

по осям $OX, OY, OZ, J_x\ddot{\varphi}_1, J_y\ddot{\varphi}_2, J_z\ddot{\varphi}_3$ – моменты силы в обобщенных координатах.

В системе уравнений, описанной выше, силы $F_i, i = \overline{1,6}$ – это управляющие силы, которые могут быть заданы как функции от времени, обобщенных координат $X_E, Y_E, Z_E, \varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$ или функции длин своих стержней, так и при заданных законах изменения величин $X_E, Y_E, Z_E, \varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$ могут быть найдены управляющие силы.

Согласно источнику [1] были получены коэффициенты для матрицы направляющих косинусов S :

$$b_{i,j,1}(\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3), b_{i,j,2}(\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3), b_{i,j,3}(\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3), i = \overline{1,6}, j = \overline{1,3}.$$

Заключение

Полученные математические модели гексапода могут быть использованы для построения алгоритмов управления приводами манипулятора. Используемая система уравнений динамических параметров линейная и подходит для решения прямой и обратной задачи динамики.

Прикладные реализации кинематической и динамической моделей могут быть различны. Это зависит от техники программирования, выбора технических средств, оптимизации кода и конкретной прикладной задачи [4]. Данный вопрос

заслуживает отдельной статьи и серьезного анализа.

В разрабатываемом программном продукте используются эти математические модели. Результаты работы алгоритма вычисления L-координат (расчет кинематики) были проверены с использованием программных продуктов САТИА v5 и Matlab Simulink [2]. Алгоритм вычисления динамических параметров манипулятора находится на этапе разработки.

Литература

1. Карпенко А.П., Каганов Ю.Т. Математическое моделирование кинематики и динамики робота-манипулятора типа «хобот». 2. Математические модели секции манипулятора, как механизма параллельной кинематики типа «гексапод» // Электронный ресурс. 2009;
2. Шпякин И.К. Вычислитель L-координат механизмов с параллельной кинематикой: выпускная квалификационная работа – Томск, 2012; URL: <http://technomag.edu.ru/doc/133731.html>.
3. Челноков Ю.Н. Кватернионные и бикватернионные модели и методы механики твердого тела и их приложения. Геометрия и кинематика движения. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 512 с;
4. Манипуляционные системы роботов / А.И. Корендяев, Б.Л. Саламандра, Л.И. Тывес и др. – М.: Машиностроение, 1989. – 472 с.

ПРИМЕНЕНИЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ДАВЛЕНИЯ В НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ

Шустова О.О., Разумова Е.И., Шатров А.Г.
Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр-т Ленина, 30
E-mail: olga_shustova92@mail.ru

Введение

Как известно, Россия входит в ведущую тройку стран по добыче нефти (по итогам 2011 года) [1]. На территории России расположены магистральные нефтепроводы протяженностью более 50 тыс. км. На таких расстояниях является необходимой автоматизация технологических процессов и производств. Это позволяет дистанционно управлять происходящими процессами и вести их контроль, немедленно реагировать на возникающие чрезвычайные ситуации. Важными элементами автоматизированных систем управления являются датчики и преобразователи давления.

Датчики и преобразователи давления

На различных узлах нефтеперекачивающих станций (НПС) установлены датчики абсолютного и избыточного давления, датчики уровня. Они используются для подачи сигнала на средний уровень микропроцессорной системы автоматики (на программируемые логические контроллеры ЭЛСИ-Т (ПЛК)). ПЛК, в свою очередь, подают сигнал на верхний уровень микропроцессорной си-

стемы автоматики (на автоматизированные рабочие места (АРМ)), где диспетчер получает информацию и принимает решение о дальнейшей работе станции [2].

Датчики давления используются, например, в маслосистеме НПС (рис. 1), отвечающей за смазку подшипников магистральных насосов и электродвигателей, для контроля значения давления, под которым масло перекачивается маслосистемами из маслосаков [3].

Для контроля степени нагрева подшипников установлены термопреобразователи сопротивления платиновые ТСП Метран-206 (100П), приведенная погрешность которых составляет $\pm 0,05\%$.

В качестве датчиков давления и уровня часто используются дискретные датчики, которые позволяют отследить, достиг ли данный параметр конкретного значения или нет. Но порой этого недостаточно: если нужно сопоставление двух или более параметров, необходимо дополнительно проводить непрерывные измерения.

Именно в таких случаях возникает необходимость использовать преобразователи давления измерительные Yokogawa EJX.

Рассмотрим принцип работы маслосистемы для более полного понимания назначения преобразователей давления (рис. 1) [3].

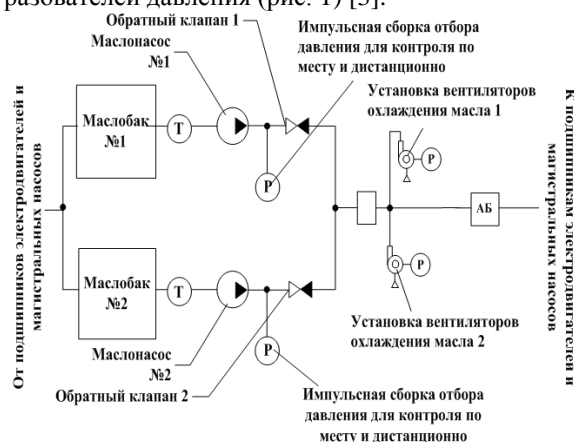


Рис. 1. Устройство маслосистемы НПС: АБ – аккумулялирующий бак, Р – датчики давления, Т – датчики температуры

1. С помощью маслонасосов 1 и 2 масло из маслобаков 1 и 2 перекачивается в аккумулялирующий бак (АБ) (располагающийся на высоте 5-6 метров от уровня пола электрозала и насосного зала). Датчики температуры измеряют температуру в маслопроводе. Обратные клапаны 1 и 2 (рис. 1) предотвращают перетекание масла из одного маслобака в другой во время работы маслонасосов. Преобразователи давления Yokogawa серии EJX преобразуют измеренное значение давления в унифицированный электрический сигнал и передают его на средний уровень микропроцессорной системы автоматики (МПСА), а далее на верхний уровень МПСА.

2. Масло из АБ самотеком (за счет расположения АБ) поступает на смазку подшипников электродвигателей и магистральных насосов через установку вентиляторов охлаждения масла (УВОМ) (рис. 1). УВОМ устанавливаются в маслопровод в том случае, если есть вероятность недостаточного охлаждения масла (допустимый температурный диапазон для масла от +25°C до +35°C, если температура масла превышает +35°C, УВОМ охлаждает до +25°C).

3. После смазки подшипников масло снова поступает в маслобаки 1 и 2 (за счет того, что маслосистема располагается ниже уровня пола электрозала и насосного зала), процесс идет непрерывно.

Почему именно Yokogawa EJX?

1. Рассмотрим назначение преобразователей давления измерительных серии EJX [4].

Преобразователи давления измерительные EJX предназначены для непрерывного преобразования значения измеряемого параметра: избыточного и

абсолютного давления, разности давлений в унифицированный электрический выходной сигнал постоянного тока и/или цифровой сигнал для передачи по протоколам HART, UART, BRAIN, Foundation Fieldbus, Profibus.

2. Необходимо понять принцип работы преобразователей серии EJX.

В основе работы преобразователей серии EJX лежит резонансно-частотный принцип, который состоит в следующем: кремниевый резонатор (рис. 2) располагается на механической измерительной мембране, упругие деформации которой приводят к изменению его параметров и, соответственно, к изменению генерируемой частоты.

Это значение измеряется микропроцессорным контроллером (МПК), обеспечивающим выдачу результатов измерений в виде унифицированного токового сигнала на выход датчика.

Приведенная погрешность серийных датчиков составляет 0,075 %, а изготовленных по спецзаказу – 0,04 %.

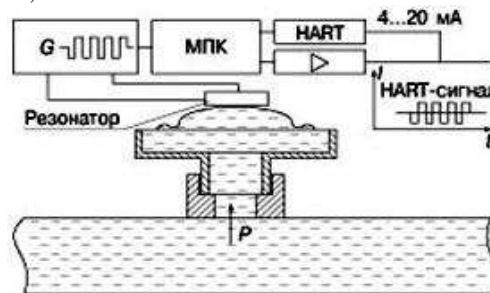


Рис. 2. Преобразователь давления на кремниевом резонаторе

Преобразователи давления измерительные Yokogawa EJX являются первичными интеллектуальными преобразователями, т.к. применяются на нижнем уровне микропроцессорной системы автоматики и имеют в своем составе микропроцессор. По сравнению с аналогичными преобразователями, не имеющими в своем составе микропроцессора, преобразователи Yokogawa EJX позволяют получать точные данные с узлов нефтеперекачивающих станций за счет применения числовых выражений для компенсации нелинейности чувствительного элемента или температурной зависимости.

Также интеллектуальные датчики являются более универсальными по сравнению с аналогами, не имеющими в своем составе микропроцессор, поскольку позволяют производить перенастройку на другой диапазон измерений, осуществлять функции внутренней самодиагностики, работают со многими типами чувствительных элементов, имеют возможность составлять одно или несколько измерений в одно новое измерение.

Для того чтобы дополнительные функции стали работоспособными, интеллектуальным преобразователям необходим пульт для настройки и управления преобразователем (рис. 3).



Рис. 3. Вид пульта настройки и управления

Существует возможность разнесения преобразователя и пульта управления для него на большое расстояние ввиду наличия хорошо настроенной последовательной связи. Эта связь возникает по двум проводам, используемым для соединения интеллектуального датчика с системой управления.

Преимуществом первичных интеллектуальных преобразователей с HART-протоколом является то, что они позволяют аналоговым и цифровым

сигналам существовать в одной паре проводов без ухудшения качества сигналов.

Это преимущество позволяет использовать интеллектуальные датчики Yokogawa EJX на нефтеперекачивающих станциях при необходимости получения цифровых и аналоговых сигналов одновременно.

Литература

1. Кредитные рейтинги и исследования | РИА рейтинг [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://riarating.ru/countries_rankings/20120216/567084925.html, свободный.

2. Портал о промышленной автоматизации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.moxa.ru/tapeItem/show/16979/16997/1375/>, свободный.

3. Нормативная документация ОАО «АК «Транснефть».

4. Измерительные преобразователи давления EJX [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://td-str.ru/file.aspx?id=2375>, свободный.

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО СБРОСА ВОДЫ НА ОБЪЕКТАХ ДОБЫЧИ НЕФТИ

Смовж В.А., Соловьев П.А.

Научный руководитель: Семенов Н.М.
Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр-т Ленина, 30
E-mail: vasmovzh@gmail.com

Введение

Как известно, нефть извлекается из пласта в виде водогазонефтяной смеси (флюида). И для дальнейшего ее транспортирования и реализации потребителю должен быть совершен процесс по подготовке продукции скважины – очистка ее от газа, обезвоживание, очистка от механических примесей, а иногда и обессоливание при подготовке нефти.

Стоимость данных операций достаточно высока. Именно поэтому актуальность совершенствования технологии процесса подготовки нефти сохраняется и сегодня.

Многие месторождения нефти в настоящее время вступили в позднюю стадию разработки, что означает высокую обводненность добываемой продукции, в связи с чем затраты на ее подготовку возрастают [1]. Кроме того, отделенную воду необходимо снова закачать в пласт с целью поддержания в нем пластового давления. Кроме экономических проблем возникают требования и к эффективности всего процесса промышленной подготовки нефти.

Данная работа посвящена модернизации технологии предварительного сброса воды как одного из важнейших этапов подготовки нефти с целью повышения как экономических, так и качественных показателей на примере Алехинского

месторождения нефти НГДУ «Нижнесортнымскнефть» ОАО «Сургутнефтегаз».

Технологическая схема УПСВ

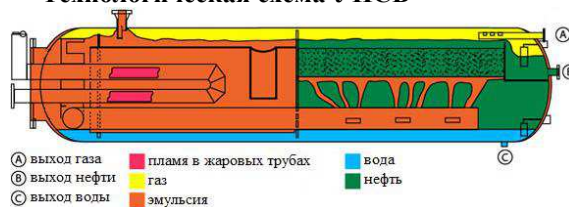


Рис. 1. Принципиальная схема трехфазного сепаратора «Хитер-Тритер»

Установка предварительного сброса воды (УПСВ) на центральном пункте сбора (ЦПС) Алехинского месторождения ЦППН НГДУ «Нижнесортнымскнефть» ОАО «Сургутнефтегаз» работает в составе установки подготовки нефти №3 (УПН-3) производительностью 3,0 млн. т. товарной нефти в год. Проектная пропускная способность составляет 9 тыс. $\text{м}^3/\text{сут}$. В составе УПСВ для подогрева поступающей продукции скважин, отделения от воды и ее сброса используется 2 трехфазных сепаратора «Хитер-Тритер» фирмы «Сивалс» (США) (рис. 1).

Обводненная нефть через узел гребенки цеха добычи нефти и газа №1 (ЦДНГ-1) по нефтесборному коллектору через задвижку поступает в