



## УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ UNICON для подземных хранилищ газа

П. Стронер (Компании UniControls),

О.В. Сердюков (Компания "Модульные Системы Торнадо")

Рассматриваются структура, конфигурация и выполняемые функции управляющих систем UNICON компании UniControls<sup>1</sup> (г. Прага). Приводятся примеры проектов, реализованных для подземных хранилищ, расположенных в г. Долни Дунайовице (Южная Моравия, Чехословакия).

Подземные хранилища газа служат для сезонного складирования природного газа. Пространством для складирования является или отработанное месторождение природного газа, или подходящие геологические области. Подземные хранилища газа способны принять до нескольких сот миллионов кубических метров газа. В летний период, когда потребление газа минимально, газ, поставляемый магистральным газопроводом, закачивается (обычно при помощи компрессоров) в подземное пространство и складируется под давлением 12...14 МПа. В зимний период, когда расход газа увеличивается, газ добывается и поставляется обратно в газопровод и разводится к потребителям. В режиме добычи хранилище способно в зависимости от своей мощности поставлять до нескольких сот тысяч кубометров газа в час, т. е. нескольких миллионов кубометров в сутки.

Объект хранилища занимает обширную площадь, отдельные составляющие объекта находятся на расстоянии нескольких километров. "Сборные центры" газа располагаются на расстоянии от нескольких сот метров до нескольких километров от центрального объекта. Центр содержит технологическое оборудование для очистки, сушки, подогрева, регулирования расхода и давления газа. К каждому центру подключены соединения от рабочих зондов. Зондами газ входит/выходит в/из подземного пространства хранилища.

Вся автоматически управляемая работа регулируется оператором из диспетчерской (пультовой), которая размещена в центральной части хранилища. Сборные центры работают без обслуживающего персонала.

### Структура и конфигурация управляющих систем

Управляющие системы достаточно больших площадей, которые заняты технологическим оборудованием, построены как многоуровневая распространенная сеть взаимно связанных контроллеров и операторских станций. Контроллеры размещены в непосредственной близости от отдельных управляемых рабочих комплексов технологического оборудования.

Каждый контроллер содержит алгоритмы управления и способен действовать самостоятельно, обеспечивать безопасную эксплуатацию технологии даже в случае потери связи с высшим управляющим уровнем системы. Связь между станциями происходит или с помощью проводов, или при помощи радиомодемов. Вся необходимая информация передается на АРМ оператора, откуда транслируются команды и значения, требуемые для управления и регулирования. На сборных центрах могут быть размещены по месту простые операторские станции, которые служат для локального контроля и настройки технологического оборудования.

Технологическая схема наибольшей системы подземного хранилища газа (ПХГ) г. Долни Дунайовице (Южная Моравия) приведена на рис. 1. Контроллеры расположены в сети типа разветвленная звезда. Эта топология отличается высокой надежностью и стойкостью как системы в целом, так и в отноше-

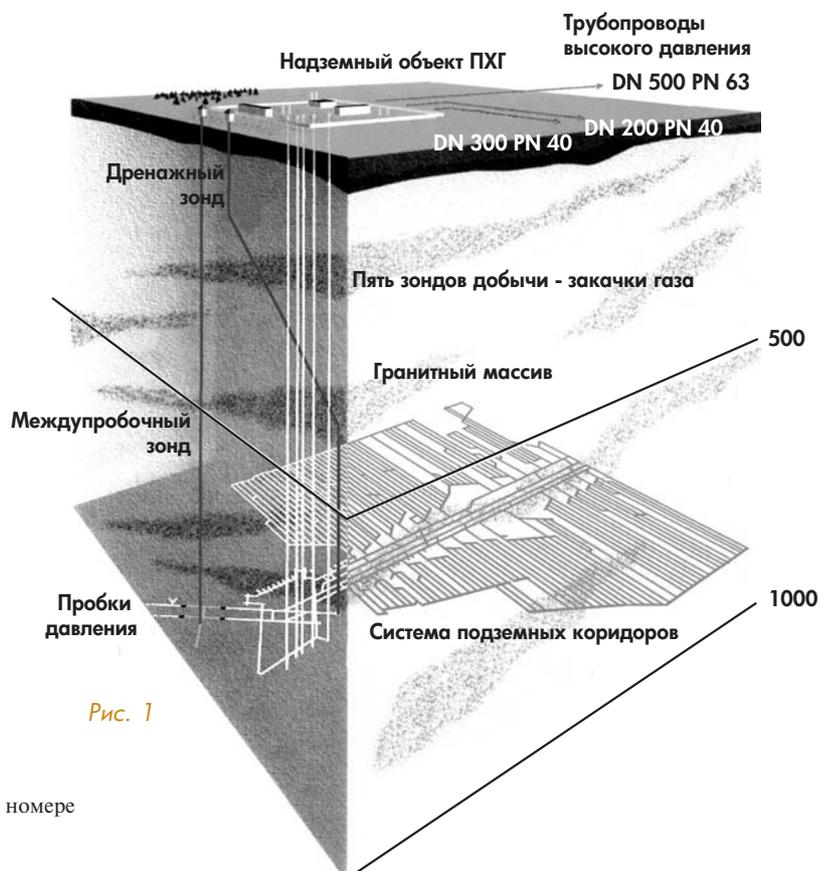


Рис. 1

<sup>1</sup> Подробнее о компании UniControls читайте в этом номере в разделе "Фирмы промышленной автоматизации"

нии к возможной поломке одного из ее элементов. Коммуникационный протокол ("изменяющийся") защищен от неисправностей, т. е. коммуникационная сеть выдает только изменения данных и событий. В сети Ethernet (сеть операторских АРМ) работают системные серверы двойного резерва, обеспечивающие соединение с контроллерами, две рабочие станции оператора, станции системного инженера и коммуникационный мост, который переносит данные в диспетчерскую ТРАНСГАЗ (г. Прага) по сети типа WAN.

Управляющая система содержит 54 контроллера: 2 контроллера расположены в центральной части хранилища, 4 – в сборных центрах, 8 – в компрессорных, 40 контроллеров находятся в местах зондов добычи. Станции, работающие у зондов добычи, размещены в навесах или шкафах. Станции имеют климатически стойкое исполнение всех электронных модулей, позволяющие эксплуатацию в диапазоне окружающих температур –40...85 °С.

Центральную часть коммуникационной системы образуют две центральные станции телеметрии. Каждая из них обеспечивает коммуникацию с логической половиной хранилища. К центральной станции телеметрии с помощью коммуникационных соединений типа "точка-точка" подсоединены отдельные функциональные блоки таким образом, чтобы в случае поломки подключалась вторая центральная станция телеметрии с обслуживанием не менее половины оборудования хранилища.

Подключение центральных станций телеметрии с АРМ оператора выполнено также соединением типа "точка-точка" так, что каждая центральная станция соединена с одним из саморезервирующихся системных серверов в операторской сети. Две центральные станции взаимно соединены. В случае неисправности системного сервера АРМ оператора предусмотрено автоматическое переключение на второй сервер, который предоставляет 100% необходимый готовый резерв.

Управляющие системы остальных меньших хранилищ (ПХГ в Лободице – 23 процессные станции, ПХГ в Тврдонице – 1 процессная станция, ПХГ в Гайе Пржибрам – 9 процессных станций) принципиально построены аналогичным способом (таблица).

Таблица

Название ПХГ	число входных/выходных сигналов				всего
	дискретный		аналоговый		
	вход	выход	вход	выход	
ПХГ в г. Долни Дунайовице (Южная Моравя)	2120	890	705	52	3767
ПХГ в Тврдонице (Южная Моравя)	160	–	152	4	316
ПХГ в Лободице (Северная Моравя)	708	304	286	40	1038
ПХГ в Гайе Пржибрам	1560	560	288	20	2428

**Функции и режимы управляющей системы**

При нормальной эксплуатации (добыча/закачка газа) хранилище эксплуатируется в автоматическом режиме, т. е. обслуживающий персонал задает только необходимые значения объема (давления) добываемого/закачанного газа и команды типа Старт/Стоп определенного функционального комплекса (сборного центра, компрессора, зонда). Управляющая система производит в этом случае автоматически все операции, необходимые для настройки прохождения газа (например, открытия/закрытия арматур) и работы соответствующих эксплуатационных частей (нагрев газа, абсорбция воды из газа), регулирует расход давления, температуры и другие параметры по заданным алгоритмам. Управляющая система также реагирует на нестандартные состояния и аварии, которые могут возникнуть, производит соответствующие действия и информирует оператора. В этом режиме оператор не имеет возможности управлять отдельными элементами (арматурами, насосами и пр.), которые находятся под контролем управляющей системы.

Для осуществления контроля и настройки технологии управляющая система позволяет эксплуатировать хранилище или его часть (отдельный сборный центр, зонд и т. д.) в режиме индивидуального дистанционного управления. В этом случае оператор может командовать отдельными узлами технологии, и управляющая система контролирует по заданным блокирующим условиям допустимость выданной команды с точки зрения безопасности и исполнимости. Команды, которые могли бы угрожать безопасности эксплуатации всей системы (работа ведется с высоким давлением газа), или недопустимые с точки зрения эксплуатационных предписаний, не выполняются и не проводятся.

**Характеристика управляющей системы UNICON**

Система UNICON, используемая при управлении хранилищем газа, представляет собой промышленно-информационную и управляющую систему, которая позволяет построить РСУ, состоящую из контроллеров и операторских станций, взаимно соединенных коммуникационными линиями. Кроме компонентов, обеспечивающих управляющие и информационные функции, система содержит ряд программных средств, предназначенных для выполнения конкретного применения, ввода в эксплуатацию и обслуживания.

Система относится к категории открытых систем, основанных на тщательном соблюдении стандартов. Открытость касается конфигурации модулей управляющего компьютера (использование стандартной шины), программного оснащения (программные стандарты) и соединения с другими компьютерами (коммуникационные стандарты). В отличие от "закрытых" систем, которые занимают значительную часть рынка электронных систем для промышленной автоматизации, большинство из которых составляют ПЛК, такая система позволяет применение сложных алгоритмов управления, практически любую обработку данных и решение коммуникации с различными другими управляющими и компьютерными системами.

Применение открытой системы дает возможность точной реализации своих требований пользователю, оптимальную конфигурацию, а также возможность использования компонентов разных производителей. Такую систему можно систематически расширять и модернизировать.

Контроллеры управляющей системы UNICON выполнены из промышленных компьютерных модулей фирмы PEP Modular Computers, которая принадлежит к мировым ведущим фирмам в изготовлении продуктов для сложных условий использования в промышленности. Продукты этой фирмы используют шину VME, которая является международным промышленным стандартом, и наиболее часто применяется для силовых модульных управляющих систем.

Центром процессорных модулей являются 16 и 32-битовые микропроцессоры Motorola. Процессорные модули представляют собой одноплатные компьютеры, поэтому обычные управляющие системы можно составить только с использованием процессорной платы и платы технологических вводов/выводов. Кроме мощности, платы отличаются, главным образом, размером и типом памяти (SRAM, DRAM, EPROM, FLASH), использованием сопроцессора и коммуникационными возможностями — каждая процессорная плата содержит минимум два унифицированных канала, конфигурированных для интерфейса RS-232, -422, -485, Ethernet или для интерфейса оптической связи.

Унифицированные узлы содержат обширный комплекс модулей для связи с ТП и для связи сетей. Одновременно имеется в наличии широкий ассортимент программных средств (OS/9, VxWorks, Profibus, TCP/IP и т.д.). В данном случае открытые системы могут быть представлены в различных конфигурациях: от несложных изолированно работающих систем до мощных и распространенных систем с узлами различной мощности.

Проектирование всех типов входов/выходов, которые принимаются во внимание в управляемых процессах, выполняется комбинацией подходящих модулей унифицированных блоков PEP Modular Computers и модулей технологической стыковки.

Применяемое ПО системы UNICON работает на базе ОС РВ OS-9 (продукт Microware, США). Программы запоминаются в памяти EPROM или FLASH/EPROM, параметры запоминаются в памяти CMOS с резервным питанием. Коммуникация в сети станций использует протокол UNICON-FP, структура которого отвечает семислойной ISO модели OSI. В другом слое (Data Link Control) использован стандарт HDLC (класс UNR без расширения), определение высших слоев исходит из стандарта PROFIBUS.

Система UNICON использует два продукта — ISaGRAF и UNICAP, которые представляют собой интегрированные средства для развития и регистрации управляющих алгоритмов. Оба средства работают под MS Windows. ISaGRAF подходит, прежде всего,

для развития программ логического управления и отвечает стандарту IEC 1131-3, который унифицирует программные языки для описания автоматического управления. UNICAP предназначен для развития и записи программ, главным образом, непрерывного управления.

На операторских рабочих местах управляющей системы UNICON использованы ПК (обычно Hewlett-Packard) с интерактивным графическим интерфейсом для работы оператора. По объему управляемой технологии операторское место можно совместить с одной рабочей станцией или в сетевом исполнении с несколькими рабочими местами. В сетевом исполнении информация может быть получена на удаленных АРМ техников или ведущих работников (помимо операторских мест). С этих станций не разрешено подавать команды и управлять технологией, они служат только для контроля и последующей оценки работы. Обслуживающий персонал, который работает с системой (оператор, техник, системный инженер) имеет определенное разрешение, которое ему позволяет производить только определенные виды работ. Этим обеспечивается защита против несанкционированных действий.

Программное пространство операторских рабочих мест составляет систему IGSS (Interactive Graphics Supervision System) датской фирмы Seven Technologies. IGSS имеет сетевую архитектуру клиент/сервер и все участники имеют в наличии БД online, которые регулярно актуализируются.

Для визуализации система позволяет определять иерархически расположенные технологические кадры (рис. 2). Для представления отдельных технологических объектов введены специальные символы различных объектов (датчик, клапан, двигатель, регулирующий орган и пр.). Существует возможность просмотра текущего и предыдущего состояний параметров системы, что позволяет изображать графики переменных и их тенденции.

В основной БД имеются данные, которые являются основой создания архивов, протоколов и другой документации. Данные экспортируются в стандартные системы БД и в приложения MS Excel, Acces и др.

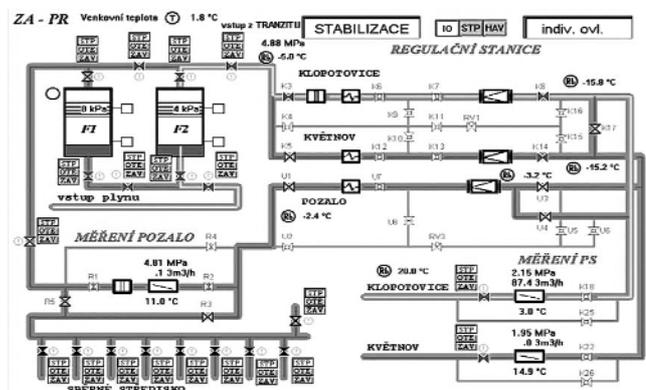


Рис. 2. Пример видеокadra управления ТП

В управляющей системе UNICON стандартно используются следующие функции IGSS:

- графическое изображение схем ТП;
- возможность создания символов для отдельных технологических элементов и модификации их атрибутов (форма, цвет и др.) в зависимости от их мгновенного состояния;
- графическое изображение изменения величин во времени;
- простой доступ для управления всеми рабочими параметрами с помощью стандартной клавиатуры и "мыши";
- визуальная и звуковая сигнализация всех нестандартных состояний, включая автоматическую распечатку;
- возможность названия логических состояний словами;
- создание файла исторических данных, их изображение и распечатка;
- постоянное фиксирование и запоминание значений выбранных переменных;
- выборка данных на основании заданных условий;
- суммарные суточные, месячные и годовые обзоры среди выбранных величин;
- экспорт данных для дальнейшей обработки вне управляющей системы.

### Использование системы UNICON для управления подземными хранилищами газа

Комплексы управляющих систем подземных хранилищ газа были спроектированы с учетом функционального и компоновочного расположения технологии. Модульность системы позволила выбрать оптимальную конфигурацию технического и программного оснащения таким образом, чтобы были выполнены требования на функциональность и надежность эксплуатации. Для управления газового хранилища Пржибрам в систему были включены программы для коммуникации с автономной управляющей системой компрессоров (*Allen Bradley DFI*) протоколом *Data Highway*.

Открытость системы позволяет ее дальнейшее развитие и наращивание. Система обладает повышенными требованиями на безопасность, эксплуатацию и открыта для добавления новых функций. Наращивание приборных модулей, коммуникационных каналов и алгоритмов управления, сетевое подключение с высшими управляющими системами, оптимальное и экономически выгодное расширение функций является факторами, которые в открытой системе можно реализовать и, которые являются большим преимуществом использования данной системы в области промышленных систем управления.

*Стронер Петр – директор компании UniControls (г. Прага),  
Сердюков Олег Викторович – ген. директор компании "Модульные Системы Торнадо" (г. Новосибирск).  
Контактный телефон компании "Модульные Системы Торнадо" (3832) 39-93-52.  
Контактный телефон компании UniControls +420 27 201-14-11,  
факс +420 27201-44-88. E-mail: unic@unicontrols.cz*

## НОВОСТИ

### Ноутбуки IBM ThinkPad отправляются в полет

Компания IBM заключила с Britannia Airways контракт на создание APM e-Flight для всего парка воздушных судов Boeing 757 и 767 авиакомпании. IBM предоставит 430 пилотам авиакомпании Britannia портативные компьютеры IBM ThinkPad X24, с помощью которых пилоты получат электронный доступ ко всем руководствам по техническому обслуживанию на борту. Ноутбуки ThinkPad будут хранить информацию, которая раньше содержалась в 20 томах руководства по летной эксплуатации, и способствовать быстрому проведению вычислений для повышения эффективности эксплуатации самолетов. При помощи систем ThinkPad X24 пилоты смогут повысить эффективность потребления горючего и технического обслуживания, выполняя расчет полезной нагрузки каждого рейса с высочайшей точностью. Благодаря этому можно будет точно вычислить потребность в топливе и свести к минимуму перегрузку двигателей. Ранее

такие расчеты проводились вручную с помощью целого ряда сложных формул, зависящих от таких показателей, как масса полезной нагрузки и погодные условия. Еще одним преимуществом для пилотов станет возможность просматривать полные материалы по каждой посадке на экране компьютера ThinkPad X24, включая все важные данные и фотографии. Данное преимущество станет особенно важным в условиях плохой видимости. Компьютеризированные системы, использующиеся при взлете, также открывают значительные перспективы для финансовой экономии. Контракт с IBM стал результатом успешно проведенного испытания, в ходе которого ноутбуки ThinkPad X24 блестяще справились с целой серией жестких тестов Управления гражданской авиации Великобритании (CAA), проверяющих прочность, надежность и производительность вычислительных систем в полетных условиях. Эти тесты включают проверку отсутствия негативного влияния на навигационное оборудование и возмож-

ности эксплуатации ноутбука после падения со значительной высоты. Системы ThinkPad X24 также прошли тесты на функционирование в условиях декомпрессии, избыточного давления и на больших высотах.

Тесты проводились по поручению CAA, с целью проверки соответствия стандарту CAA D0160D, регулирующему применение электронного оборудования на борту воздушных судов.

- Высотный тест – 15000 футов, в течение 2 ч.
- Тест декомпрессии ≤ 45000 футов, 10 мин.
- Тест на переносимость избыточного давления 170 кПа, 10 мин.
- Тест на падение с высоты (машину бросали на металлический пол, верхней крышкой вниз, нижней крышкой вниз и на угол).
- Электромагнитные испытания: безопасное расстояние от компасов, эмиссия радиочастотного излучения, чувствительность к радиочастотному излучению.

Контактный телефон IBM  
(095) 940-20-00