

**МОДИФИКАЦИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ СХЕМ  
ВНУТРИСКВАЖИННОГО ИЗМЕРИТЕЛЯ ДАВЛЕНИЯ  
И ТЕМПЕРАТУРЫ**

Видовский Л. А. – доцент

Параскевов В. Н. – ст. преп.

*Кубанский государственный технологический университет*

В статье рассмотрена модернизация внутрискважинного измерителя давления и температуры, разработанного на кафедре ВТ и АСУ КубГТУ. Модернизация позволяет увеличить продолжительность записи параметров давления и температуры; программно в широких пределах изменять периодичность записи параметров.

Современные системы контроля и автоматизации технологических процессов бурения и эксплуатации нефтяных и газовых скважин достаточно совершенны. Разработаны математические модели различных технологических ситуаций и физико-химических процессов, реализованы алгоритмы управления, компьютерные системы для сбора информации и реализации управляющих воздействий.

Базовыми параметрами, подлежащими контролю практически во всех технологических процессах нефтегазодобывающей отрасли, являются давление и температура. Существует широкий спектр средств для измерения этих параметров в наземных условиях, однако для измерений внутри скважины на забое, межколонном и заколонном пространстве применимы лишь немногие специально разработанные приборы, а для измерений горного давления в цементном камне крепи скважины практически отсутствуют.

В настоящее время контроль давления в отдельных пластах многопластовых залежей не проводится в необходимом объеме как из-за низких метрологических характеристик погружных скважинных преобразователей давления, так и из-за их недостаточного количества.

В течение ряда лет на кафедре ВТ и АСУ разрабатывается методология идентификации термобарометрических процессов взаимодействия с окружающей средой подземных нефтегазовых объектов (скважин, трубопроводов, нефтегазохранилищ). Инструментальной составляющей методологии является проблемно-ориентированная АИС, использующая для измерения специально разработанные магнитоупругие датчики давления (авторское свидетельство).

Разработан вариант АИС [1; 2] с электрическим каналом связи между наземной аппаратурой и скважинным прибором (СП), а также вариант АИС с автономным СП, имеющим встроенную электронную память.

В АИС с каналом связи используется разработанный во ВНИИКР-нефть под руководством А. Л. Видовского заколонный измеритель давления и температуры ЗИД-1, который может быть опущен в скважину в кольцевой зазор не менее 20 мм. В зависимости от модификации скважинного снаряда возможно измерение температуры и одного из следующих давлений:

- жидкой (газообразной) фазы среды,
- твердой фазы среды,
- полное давление [3].

Давление и температура в виде электрических сигналов передаются к наземной регистрирующей аппаратуре по каротажному геофизическому кабелю. Наличие канала связи позволяет осуществлять контроль в реальном времени, а также передачу информации от датчика, который невозможно извлечь назад из среды измерений (например, датчик в цементном камне заколонного пространства), однако существенно усложняет тари-

ровку датчиков и, главное, спуск в скважину. К тому же стоимость каротажного кабеля превышает стоимость самого спускаемого в скважину снаряда.

Для исключения проблемы канала связи в тех технологических ситуациях, где это допустимо, для расширения области применения был разработан автономный погружной внутрискважинный измеритель давления и температуры ВИД-1 [4; 5], представляющий собой металлический цилиндр диаметром 32 и длиной 1200 миллиметров. Управление опросом датчиков давления и температуры и записью считанных данных в память выполняет электронная схема, собранная на стандартных дискретных логических элементах.

Пределы измерения давления от 20 до 400 атм., температуры – от 20 до 80 градусов.

Предел допускаемой основной приведенной погрешности в процентах от верхнего предела измерений по давлению 2 %; по температуре – 1,5 %.

Интервал времени между записями в память показаний датчиков устанавливается перед запуском прибора и может составлять 2 сек., 4 сек., 8 сек., 16 сек., 1 или 2 минуты.

Спуск измерителя может быть осуществлен на проволоке через лубрикатор в фонтанные скважины, либо его креплением непосредственно на насосно-компрессорных трубах и спуском-подъемом во время плановых ремонтов.

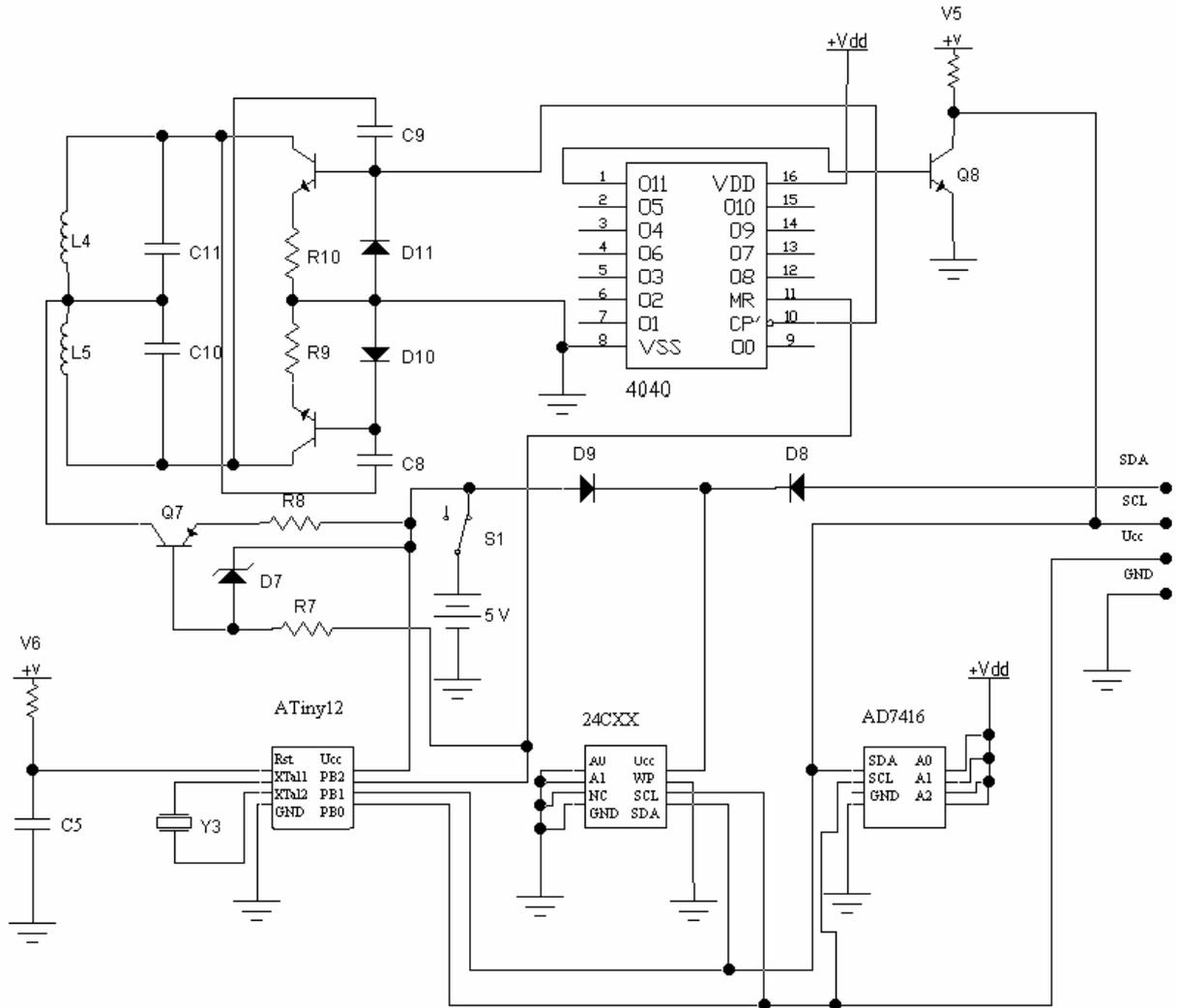
Время пребывания измерителя в скважине определяется емкостью запоминающего устройства, интервалом между измерениями, емкостью источника питания и может составлять до 7 суток. Запоминающее устройство имеет автономное питание и сохраняет информацию даже при отключении основного источника.

Развитие технологий производства электронных компонентов позволило разработать модернизированный вариант внутрискважинного измерителя давления и температуры. В модернизированном ВИДе опросом датчиков давления и температуры управляет микроконтроллер. В качестве датчика давления использован 10-битный цифровой температурный датчик фирмы Analog Devices AD7416, позволяющий измерять температуру в интервале  $-40\text{ }^{\circ}\text{C} \div +125\text{ }^{\circ}\text{C}$  с погрешностью  $\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Датчик имеет встроенный последовательный интерфейс I<sup>2</sup>C для связи с микроконтроллером.

Генератор датчика давления собран на двух транзисторах по стандартной схеме LC генератора. Индуктивность L1 является обмоткой магнитоупругоферритового сердечника – чувствительного элемента датчика давления.

В качестве элементов памяти используются электрически перепрограммируемые элементы памяти фирмы Atmel AT24C256 объемом 256 Кбайт. Прибор позволяет применять элементы памяти любого объема в количестве до 4 элементов. Элементы памяти работают в диапазоне температур  $-55\text{ }^{\circ}\text{C} \div 125\text{ }^{\circ}\text{C}$ , выдерживают не менее 100000 циклов записи, сохраняют данные после снятия напряжения питания не менее 40 лет и имеют встроенный последовательный интерфейс I<sup>2</sup>C для связи с микроконтроллером.

В качестве микроконтроллера управления используется микроконтроллер фирмы Atmel Attiny12, способный работать в диапазоне температур  $-40\text{ }^{\circ}\text{C} \div +85\text{ }^{\circ}\text{C}$  (в промышленном исполнении). Микроконтроллер работает в диапазоне частот  $0 \pm 4$  МГц, потребляя при этом на частоте 4 МГц в активном режиме не более 2,2 Ма, а в режиме пониженного энергопотребления 0,5 Ма. Микроконтроллер имеет встроенную флэш-память объемом 1 Кбайт для хранения микропрограммы управления. На рисунке 1 приведена схема модернизированного ВИД.



**Рисунок 1 – Схема модернизированного ВИД**

Модернизированный ВИД выполнен в виде металлического цилиндра диаметром 25 мм и длиной 500 мм.

После подъема измерителя из скважины он подключается к компьютеру, осуществляется считывание информации из запоминающего устройства, восстановление по тарифовочным характеристикам датчиков кривых изменения во времени давления и температуры. Дальнейшая интерпретация осуществляется совместно с геологическими службами НГДУ.

Устройство подключается к компьютеру через LPT-порт, считывание и запись информации обеспечивает драйвер. Интервалы и порядок опроса

датчиков определяются записью в память устройства специальных коэффициентов.

Модернизированный ВИД обладает следующими преимуществами:

- большой диапазон объема электронной памяти позволяет проводить измерения в течение длительного времени;
- пониженное энергопотребление и наличие режимов "засыпания" позволяют обходиться стандартными элементами питания, что удешевляет стоимость эксплуатации;
- меньшие габариты прибора расширяют диапазон условий применения измерителя;
- программируемый способ задания параметров измерения позволяет в широких пределах изменять режимы опроса датчиков и записи считанных данных.

### Список литературы

1. Видовский, Л. А. Опыт автоматизации с помощью микро-ЭВМ термобарометрических исследований скважин / Л. А. Видовский, В. Ю. Калашников // Азербайджанское нефтяное хозяйство. – 1987. – № 5. – С. 15–20.
2. Видовский, Л. А. Автоматизированная система сбора информации о термобарометрических режимах скважин / Л. А. Видовский, А. Е. Цуприков, В. Ю. Калашников. – Краснодарский ЦНТИ, 1986. – Информ. листок № 83–86. – 3 с.
3. Видовский, А. Л. Методика измерения давления и температуры в зацементированной части заколонного пространства скважины аппаратурой ЗИД-1 / А. Л. Видовский. – Краснодар : ротап rint ВНИИКРнефти, 1975. – 45 с.
4. Видовский, Л. А. Метрологические характеристики и промышленные испытания внутрискважинного измерителя давления и температуры ВИД-1 / Л. А. Видовский, В. Н. Параскевов // Научный журнал КубГАУ [Электронный ресурс]. – Краснодар : КубГАУ, 2003. – № 01(1). – Режим доступа: <http://www.ej.kubagro.ru/2003/01/17/p17.asp>.
5. Видовский, Л. А. Автономный прибор для измерения давления и температуры в скважинах / Л. А. Видовский, В. Н. Параскевов, П. Т. Ничепуренко // Труды Кубанского государственного технологического университета. – 2002. – Вып. 9.