

Ю.Б. ДУБАСОВ, А.В. ПРОКОФЬЕВ
(ЗАО “Альбатрос”)

DUBASOV Yu.B., PROKOFIEV A.V.

Автоматизированный комплекс контроля и управления блочной кустовой насосной станцией

В статье рассматриваются вопросы построения автоматизированных комплексов контроля и управления насосными агрегатами на основе логически программируемых контроллеров. Приведено типовое решение автоматизированного комплекса, выполненное на базе программируемого логического контроллера КПК “ГАММА-11” производства ЗАО “Альбатрос”. Даны принцип работы, технические характеристики и конструкция комплекса, состав модулей КПК “ГАММА-11”.

Ключевые слова: автоматизированный комплекс, насосные агрегаты, контроль, управление, программируемые контроллеры.
Keywords: automated system, pumping equipment, control, monitoring, programmable controllers.

В последние годы наметилась устойчивая тенденция к повышению степени обводненности нефтегазовых месторождений. В этой связи актуален вопрос создания новых и модернизации действующих блочных кустовых насосных станций (БКНС), главной задачей которых является закачка пластовой воды.

Основным элементом БКНС является насосный агрегат (НА). Строгий регламент работы НА, его высокая стоимость и вероятность появления аварийных ситуаций на приемных и выкидных линиях трубопровода – все это требует оснащения НА автоматизированным комплексом контроля и управления (далее “комплекс”). Важной особенностью является размещение НА во взрывоопасной зоне. Это вызывает необходимость создания комплекса во взрывобезопасном исполнении. В настоящее время практикуется два подхода к реализации таких комплексов. Это использование специализированных контроллеров, память которых жестко программируется под конкретный исполнительный алгоритм пользователя, и построение комплексов на основе логически программируемых контроллеров. Второй путь более предпочтителен в силу своей гибкости, т.к. нередки случаи замены элементов контроля НА и БКНС или изменение регламента их работы.

Автоматизированный комплекс контроля и управления насосными агрегатами, производимый ЗАО “Альбатрос”, выполнен на базе программируемого логического контроллера КПК “Гамма-11”¹. Основным назначением комплекса является оперативный контроль технологических параметров до четырех НА и управление устройствами их запуска, штатного и аварийного отключений по установленному пользователем алгоритму. Данный комплекс представляет собой типовое системное решение по автоматизации НА для решения задач перекачки жидкости на БКНС и установках подготовки нефти. Под понятием “типовое решение” понимается многократное и успешное применение комплекса в ведущих отечественных нефтяных компаниях.

¹ Гаврилов А.А., Дубасов Ю.Б. Контроллер промышленный комбинированный ГАММА-11. // Промышленные АСУ и контроллеры, 2006, № 10.

Automated control and monitoring system for a group pumping station

The paper discusses the design issues of PLC-based automated system for group pumping station control and monitoring. A standard solution based on GAMMA-11 PLC from Albatros JSC is presented. Operation principles, performance data, system structure, and the descriptions of GAMMA-11 modules are included.

Принцип работы комплекса

В базовой конфигурации комплекс для каждого НА обеспечивает измерение и регистрацию следующих технологических параметров:

- температура полевого и рабочего подшипников насоса;
- температура полевого и рабочего подшипников двигателя;
- вертикальная вибростойкость полевого и рабочего подшипников насоса;
- горизонтальная вибростойкость полевого и рабочего подшипников двигателя;
- температура гидропаты и обмоток электродвигателя;
- ток и напряжение электродвигателя;
- давление воды в насосе на приеме (всасывающем патрубке);
- давление воды в насосе на выкиде (нагнетающем патрубке);
- давление и температура масляной линии;
- расход жидкости через НА.

Кроме того, комплекс регистрирует и анализирует следующие дискретные сигналы:

- сигнал срабатывания электрозащиты двигателя;
- сигнал “повышенная утечка через сальники”;
- сигнал “состояние НА (вкл/выкл/авария)”;
- сигнал “состояние масляного насоса (вкл/выкл)”;
- сигнал “состояние кнопки “Съем аварии””;
- сигналы “состояние электрозадвижки на выкиде НА (открыта/закрыта/авария)”.

На основе анализа перечисленных параметров комплекс формирует необходимые сигналы управления – готовности НА к пуску, штатного и аварийного останова НА, включения/выключения маслонасоса, открытия/закрытия электрозадвижек.

Приведенный перечень сигналов ввода/вывода относится именно к базовой конфигурации комплекса и может изменяться в соответствии с требованиями конкретного Заказчика на основании данных опросного листа.

На основании проведенных измерений в комплексе ведется постоянное сравнение полученных результатов с аварийными значениями контролируемых параметров. В соответствии с алгоритмом комплекс выполняет необходимые действия по аварийному или штатному останову НА. В случае аварии комплекс регистрирует состояние насосного агрегата на этот момент, выделяет сработавшую аварийную уставку и ожидает квитирования оператором факта аварийного останова. По типовому регламенту пуск НА производится оператором. Функция комплекса здесь заключается в контроле за состоянием НА в момент пуска и формирования либо разрешительного сигнала “Готовность пуска” в случае нормального состояния НА, либо сигнала блокировки действий оператора в случае аварийной ситуации НА.

Из приведенного выше перечня контролируемых параметров не все имеют одинаковую важность. Наивысший приоритет установлен для сигналов, аварийные уровни которых ведут либо к разрушению самого НА, либо характеризуют внешнюю аварию трубопровода или представляют опасность для обслуживающего персонала. К таким параметрам, например, относятся температуры подшипников, давления на приеме и выкиде, вибростойкость. При аварийных значениях этих параметров происходит безусловный аварийный останов НА. Основная сложность контроля работающего НА заключается в том, чтобы с одной стороны сохранить исправным сам НА, не качать жидкость в поврежденную трубу, а с другой – без необходимости не отключать НА, т.к. это ведет к продолжительному разрыву потока жидкости трубопровода, кроме того для повторного пуска НА необходимо присутствие персонала. Необоснованный останов НА явятся причиной значительных экономических потерь, поэтому алгоритм управления НА должен принимать решение на останов НА, неоднократно подтвердив наличие аварийной ситуации.

В этой связи интерес представляет анализ уровней давлений на приеме и выкиде НА. Он несколько сложнее пороговых безусловных отключений по аварийным температурам. Уровни давлений при нормальном режиме работы НА должны находиться в установленных технологических пределах. Превышение максимального значения может привести к разрыву трубопровода, а упавшее давление ниже минимальной уставки расценивается как уже случившийся разрыв трубы. При этом все было бы просто, если бы не возможное появление в подводящем трубопроводе воздушных пробок. В основе процедуры их выявления лежит метод отбора событий по времени, суть которого в конечной продолжительности следования воздушного пузыря. Постоянные для процесса отбора обычно определяются местным технологом.

Состав контроллера и его характеристики

КПК “Гамма-11”, входящий в состав базовой конфигурации комплекса, включает в себя интерфейсные модули как взрывобезопасного, так и общепромышленного исполнений: модуль интерфейса термометров

МИТ2 (1 шт.), модуль токовых входов МТВ3 (2 шт.), модуль расходомера МР2 (1 шт.), модуль дискретного ввода МВ2 (1 шт.) и модуль ключей МК3 (1 шт.). С их помощью для каждого из контролируемых насосных агрегата обеспечивается:

- запитка до шести термопреобразователей сопротивления искробезопасным стабилизированным током, измерение падения напряжений на них и преобразование результатов измерения в соответствующие коды значений температур в диапазоне от -50 до $+150$ °С с погрешностью $\pm 0,2$ °С;
- искробезопасное питание и одновременное измерение четырех токовых сигналов взрывобезопасных датчиков, имеющих стандартный токовый выход 4...20 мА, по двухпроводной схеме включения с погрешностью ± 5 мкА;
- гальваническую изоляцию всех каналов измерения температуры и тока как между собой, так и от общего провода прибора;
- ввод состояний до 22 гальванически изолированных дискретных сигналов с внешних устройств типа “сухой контакт”;
- ввод и обработку двух гальванически изолированных дискретных частотных сигналов или искробезопасное питание и обработку двух сигналов с магнитных турбинных преобразователей расхода;
- вывод до 16 дискретных сигналов типа “сухой контакт” на внешние устройства.

Обязательным компонентом комплекса, в силу его большой ответственности, является местный пульт управления. Он выполнен на базе Терминала-2 КПК “Гамма-11”. Инструментальные средства программирования Терминала-2 обеспечивают формирование пакета экранов отображения состояния НА. Экраны создаются в соответствии с требованиями Заказчика, при этом поле экрана может содержать и текстовые диагностические сообщения. На полноформатном образе экрана удалось целиком разместить всю телеметрическую информацию по отдельному НА с возможным маркированием аварийного параметра.

Исполняемый алгоритм работы НА разрабатывается в среде инструментального программного обеспечения, редактора диаграмм функциональных блоков “Альбатрос SoftLogic”. Графические образы текста прикладной программы позволяют обслуживающему персоналу легко редактировать собственно исполняемый алгоритм, константы процедур, вносить в алгоритм изменения по мере необходимости. Для освоения техники программирования в этой среде не нужны специальные знания, а сам процесс обучения не превысит нескольких часов и даже может быть выполнен самостоятельно.

Наличие у КПК “Гамма-11” промышленного интерфейса RS-485 позволяет использовать комплекс не только автономно, но и интегрировать его в состав АСУТП. В случае работы комплекса совместно с верхним уровнем предусмотрена возможность архивирования оперативных данных аварийных случаев и генерации отчетных документов.



Внешний вид шкафа контроля и управления ШкУ

Технические характеристики

Наименование	Характеристика
1. Взрывобезопасность:	
1.1 Вид взрывозащиты	Искробезопасная электрическая цепь
1.2 Уровень взрывозащиты	Взрывобезопасный
1.3 Маркировка взрывозащиты	«[Exib]IIB»
2. Степень защиты оболочки	IP20
3. Климатическое исполнение	УХЛ4
4. Питание	от 180 до 242 В, частота 50 Гц
5. Потребляемая мощность	до 1000 В·А для настенного исполнения, до 1800 В·А для напольного исполнения
6. Габаритные размеры	до 600Ч800Ч320мм для настенного исполнения до 800Ч2100Ч700мм для настенного исполнения

Конструкция

Комплекс выполнен в виде шкафа контроля и управления (далее ШкУ) в двух исполнениях:

- настенное, с возможностью управления одним или двумя НА;

- напольное, с возможностью управления от одного до четырех НА.

На рисунке показано конструктивное оформление комплекса для двух НА. В ШкУ устанавливаются модули КПК “Гамма-11”, источник бесперебойного питания, клемные соединители, реле и выключатели. На дверце ШкУ размещены Терминал-2, кнопки управления насосами и электроздвижками и сигнальные лампы.

Заключение

В заключении о том, что удалось (или явные преимущества в сравнении с известными системами):

- отказаться от внешних барьеров искробезопасности, используя интерфейсные модули КПК “Гамма-11” с видом взрывозащиты “Искробезопасная электрическая цепь”;
- формировать комплекс адекватно задаче (от двух до четырех насосных агрегатов), применив модульную бескаркасную структуру КПК “Гамма-11”, тем самым, избавив комплекс от незадействованных, лишних каналов ввода/вывода;
- реализовать легко редактируемое, простое в восприятии программное обеспечение комплекса;
- обеспечить как автономную работу комплекса, так и органичное его интегрирование в состав АСУТП через сетевой интерфейс;
- обеспечить высокий уровень надежности комплекса посредством реализации принципа локальных автоматов, без доступа к процессу управления ЭВМ верхнего уровня;
- посредством базового набора алгоритмов охватить практически весь спектр задач автоматизации процессов перекачки жидкостей на установках подготовки нефти.

*Дубасов Юрий Борисович – к.т.н., зам. коммерческого директора,
Проккофьев Александр Викторович – нач. отдела ОПСА.
(ЗАО “Альбатрос”, г. Москва)
тел. (495) 921-41-73, 976-40-38.*