

АСУ, ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ В ЭНЕРГЕТИКЕ

УДК 621.3

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ПОСТРОЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ ПОДГОТОВКИ И ТРАНСПОРТИРОВКИ НЕФТИ

У.М. МВАКУ, В.Ю. КОРНИЛОВ

Казанский государственный энергетический университет, г. Казань

В данной статье предложена методика построения современной автоматизированной системы управления технологическими процессами (АСУ ТП) установки подготовки нефти (УПН), обеспечивающей: контроль и управление технологическим процессом; повышение надежности и безопасной эксплуатации оборудования; комфортность работы персонала; повышение достоверности и оперативности сбора информации; снижение трудоемкости работ по сбору, обработке и передаче информации. Это достигается за счет использования современных технических и программных средств управления, а также применения более точных и надежных датчиков и исполнительных механизмов.

Ключевые слова: нефть, подготовка и транспортировка, автоматизация производства, технологический комплекс, автоматизированная система управления, промышленные установки.

Выпуск разнообразной продукции нефтепереработки зависит во многом от качества сырья – нефти. Но немалую роль в качестве получаемых продуктов играет как выбор технологических процессов переработки, так и качество проведения каждого процесса [1].

Одним из основных путей повышения эффективности нефтеперерабатывающего производства является создание автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП) на базе современных средств автоматизации и вычислительной техники. Управление технологическими процессами с использованием автоматических устройств включает в себя решение следующих основных задач: контроль параметров процессов (температуры и давления в аппаратах, состава и качества жидкостей и газов и т.д.); регулирование параметров (поддержание их в заданных значениях); сигнализация (оповещение, предупреждение) об отклонениях значений параметров за допустимые пределы; блокировка (запрещение) неправильного включения оборудования; защита оборудования в аварийных ситуациях (выключение, перевод на безопасный режим) [3].

Основной целью данной статьи является разработка методики для построения автоматизированной системы управления технологическими процессами (АСУ ТП) установки подготовки нефти (УПН) с наибольшей эффективностью [2].

© У.М. Мваку, В.Ю. Корнилов

Проблемы энергетики, 2012, № 7-8

Преимущества предлагаемого решения

Современные технические решения, использованные в конструкции установок, позволяют значительно сократить размеры аппаратов и их металлоемкость, совместить в одном модуле несколько технологических процессов и повысить качество подготовки нефти. Установки оснащены современной АСУ ТП, обеспечивающей: контроль и управление технологическим процессом; повышение надежности и безопасной эксплуатации оборудования; комфортность работы персонала; повышение достоверности и оперативности сбора информации; снижение трудоемкости работ по сбору, обработке и передаче информации. Это достигается за счет использования современных технических и программных средств управления, а также применения более точных и надежных датчиков и исполнительных механизмов [3].

Описание технологического процесса установки подготовки нефти

В добываемой нефти, в зависимости от близости контурной или подошвенной воды к забою скважины, содержание пластовой воды изменяется от нескольких до десятков процентов.

Содержание в нефти воды и водных растворов минеральных солей приводит к увеличению расходов на ее транспорт, вызывает образование стойких нефтяных эмульсий и создает затруднения при переработке нефти на нефтеперерабатывающих заводах. Согласно действующим ГОСТам, в товарной нефти содержание воды должно быть не более 1%, хлористых солей – не более 40 мг/л. Поэтому добываемая нефть подвергается на нефтяном промысле обработке, заключающейся в обезвоживании и обессоливании. Такая обработка называется подготовкой нефти.

Из методов деэмульсации на промыслах наиболее распространены термохимические. Более 80% всей добываемой нефти обрабатывается на термохимических установках. Блочное оборудование таких установок, выпускаемое заводами, поставляется на промыслы полностью автоматизированным и в отлаженном состоянии монтируется на месте в течение 15-20 дней [1].

Обводненная нефть в виде эмульсии с частично растворенным в ней газом после I ступени сепарации, расположенной на ДНС, поступает в сборные коллекторы, а затем в общий коллектор, из которого направляется в коллектор – гаситель пульсаций. Перед этим коллектором по трубопроводу вводят дренажную горячую воду, содержащую поверхностно-активные вещества (ПАВ), способствующие разрушению эмульсии. Затем эмульсия поступает в каплеобразователь и далее – в сепараторы второй ступени, а выделившийся газ направляется в сборный газопровод, по которому транспортируется на газоперекачивающий завод (ГПЗ).

Далее газ проходит через турбосепаратор, где очищается от капельной взвеси. Вода по водоводу автоматически сбрасывается в резервуар-отстойник с гидрофильным фильтром. Обводненную нефть из сепараторов направляют в теплообменники, в которых происходит предварительный нагрев нефтеводяной смеси горячей водой, прошедшей блок нагрева в теплоизолированных сепараторах, предназначенных для отделения газовой фазы, образующейся в блоке нагрева, и интенсификации отделения воды от нефти в отстойниках. Вода из отстойников автоматически сбрасывается в резервуар-отстойник, а нефть направляется в смеситель. В отстойниках практически получают обезвоженную нефть, содержащую воды не более 1%. На этой стадии процесс обезвоживания заканчивается [2].

При отделении минерализованной пластовой воды нефть одновременно частично обессоливается. Однако в обезвоженной до 1 % нефти содержится порядка 2000-3000 мг/л солей, что недопустимо, так как может привести к коррозии трубопроводов и оборудования нефтеперерабатывающих заводов (НПЗ). Для более

© Проблемы энергетики, 2012, № 7-8

глубокого обессоливания в поступившую в смеситель обезвоженную нефть по линии подается горячая пресная вода (от 2 до 5% к общему объему нефти). Для предотвращения образования эмульсии по линии подается ПАВ. Пресная вода с ПАВ и обезвоженная нефть интенсивно перемешиваются и поступают в каплеобразователь для предварительного выделения воды. Затем для окончательного разделения смесь направляют в герметизированные теплоизолированные отстойники обессоливания. Основное назначение смесителя и каплеобразователя – создать условия, способствующие «захвату» каплями пресной воды соленых капель пластовой воды, оставшихся в нефти после ее обезвоживания.

Из отстойников обессоливания кондиционная нефть под собственным давлением через регулируемый штуцер направляется в концевые сепараторы, в которых насосом-компрессором поддерживается вакуум. Из концевых сепараторов кондиционная нефть самотеком поступает в буферные емкости (резервуары) и далее насосом перекачивается через автоматизированную установку учета товарной нефти. Если содержание воды и соли в нефти превышает допустимую норму, на установке учета будет автоматически перекрыт один кран и открыт другой. При этом некондиционная нефть снова будет направлена на обезвоживание и обессоливание. Кондиционная нефть проходит через расходомеры и далее, пройдя через сепаратор, поступает в резервуары товарного парка, и оттуда насосами откачивается в магистральный нефтепровод [1].

Отделенная в отстойниках от нефти пластовая вода отводится по водоводу в резервуар-отстойник. Из этого резервуара часть воды насосом подается по линии на вход коллектора — гасителя пульсаций, а большая часть ее откачивается насосом на кустовые насосные станции (КНС) системы поддержания пластовых давлений (ППД).

Задачей автоматизации технологического процесса является автоматическое поддержание уровня и давления в технологических аппаратах, регулирование расхода водонефтяной эмульсии и промывочной воды, подача заданного объема химических реагентов и защита от аварийных режимов. Схемой автоматизации должен быть также предусмотрен автоматический контроль основных параметров технологического процесса [1].

Основные функции АСУТП установки подготовки нефти

- ✓ измерение и регулирование температуры жидкости в секции нагрева;
- ✓ измерение и регулирование давления в аппарате;
- ✓ измерение и регулирование расхода жидкости (продукта скважин) на входе установки;
- ✓ измерение и регулирование уровня нефти в емкости;
- ✓ измерение и регулирование уровня раздела фаз «вода – нефть» в секции предварительного сброса воды (секция нагрева);
- ✓ измерение и регулирование уровня раздела фаз «вода – нефть» в секции обессоливания нефти;
- ✓ регулирование давления топливного газа на общей линии входа газа к горелкам (до основного отсекаателя);
- ✓ регулирование давления топливного газа к запальной горелке;
- ✓ контроль и измерение технологических параметров:
 - расхода нефти на выходе установки;
 - расхода газа на выходе установки;
 - расхода пластовой воды на выходе установки;

- расхода пресной воды на установку для обессоливания нефти;
- температуры газа на выходе установки;
- положение регулирующих органов клапанов;
- давления топливного газа на входе основной горелки;
- давления топливного газа на выходе основной горелки;
- давления топливного газа в газосепараторе;
- давления жидкости на входе установки;
- ✓ автоматическое ведение журнала событий и аварийных сообщений;
- ✓ противоаварийная защита установки подготовки нефти;
- ✓ предупредительная и аварийная сигнализация при отклонениях технологических параметров от предельных значений.

Составление структуры АСУ ТП установки подготовки нефти

В АСУ ТП используется обычно четырехуровневая организация системы контроля и управления.

1. Уровень возникновения информации. По оборудованию это, в основном, датчики (первичные преобразователи), исполнительные механизмы. На этом уровне формируется первичная информация, поступающая в систему АСУ ТП, на этот уровень адресуются управляющие воздействия.

2. Уровень контроля и управления технологическим процессом. Данный уровень предлагается как достаточно автономный, который при отсутствии связи с верхним уровнем способен работать достаточное время без потери информации и осуществлять автономное управление – в обычном режиме и в аварийном. В качестве оборудования здесь используются программируемые логические контроллеры, в качестве программного обеспечения – средства программирования этих контроллеров. На этом уровне возможно также производить переконфигурирование контроллеров и получать локальное отображение хода технологического процесса на специальные устройства вывода.

3. Уровень человеко-машинных интерфейсов (Man-Machine Interface – MMI) и операторского контроля и межпроцессового взаимодействия (это так называемые SCADA-системы – Supervisory Control And Data Acquisition – операторский контроль и представление данных). На этом уровне в качестве оборудования используются рабочие станции оператора на RISC- или Intel-платформе, в зависимости от информационной нагруженности и требуемой надежности данного узла. Программное обеспечение представлено специальными продуктами для написания и конструирования SCADA-систем.

4. Последний, четвертый уровень – уровень информации, необходимой для управления предприятием. Это уровень интегрированной информационной системы предприятия, корпоративной базы данных и крупных финансовых предложений. По оборудованию этот уровень представлен файл-сервером, сервером базы данных, клиентскими компьютерами пользователей. Программными обеспечениями этого уровня являются СУБД архитектуры «клиент-сервер», большие финансовые приложения, корпоративная база данных предприятия. Данные с нижних уровней поступают сюда в предварительно обработанном виде. Взаимодействие уровней 3 и 4 обеспечивает организацию общего информационного пространства, объединение промышленных сетей сбора данных и информационных сетей общего назначения [1].

В данной статье в проекте применяются только первые три уровня АСУ ТП. Технологический объект управления – установка подготовки нефти – является взрывоопасным объектом, поэтому при проектировании системы автоматизации

следует учитывать требования безопасности для опасных объектов данного типа. Структура системы автоматизации с учетом требований безопасности показана на рис.1.

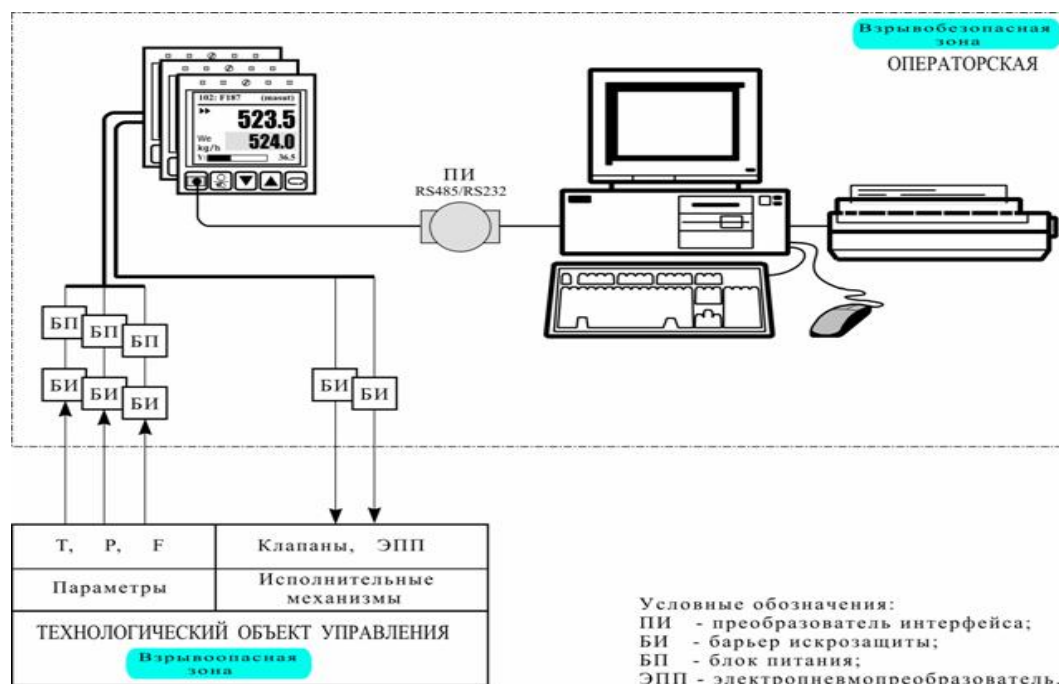


Рис.1. Структура системы автоматизации с учетом требований безопасности

Выбор аппаратно-программных средств

Profibus PA протокол полевой шины Profibus.

Использует уровни модели OSI:

- 1 – физический уровень – отвечает за характеристики физической передачи;
- 2 – Канальный уровень – определяет протокол доступа к шине;
- 3 – уровень представления – отвечает за прикладные функции.

Предложенная схема АСУ ТП выглядит следующим образом (рис.2).

Данная сеть может быть спроектирована для высокоскоростной передачи данных между устройствами. В данной сети центральные контроллеры (программируемые логические контроллеры и РС) связаны с их распределенными полевыми устройствами через высокоскоростную последовательную связь. Большинство передач данных осуществляется циклическим способом.

С помощью Profibus PA могут быть реализованы Mono и MultiMaster системы. Основной принцип работы заключается в следующем: центральный контроллер (ведущее устройство) циклически считывает входную информацию с ведомых устройств и циклически записывает на них выходную информацию. При этом время цикла шины должно быть короче, чем время цикла программы контроллера, которое для большинства приложений составляет приблизительно 10 мсек. В дополнение к циклической передаче пользовательских данных Profibus PA предоставляет мощные функции по диагностике и конфигурированию. Коммуникационные данные отображаются специальными функциями как со стороны ведущего, так и со стороны ведомого устройства [3].

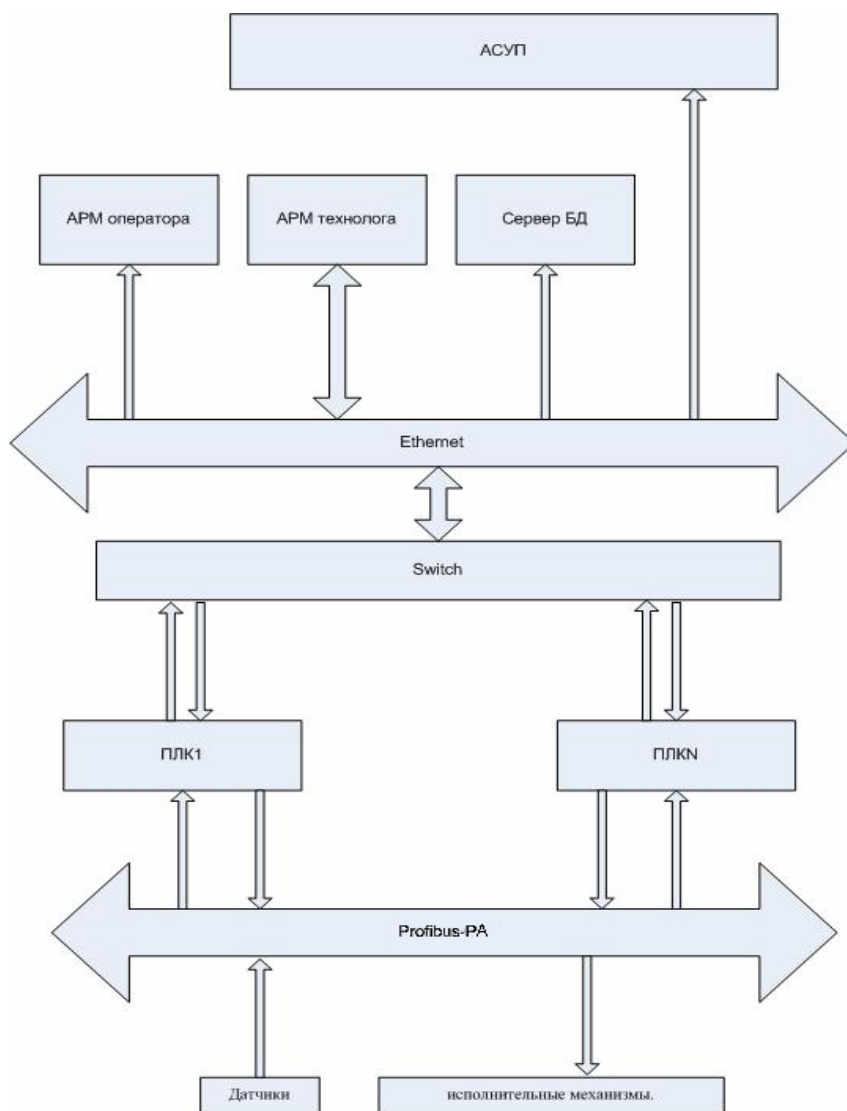


Рис.2. Предложенная схема АСУ ТП

В отличие от Profibus DP, Profibus PA искробезопасен и способен по одним и тем же проводам передавать как данные, так и электропитание для подключенных к сети устройств, что позволяет использовать его во взрывоопасных зонах.

Сетевой коммутатор или **свитч, свич** (от англ. switch — переключатель) — устройство, предназначенное для соединения нескольких узлов компьютерной сети в пределах одного сегмента. В отличие от концентратора, который распространяет трафик от одного подключенного устройства ко всем остальным, коммутатор передает данные только непосредственно получателю. Это повышает производительность и безопасность сети, избавляя остальные сегменты сети от необходимости (и возможности) обрабатывать данные, которые им не предназначались. Свич работает на канальном уровне модели OSI.

Ethernét (*этернет*, от лат. *aether* — эфир) — пакетная технология компьютерных сетей, преимущественно локальных.

Стандарты Ethernet определяют проводные соединения и электрические сигналы на физическом уровне, формат кадров и протоколы управления доступом к среде — на канальном уровне модели OSI. Ethernet в основном описывается стандартами IEEE группы 802.3.

Выводы:

В данной статье изложены описания технологического процесса, который характеризует технологический объект управления (ТОУ) и средств автоматизации, связанные с использованием новейших достижений в области подготовки и транспортировки нефти.

Поскольку ТОУ — установка подготовки нефти — является взрывоопасным объектом, в статье предложены меры по применению автономного подогревателя нефти с промежуточным теплоносителем. Это повышает безопасность, надежность и долговечность работы в процессе подготовки нефти.

Summary

In this article is offered a technique of creating a modern automated process control system (Industrial control system) providing: control and management of technological process; increase of reliability and safe operation of the equipment; comfort of work of the personnel; increase of reliability and efficiency of collection of information; decrease in labour input of works on collecting, processing and information transfer. It is reached at the expense of the use of modern technical and management software, and also use of more exact and reliable sensors and executive mechanisms.

Key words: *oil, preparation and transport, production automation, technological complex, automatic control system, industrial plant.*

Литература

1. Беляков В.И. Автоматизация промысловой подготовки нефти и воды.1. М.: Недра, 1988. 232 с.
2. Кузнецова С.Т. и др. Опыт разработки и внедрения АСУ ТП установок первичной переработки нефти / Обзор. М.: ЦНИИТ Нефтехим, 1986. 41 с.
3. Оборудование и АСУТП для автоматизации объектов добычи, транспортировки и подготовки нефти / Каталог. Уфа: МОАО «Нефтеавтоматика», 2006. 120 с.

Поступила в редакцию

Мваку Уэбби Мультята — аспирант кафедры «Электропривод и автоматизация промышленных установок и технологических комплексов» (ЭПА) Казанского государственного энергетического университета (КГЭУ). Тел.: 8 (917) 8680006. E-mail: webbymwaku@yandex.ru.

Корнилов Владимир Юрьевич — д-р техн. наук, профессор кафедры «Электропривод и автоматизация промышленных установок и технологических комплексов» (ЭПА) Казанского государственного энергетического университета (КГЭУ).