

Автоматизированная система контроля и управления технологическими процессами кустов газовых скважин «Сириус-КГС» (АСКУ ТП КГС) с функциями измерения параметров забоя

Халтурин М.В., Бениаминов П.Е., Горский И.В., Лагун О.В., (ООО «НПА Вира Реалтайм»), Касьянов Д.А. (ФГБНУ НИРФИ)

Аннотация

В настоящее время для оптимизации процессов добычи газа необходимо получение разнообразной информации о физических параметрах, сопутствующих скважинной добыче жидких углеводородов. Например, необходим мониторинг в реальном времени температуры, давления и др. параметров забойной зоны.

В данной статье представлены новые подходы к автоматизации управления объектами добычи газа с использованием принципиально нового отечественного программно-технического комплекса на базе разработок ООО «НПА Вира Реалтайм» и ФГБНУ НИРФИ, позволяющего внедрять современные эффективные технологии планирования и управления добычи газа с одновременным сокращением эксплуатационных и ресурсных средств.

Поставленные цели должны быть достигнуты за счет реализации функций контроля устьевых и забойных параметров и управления арматурой кустов месторождения в реальном времени с применением отечественных программных комплексов и комплектующих, включая контроллеры и периферийные устройства к ним, на всех уровнях управления.

Автоматизированная система контроля и управления кустов газовых скважин (АСКУ ТП КГС) «Сириус КГС» - комплексное решение, разработанное ООО «НПА Вира Реалтайм» совместно с ФГБНУ НИРФИ, предназначенное для обеспечения автоматизированного контроля и управления технологическими процессами добычи газа на кустах газовых скважин (КГС), включая измерение и контроль устьевых и забойных параметров и контроль состояния продуктивного пласта в области призабойных зон.

Основной целью создания АСКУ ТП КГС «Сириус КГС» является предоставление диспетчерскому и производственному персоналу достаточной, достоверной и своевременной информации в реальном времени о ходе технологического процесса на скважине в целом, включая информацию о динамике пласта и режимах работы КГС для принятия оперативных решений.

Существующие в настоящий момент методы решения данной задачи - это могут быть архаичные методы кабельного соединения, методы передачи данных с использованием низкочастотного электромагнитного поля и

оптические (оптоволоконные) методы - является весьма трудоемкими и затратными, требуют вмешательства в конструктивные элементы обустройства скважин и зачастую оказываются малоинформативными.

В АСКУ ТП КГС для контроля скважинных процессов используются современные методы передачи данных с помощью физических полей, такие как акустический метод передачи данных.

АСКУ ТП КГС «Сириус КГС» является комплексом нижнего иерархического уровня оперативного управления технологическими процессами, функционирующим во взаимодействии с вышестоящим уровнем АСУ ТП – уровнем газового промысла (ГП) или в отдельных случаях с уровнем АСУ ТП газодобывающего предприятия (ГДП). На Рис. 1 приведена общая структурная схема АСКУ ТП КГС на базе отечественного контроллера САТЕЛЛИТ разработки ООО «НПА Вира Реалтайм».

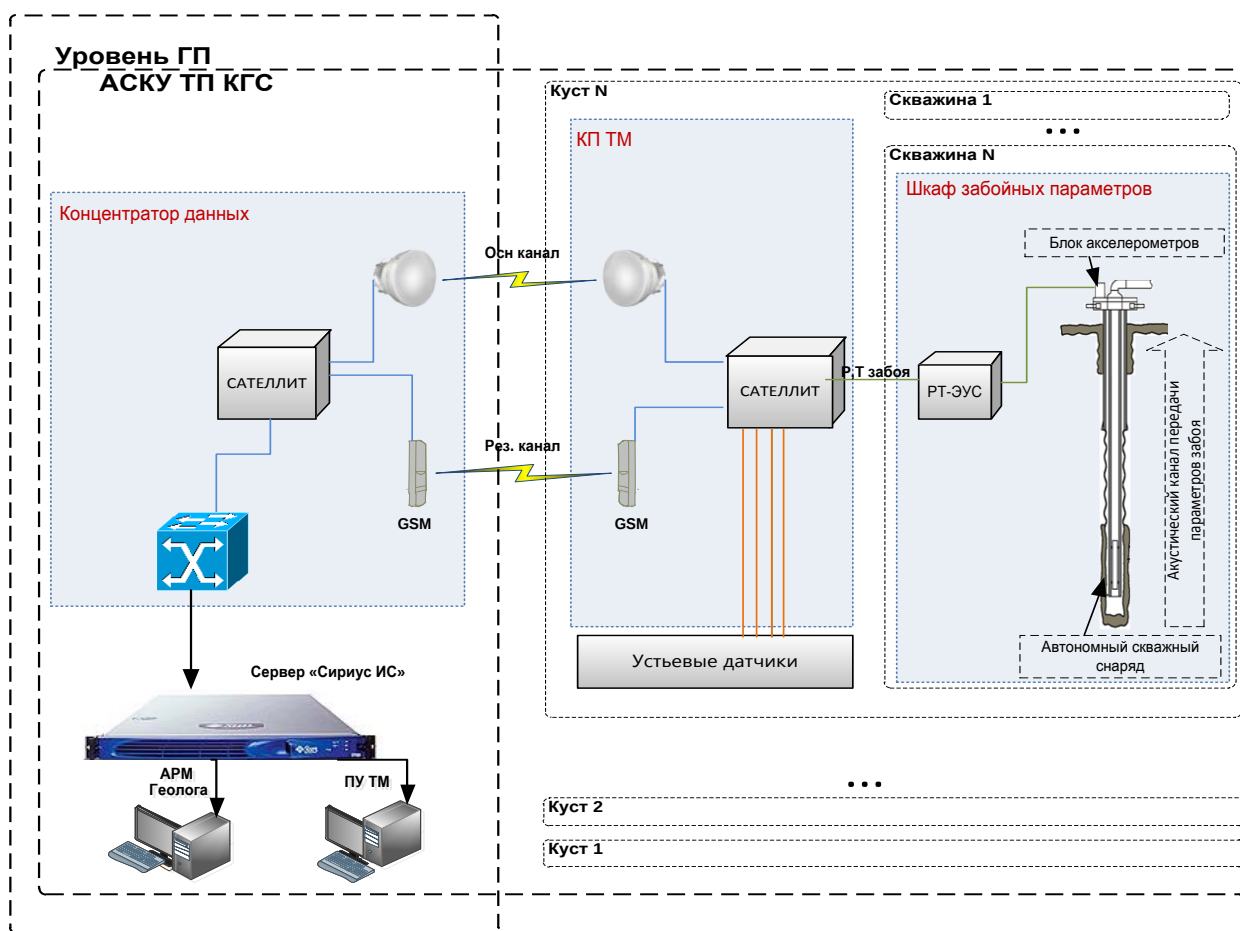


Рис. 1 Общая структурная схема АСКУ ТП КГС

На уровне ГП в состав АСКУ ТП КГС входит сервер «Сириус-ИС», обеспечивающий сбор и обработку телемеханической информации с нижнего уровня и передачу команд управления на нижний уровень и пульт

управления (ПУ), предназначенный для отображения, контроля и управления технологическими процессами КГС.

Кроме того, на уровне предприятия располагается АРМ геолога, предназначенное для функционирования специализированного ПО, осуществляющего постоянный мониторинг забойных давления, температуры, уровня жидкости и устьевых параметров. АРМ геолога осуществляет отображение результатов исследования и обеспечивает их представление в виде графиков, трендов, истории и т.д.

На уровне кустов газовых скважин располагается подсистема сбора и обработки параметров газовых скважин, входящих в куст, обеспечивающая измерение, обработку и передачу параметров с устья и забоя на ПУ, которая включает в себя:

- Автономный скважинный снаряд (АСС) для измерения и передачи забойных параметров по беспроводному акустическому каналу связи;
- Блок акселерометров для приема акустического сигнала от АСС на устье скважины;
- Шкаф скважинных параметров, расположенный в непосредственной близости от скважины, в котором размещается электронное устройство сопряжения (РТ-ЭУС), представляющее собой контроллер для первичной обработки информации, поступающей с АСС;
- Контролируемый пункт (КП), размещенный в блок-боксе на кусте газовых скважин, осуществляющий сбор параметров со всех скважин куста и передачу их на верхний уровень, в том числе и отложенную.

Автономный скважинный снаряд (АСС) измеряет температуру, давление и определяет наличие жидкости в забое на уровне снаряда. АСС имеет следующие характеристики:

- Измерение температуры в диапазоне $0...+50\text{ }^{\circ}\text{C}$ с точностью не хуже $0,01\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- Измерение давления в диапазоне $0,5...25\text{ МПа}$ с пределами допускаемой основной приведённой погрешности в измеряемом температурном диапазоне, не более $0,1\%$;
- Определение наличия жидкости;
- Передача информации об измеряемых параметрах забойной зоны на дистанцию до 1000 м ;
- Возможность спуска в действующую газовую скважину через лубрикатор в трубу с отклонением от вертикали $0...30\text{ град.}$

На рис.2 представлена постановка АСС в скважину.



Рис.2 Постановка АСС в скважину

На рис.3 представлен внешний вид АСС и его схема. В состав АСС входят три функциональных блока: (1) - блок механической фиксации (БМФ), который включает в себя собственно акустический преобразователь и механизм создания акустического контакта между акустическим генератором и внутренней стенкой трубы; (2) - блок постановщик забойной части (БП) (извлекаемый после установки АСС), который содержит схемы автономного управления и питания мотора, обеспечивающего движение БМФ и его прижим к внутренней стенке трубы и (3) - измерительный блок (ИБ), совмещённый с акустическим генератором. Для извлечения АСС из скважины используется специальный экстрактор (4).

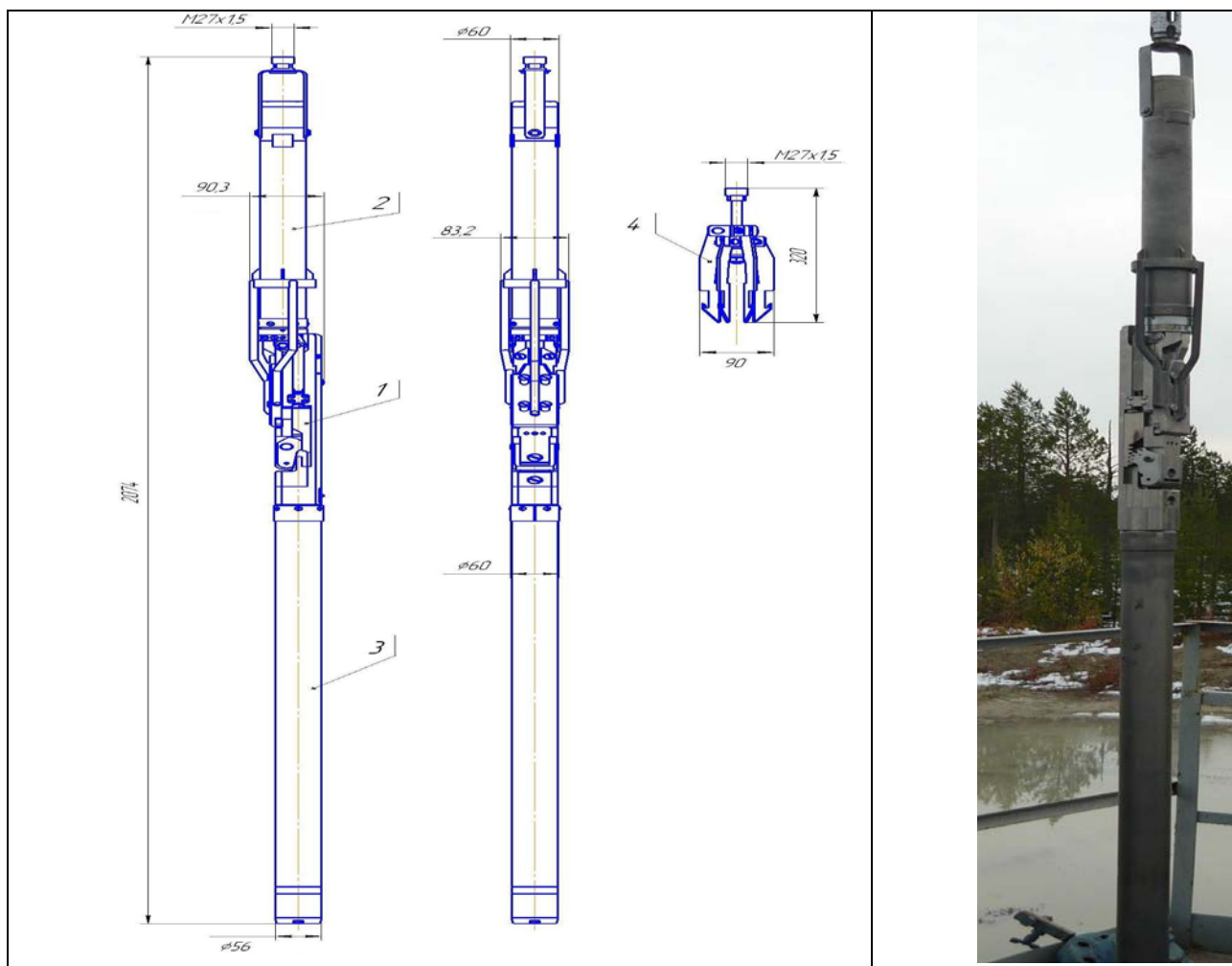


Рис.3 АСС и устройство постановки

Питание АСС осуществляется от батареи, которая обеспечивает бесперебойную работу АСС в течение года. Период, с которым происходят измерения, и период передачи данных регулируются.

АСС передает измеренные на забое данные на устье скважины в виде акустического сигнала, который принимается с внешней стороны фонтанной арматуры акустическим приёмником (рис.4), преобразующим акустический сигнал в электрический. Далее сигнал попадает в электронное устройство сопряжения РТ-ЭУС, которое обеспечивает первичную обработку результатов измерения параметров забоя и осуществляет их передачу на КП КГС. Для размещения блока РТ-ЭУС на трубной обвязке скважины устанавливается теплоизолированный шкаф скважинных параметров с взрывобезопасной оболочкой.



Рис 4. Устройство приема акустического сигнала

КП в зависимости от расположения скважин, наличия или отсутствия питания на кусте, наличия датчиковой аппаратуры, физических каналов связи и др. причин может быть реализован в нескольких вариантах.

В качестве базового контроллера в КП используется контроллер САТЕЛЛИТ собственной разработки, размещаемый в блок-боксе на кусте газовых скважин, осуществляющий сбор параметров со всех скважин куста и передачу их на верхний уровень. САТЕЛЛИТ модульный контроллер, работающий под управлением ОС реального времени. Конкретный состав модулей ввода/вывода (DI, DO, AI, AO) определяется исходя из информационной емкости объекта телемеханики (в данном случае куста газовых скважин). Обмен данными между КП и ПУ осуществляется по протоколам: МЭК-870-5-101 - по радиоканалу и МЭК-870-5-104 - по каналу GSM.

Кроме того, на базе данного контроллера может быть реализовано автономное КП (АКП) с использованием возобновляемых источников энергии, предназначенное для контроля устьевых и забойных параметров на кустах газовых скважин без централизованного электропитания, для осуществления функций контроля загазованности переходов трубопроводов через автомобильные и железные дороги и в качестве телемеханики на объектах с небольшим количеством сигналов и с малоразвитой инфраструктурой.

В качестве базового контроллера в АКП используется модификация контроллера САТЕЛЛИТ с пониженным энергопотреблением, что делает возможным питание от автономных источников энергии. Низкое энергопотребление достигается использованием режима специального сохранения энергии. Контроллер переключается в “спящий” режим при неиспользовании всех схем и возвращается в рабочее состояние при наступлении предопределенного события.

Передача технологической и диагностической информации с АКП осуществляется по беспроводным каналам до ближайшего КП или ПУ, имеющих гарантированное питание и постоянный канал связи.

Все вышеперечисленные модификации АСКУ ТП КГС прошли натурные испытания на реальных, действующих производственных объектах добычи газа. В реальных условиях испытания подтвердили возможность измерения забойных параметров в режиме реального времени и передачи их по акустическому каналу на устье. Испытания приборов, установленных в скважинах, проводилась при различных погодных условиях и на различных технологических режимах работы, включая остановку скважины для измерения статического давления, продувку технологических линий, значительное изменение давления входного коллектора ГСС и др., при этом снаряд оставался работоспособным и производил измерения.

На «Телеметрическую систему контроля параметров забоя» были получены патенты на полезную модель №112266 от 09.09.2011 и на изобретение № 2480583 от 27.04.2013, патентообладатель ООО «НПА Вира Реалтайм».

В настоящий момент ведутся работы, позволяющие усовершенствовать АСС и устройство его установки с учётом реальной обстановки на объекте. Мероприятия по развитию АСС направлены на увеличение дальности акустического канала передачи данных до 3-х километров и более и введения канала связи наземного оборудования с АСС. На настоящее время уже разработан и изготовлен силовой акустический элемент стековой конструкции, эффективно работающий как на излучение акустического сигнала, так и на его приём для организации обратной связи. Данный акустический элемент позволит унифицировать с аппаратной точки зрения всю систему передачи данных с забоя на поверхность и позволит управлять режимами измерения забойных параметров.

В целом по результатам работ необходимо отметить следующее:

- В части контроля забойных параметров эксплуатационных скважин в режиме реального времени получены непосредственные доказательства того, что акустический канал, состоящий из плети насосно-компрессорных труб, способен передавать информацию с забоя.

- Наличие акустического канала передачи данных с забоя скважины в АСКУ ТП КГС позволит в режиме реального времени вести технологический контроль за изменением параметров работы скважины: расхода газа, забойного давления и температуры, наличия жидкости на забое скважины. На основе полученных оперативных данных можно производить расчёт характеристик прискважинной зоны пласта, производить оценку текущего состояния скважины, планировать режимы добычи газа, намечать геолого-технические мероприятия по оптимизации работы скважины и др.

- Использование в АСКУ ТП КГС акустического метода передачи данных по сравнению с существующими волоконно-оптическими системами позволит уменьшить материальные и трудозатраты при установке скважинного оборудования, а также при его эксплуатации и обслуживании за счет отсутствия необходимости в ежедневной и периодической профилактике.

- В ходе испытаний 2014г выбрана базовая конструкция АСС, пригодная для последующего развития в плане создания унифицированного ретранслятора акустических данных. Требуется продолжить испытания с учётом необходимости накопления информации по особенностям спуска АСС в действующие скважины и динамике шумовой обстановки на фонтанных арматурах действующих скважин в зависимости от воздействий погодных условий.

Таким образом, на настоящее время предлагаемые в данной статье апробированные решения на базе отечественных разработок для автоматизации процессов добычи газа не имеют аналогов в мире и является высокотехнологичной альтернативой системам, предлагаемым зарубежными сервисными компаниями, как с точки зрения полноты и качества выполняемых функций, удобства установки, эксплуатации и технического обслуживания, так и по стоимостным характеристикам.