



КОНЦЕПЦИЯ ПОСТРОЕНИЯ КОМПЛЕКСНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ НЕФТЯНЫМ ПРОМЫСЛОМ

В.В. Богданов, А.И. Куликов,
С.Н. Синько, В.Ф. Шварцкопф (ЗАО "ТоксСофт")

Рассмотрена проблема построения комплексной системы управления нефтяным промыслом. Предлагается, во-первых, перейти от телемеханики к полностью автоматизированным и безлюдным объектам нефтепромысла, во-вторых, объединить системы автоматики объектов с помощью технологической сети реального времени на базе RadioEthernet, в-третьих, организовать автоматическое взаимодействие объектов между собой. Новым в представленной концепции является также то, что она опирается на прогрессивную технологию дискретных закачек для поддержания пластового давления.

Введение

Системы автоматизации нефтяных промыслов в настоящее время представляют собой "лоскутное одеяло" локальных систем автоматики объектов промысла – кустов скважин, кустовых, дожимных насосных станций и т.п. Локальные системы решают локальные задачи управления объектами, не учитывая общих задач ТП промысла. Единственным управляющим звеном в такой системе является человек, который контролирует промысел и управляет им при помощи системы кустовой телемеханики.

Но в ТП добычи нефти есть задачи, которые не решаются силами одного локального объекта, а требуют согласованного взаимодействия нескольких объектов. Одной из них является задача поддержания пластового давления (ППД), которая при соответствующем подходе к управлению даст значительную экономию в структуре затрат на каждую тонну добытой нефти. Другой важнейшей задачей является автоматический контроль баланса продуктов, циркулирующих в системе (нефть, вода). Ее также невозможно решить без построения единой информационно-управляющей системы нефтяного промысла.

Сложившаяся практика разобщенных локальных систем управления объектов нефтедобычи исторически обусловлена уровнем развития техники и технологии. Создание единой системы управления невозможно без организации надежного скоростного канала связи между отдельными частями системы. Объекты нефтяного промысла разбросаны на большой территории с расстояниями в несколько десятков километров в суровых климатических условиях высоких широт. Единственным способом взаимодействия здесь может выступать радиосвязь с использованием радиомодемов, которые имеют низкую пропускную способность, и это не позволяет строить масштабные связанные системы. Исполнительные механизмы (прежде всего запорно-регулирующая арматура) имеют ручной привод, поскольку внедрение управляемого привода кажется нецелесообразным в тяжелых климатических условиях, так как влечет за собой дополнительные эксплуатационные расходы. В таких условиях система уп-

равления с помощью телемеханики с минимальным числом контуров автоматического управления на месте представляется оптимальным вариантом.

С другой стороны, в последнее время в технике промышленной автоматики произошли существенные изменения:

- системы беспроводной передачи данных совершили революционный скачок, обеспечивая высокие скорости передач данных, сравнимые со скоростями локальных вычислительных сетей;
- появились недорогие и мощные промышленные контроллеры с открытой и расширяемой архитектурой, способные работать в диапазоне температур -40...85 °С;
- появились программные инструменты для построения единых информационных пространств и информационно-управляющих систем масштабных распределенных технологических объектов, ярким примером которых является нефтяной промысел.

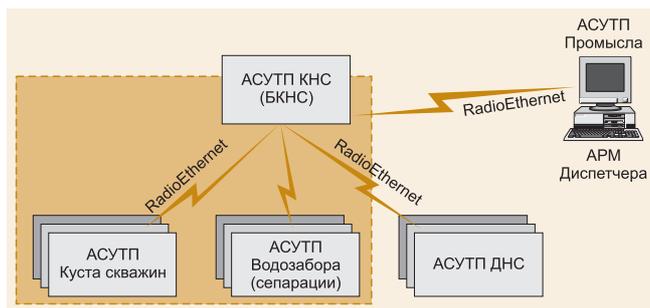
Таким образом, можно говорить о том, что задача построения единой системы управления нефтяного промысла становится решаемой. При проведении исследований в этой области специалисты компании ТоксСофт разработали концепцию создания комплексной системы управления нефтяным промыслом, включающую три уровня:

- локальной автоматики объектов нефтепромысла, позволяющей управлять объектами в автоматическом режиме без участия человека;
- системы поддержания пластового давления, которая в автоматическом режиме организует совместную работу части объектов нефтепромысла;
- системы управления нефтепромысла, с помощью которой оператор управляет режимами работы первых двух уровней.

Кратко рассмотрим основные положения предложенной концепции.

Назначение АСУТП промысла

АСУТП нефтяного промысла предназначена для комплексного управления объектами нефтедобычи и решения следующих задач:



1. автоматического отбора нефти из добывающих скважин в соответствии с производственным заданием, автоматического контроля количества добытой нефти по каждой скважине и сигнализации в случае, если количество нефти, поступающее из скважины, не соответствует запланированному;

2. автоматической подачи воды в пласт для поддержания пластового давления по технологии дискретных закачек (ТДЗ) [1,2] в соответствии с производственным заданием. По технологии ТДЗ вода подается раздельно в группы нагнетательных скважин при разных значениях давления, что позволяет существенно сократить непроизводительные энергетические затраты в системе ППД. Автоматический контроль количества закачанной воды по каждой скважине и сигнализация в случае, если количество воды, отданное в скважину, не соответствует запланированному;

3. автоматического забора воды для обеспечения системы ППД (подтоварная, артезианская и вода из открытых водоемов) в соответствии с производственным заданием, автоматический контроль количества взятой воды и сигнализация в случае, если количество воды не соответствует запланированному;

4. непрерывного контроля балансов нефти и воды, циркулирующих в системе, для оперативного определения разрывов трубопроводов или других потерь; автоматической сигнализации в случае обнаружения потерь;

5. формирования производственных заданий по добыче нефти и подаче воды в пласт на основании информации о количестве добытой нефти и поданной воды по каждой скважине;

6. контроля технологических параметров и автоматического управления объектами нефтяного промысла: кусты скважин, кустовая насосная станция (КНС), блочная КНС (<RUC), дожимная насосная станция (ДНС) и т.п.

Границы управляемой области АСУТП нефтяного промысла простираются от скважин (добывающих, нагнетательных, артезианских, контрольных) и водозаборов до входной трубы склада товарной нефти.

Состав АСУТП промысла

В структуре АСУТП нефтяного промысла можно выделить три архитектурных уровня (рисунок).

1. *Уровень локальных систем управления.* Каждый объект нефтедобычи оснащен локальной системой ав-

томатики, которая выполняет функции автоматического управления ТП на уровне объекта. Кроме этого, каждая локальная система автоматизации связана с верхним уровнем системы через технологическую сеть RadioEthernet, благодаря чему имеет возможность в РВ отдавать наверх технологическую информацию и принимать сверху команды управления, являясь, таким образом, частью общей системы. Различают следующие виды локальных систем автоматизации объектов:

1.1. *АСУТП куста скважин* обеспечивает автоматический отбор нефти из добывающих скважин и автоматическое измерение количества добываемой нефти по каждой скважине, а также автоматически управляет запорной арматурой на гребенке, раздающей воду в нагнетательные скважины, по командам от системы управления ППД, поступающим через технологическую сеть. Контролирует и передает в технологическую сеть все технологические параметры куста;

1.2. *АСУТП сепарации* обеспечивает автоматическое управление процессом отделения газа и подтоварной воды, контролирует газовый факел и управляет процессом утилизации газа, контролирует и передает в технологическую сеть технологические параметры процесса сепарации;

1.3. *АСУТП водозабора* обеспечивает автоматическое управление процессом отбора воды из открытых водоемов, артезианских скважин и резервуаров подтоварной воды и процессом очистки воды. По командам от системы управления ППД, поступающим через технологическую сеть, коммутирует систему трубопроводов транспорта воды от мест забора до КНС. Контролирует и передает в технологическую сеть технологические параметры процесса водозабора;

1.4. *АСУТП КНС или БКНС* обеспечивает автоматическое управление технологическими агрегатами КНС, контролирует технологические параметры и обеспечивает технологические защиты. По командам от системы управления ППД устанавливает уставки частотным преобразователям АВД, формируя, таким образом, текущие режимы работы агрегатов высокого давления (АВД). Контролирует и передает в технологическую сеть технологические параметры КНС. Уровень автоматизации, предлагаемый системой управления КНС, позволяет осуществить ее эксплуатацию без непосредственного присутствия человека;

1.5. *АСУТП ДНС* обеспечивает автоматическое управление процессом транспортировки товарной нефти на участке действия ДНС, контролирует и передает в технологическую сеть параметры процесса транспорта нефти.

2. *Уровень АСУТП поддержания пластового давления (ППД).* Исходной информацией для АСУТП ППД является суточное производственное задание по объемам подаваемой воды, включающее информацию о количестве воды, подаваемом в каждую скважину, и его давлении, а также расписание подключения и отключения нагнетательных скважин. В соответствии с производственным заданием система управления

ППД коммутирует транспортные потоки воды от дозаборов до КНС и от КНС до кустов скважин; управляет запорной арматурой на гребенках, подключая конкретные скважины. Также система управления ППД управляет производительностью АД в соответствии с текущими потребностями системы ППД.

3. Система управления нефтяным промыслом обеспечивает общее управление процессом добычи нефти и доставки ее на товарный склад. На этом уровне, в отличие от первых двух, в составе системы управления появляется человек. Он изучает информацию о балансах нефти и воды, формирует производственные задания для систем добычи нефти и ППД и осуществляет оперативное управление объектами промысла.

Заключение

Представленная концепция требует адекватных изменений в технологическом оборудовании. Для эффективного функционирования системы управления объекты нефтяного промысла должны быть оснащены следующими техническими устройствами:

Богданов Виталий Витальевич — директор по работе с корпоративными клиентами,
Куликов Андрей Иванович — директор по развитию,
Синько Сергей Николаевич — начальник технического отдела,
Шварцкопф Владимир Филиппович — начальник отдела ИУС ЗАО "ТоксСофт".
 Контактный телефон (495) 540-97-04. [Http://www.toxsoft.ru](http://www.toxsoft.ru)

Универсальный модуль безопасности G9SX от компании Omron

Современный модуль безопасности G9SX производства Omron предоставляет возможность гибкого проектирования систем обеспечения безопасности с частичным или полным охватом производственного оборудования. Это альтернативное решение позволяет отказаться от реализации систем безопасности на базе неперестраиваемых схем с жесткой логикой и представляет собой надежную, практически не нуждающуюся в техническом обслуживании платформу для создания гибких систем обеспечения безопасности с обширными возможностями.

Используя микропроцессорную технологию, модуль G9SX обеспечивает понятное и логичное объединение отдельных узлов безопасности в единую систему, что позволяет отключать любой отдельный сегмент системы согласно логике алгоритма защиты. Таким образом, вместо полного отключения всей системы в целом, отсекаются только затронутые неисправностью технологические участки, что сокращает время простоя и соответствующие производственные потери.

Микропроцессорная схема модуля G9SX управляет особым динамическим "несущим сигналом безопасности", который отвечает за логическую связь между универсальными модулями безопасности и защищаемым оборудованием. Этот "несущий сигнал безопасности" образует простую и понятную схему параллельных соединений по правилу логического И, благодаря чему выбор частичного или полного отключения производится без сложного комбинирования традиционных релейных выходов. Он также обеспечивает непрерывный контроль системы для поддержания высочайшей степени безопасности при любых условиях. Даже очень сложное оборудование может быть разбито на отдельные сегменты, отключаемые выборочно при локализации неисправностей или техническом обслуживании. В серию G9SX входит базовый модуль (G9SX-BC), две модели усовершенствованных модулей (G9SX-AD и G9SX-ADA) и модуль расширения (G9SX-EX).

• Базовый модуль (шириной всего 22,5 мм) содержит два транзисторных выхода безопасности (мгновенного действия), два выхода логического И, два вспомогательных выхода контроля и шесть светодиодных индикаторов. Он может выпол-

1. высокоскоростной технологической сетью на базе RadioEthernet;
2. управляемой запорной арматурой на трубопроводах и особенно на гребенках ППД;
3. частотными преобразователями на насосах и АД;
4. датчиками давления и расхода на нагнетательных скважинах и транспортных трубопроводах.

Оснащение объектов нефтяного промысла устройствами, перечисленными выше, приведет к увеличению эксплуатационных расходов, однако эффект от внедрения единой комплексной системы управления нефтяным промыслом с лихвой окупит связанные с ней издержки.

Список литературы

1. Горбатилов В.А., Зубов М.В., Кислицын А.А. Системы поддержания пластового давления в новых условиях // Нефтяное хозяйство. 2006. № 1
2. Горбатилов В.А., Костюченко С.В., Пальянов А.П. Технология дискретных закачек — основа для модернизации систем ППД и совершенствования методов заводнения нефтяных залежей // Вестник инженерингового центра ЮКОС. 2001. № 2

нять функцию аварийного останова для полного отключения всего оборудования.

• Усовершенствованные модули могут подключаться к базовому модулю или к другим усовершенствованным модулям для отключения отдельных сегментов оборудования без прерывания всего процесса целиком. В каждом усовершенствованном модуле предусмотрено пять транзисторных выходов безопасности (два из которых могут работать с задержкой выключения), два выхода логического И, два вспомогательных выхода контроля и восемь светодиодных индикаторов. С ростом требований к безопасности к одному выходу логического И может быть подключено параллельно до четырех усовершенствованных модулей.

• В каждом модуле расширения имеется четыре релейных выхода, причем, к одному усовершенствованному модулю может быть подключено до пяти модулей расширения для получения до 25 выходов.

Светодиодные индикаторы модуля G9SX предоставляют диагностическую информацию о состоянии всей системы в целом, включая электропитание, входы/выходы безопасности, вход сигнала обратной связи, наличие ошибок и подключение по правилу логического И.

В отличие от обычных реле выходы безопасности модулей G9SX-BC и G9SX-AD являются транзисторными и не имеют механических частей, подверженных износу. Такая конструкция очень практична при частом переключении контактов. Модули G9SX выпускаются с двумя видами клемм: с безвинтовыми клеммами с пружинным зажимом или с винтовыми клеммами. Эти клеммы обеспечивают удобное подключение проводов и их быстрое отсоединение, что ускоряет и упрощает техническое обслуживание системы.

Современное оборудование требует современных решений, и таким современным решением являются модули G9SX — благодаря заложенным в них принципам проектирования, позволяющим создавать высокоэффективные системы с непревзойденной гибкостью, а также таким своим несомненным преимуществом, как высокая эксплуатационная надежность и работоспособность.

[Http://www.omron-industrial.ru](http://www.omron-industrial.ru)