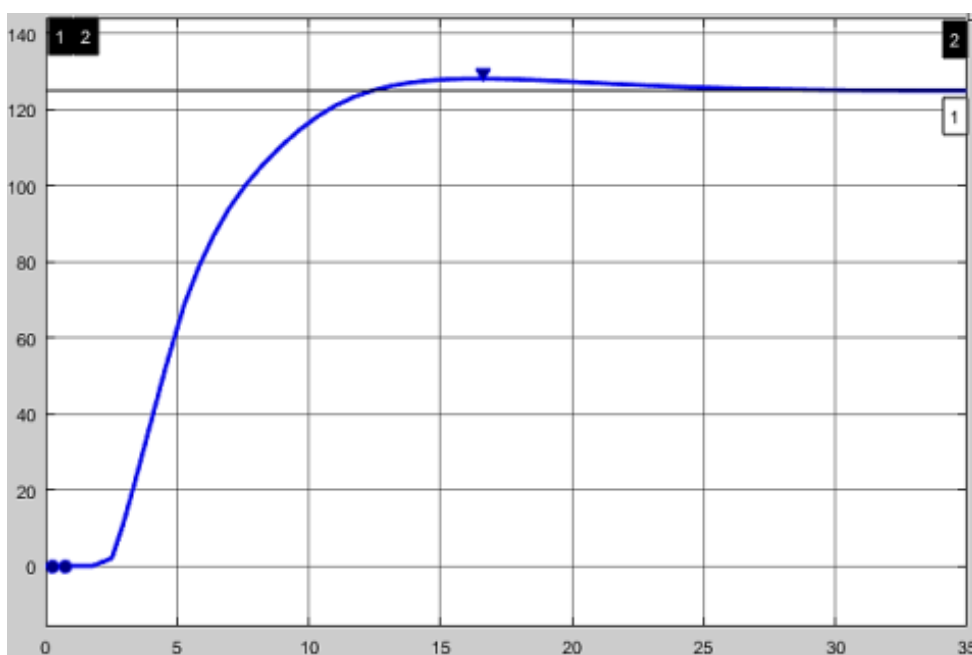


Рис. 4. Переходная характеристика

Прямые показатели качества переходного процесса: время переходного процесса и перерегулирование составляют 10,44 сек и 2,512 % соответственно, что было достаточно для обеспечения необходимой точности измерения плотности нефти с использованием ВА.

Заключение

В данной работе была разработана и исследована модель виртуального анализатора плотности нефти с системой автоматического регулирования расхода нефти на объекте СИКН. Предложенный виртуальный анализатор может рассчитывать значение плотности нефти при различных режимах прокачки нефти через СИКН. Следует отметить, что виртуальные анализаторы являются наиболее доступным средством мониторинга состояния технологического процесса на нефтяных предприятиях. Основными их преимуществами являются доступность в применении и использовании,

относительно низкие затраты на получение моделей и оперативность обновления данных.

Использованные источники:

1. Полоцкий, Л.М. Автоматизация химических производств / Л.М. Полоцкий, Г.И. Лапшенков. — М.: Химия, 1982. — 295 с.
2. ГОСТ 8.589–2007. Ведение учетных операций на пунктах приема-сдачи нефти в нефтепроводных системах. — Москва: Стандартинформ, 2009.
3. МИ 3532–2015 Рекомендация. Государственная система обеспечения измерений. Рекомендации по определению массы нефти при учетных операциях с применением систем измерений количества и показателей качества нефти. — Казань: ФГУП «ВНИИР», 2015.