

Сравнительные испытания СИ "БАРС-1" и кориолисового расходомера для технологического учета дебита нефтяной скважины

Авторы: Габдрахманов Р.А., Кузьмин М.И., Чудин В.И., Жилиев О.В., Чудина О.В.

За последние два года для измерения дебита продукции нефтяных скважин увеличилось число предложений по применению кориолисового расходомера. В тоже время в НГДУ "Ленинаторскнефть" ОАО "Татнефть" на протяжении более 4 лет для измерения дебита высоковязкой продукции нефтяной скважины находит успешное применение измерительная система "БАРС-1". В настоящее время на устье нефтяных скважин в НГДУ "Ленинаторскнефть" работает около 300 таких систем.

С 10 по 27 декабря 2007 года на скважине № 35534Г (залеж № 301), расположенной на территории обслуживания ЦДНГ № 4 НГДУ "Ленинаторскнефть" были проведены сравнительные испытания измерительной системы "БАРС-1" с кориолисовыми счетчиками-расходомерами типа СМФ-100. Показания расхода жидкости, измеренные "БАРС-1" и СМФ-100, сравнивались с результатами измерений, выполненными с помощью измерительной установки "ОЗНА-МИКРОН".

Ниже приведем краткую характеристику средств измерения, которые были применены в сравнительных испытаниях.

Кориолисовый массовый счетчик-расходомер



Кориолисовый массовый счетчик-расходомер

Назначение

Прямое измерение массового расхода, плотности и температуры измеряемой жидкости и газов. Вычисление объемного расхода жидкостей и газов.

Рисунок 1

Производитель расходомеров фирма Emerson Process Management, Fisher-Rosemount (США, Голландия) – модель СМФ-100.

Стоимость расходомера – от 450 до 490 тыс. руб., включая НДС

Система измерительная "БАРС-1"



Назначение

Измерение объема газожидкостной смеси, давления в точке замера

Вычисление объемов жидкой и газовой составляющей в составе газожидкостной смеси

Измеряемое вещество

Газожидкостная смесь, поступающая из скважин, на объектах добычи нефти и узлах оперативного контроля учета нефти

Рисунок 2

Состав измерительной системы «БАРС» (см. рис. 2)

- преобразователь расхода «РИНГ»;
- вычислитель многофункциональный ВМКС-2МА;
- датчик избыточного давления взрывозащищенный «МИДА-ДИ-13П-ВИ-0,5/4,0 МПА-01-ПБ»;

Для защиты преобразователей расхода системы от механических примесей рекомендуется в трубопроводе перед системой устанавливать фильтр «РУБЕЖ» или другой фильтр с размером ячейки сетки не более 1,0 мм.

Более подробную информацию о системе измерительной "БАРС-1" можно получить на сайте www.nponts.ru.

Производитель системы измерительной "БАРС-1" НПО "НТЭС", г. Бугульма, РТ, Россия.

Стоимость "БАРС-1" от 81 до 113 тыс. руб., включая НДС.

Установка измерительная "ОЗНА-МИКРОН"



Рисунок 3 – Общий вид внутренней конструкции

В нашем случае установка "ОЗНА-МИКРОН" применялась в качестве эталонного измерительного средства.

Назначение

Трехкомпонентная измерительная установка «ОЗНА МИКРОН» (см. рис. 3 и 4) предназначена для:

- измерения среднесуточного объёмного расхода газожидкостной смеси (ГЖС) и жидкости;
- определения среднесуточного объёмного расхода газа и нефти.

Дополнительные функции:

- измерение плотности жидкости;
- определение среднесуточного массового расхода жидкости;
- определение (или измерение) обводненности;
- нефти;
- определение среднесуточного массового расхода нефти и пластовой воды.

Установки «ОЗНА МИКРОН» изготавливаются как в стационарном, так и в мобильном вариантах.

Производитель установки ОАО АК "ОЗНА", г. Октябрьский, РБ, Россия.

Стоимость установки "ОЗНА-МИКРОН" от 2 до 3 млн. руб., включая НДС.

Для проведения сравнительных испытаний были смонтированы: на устье скважины система измерительная "БАРС-1"; установка "ОЗНА-МИКРОН" в составе двух кориолисовых расходомеров типа СМФ-100 (см. рис. 4 и 5). Причем, один - на входе в сепаратор, а другой - после сепаратора и трубопоршневого измерительного блока установки. Целью работы являлось определение погрешности измерений системы измерительной "БАРС-1" и кориолисовых расходомеров относительно установки измерительной "ОЗНА-МИКРОН".



Рисунок 4

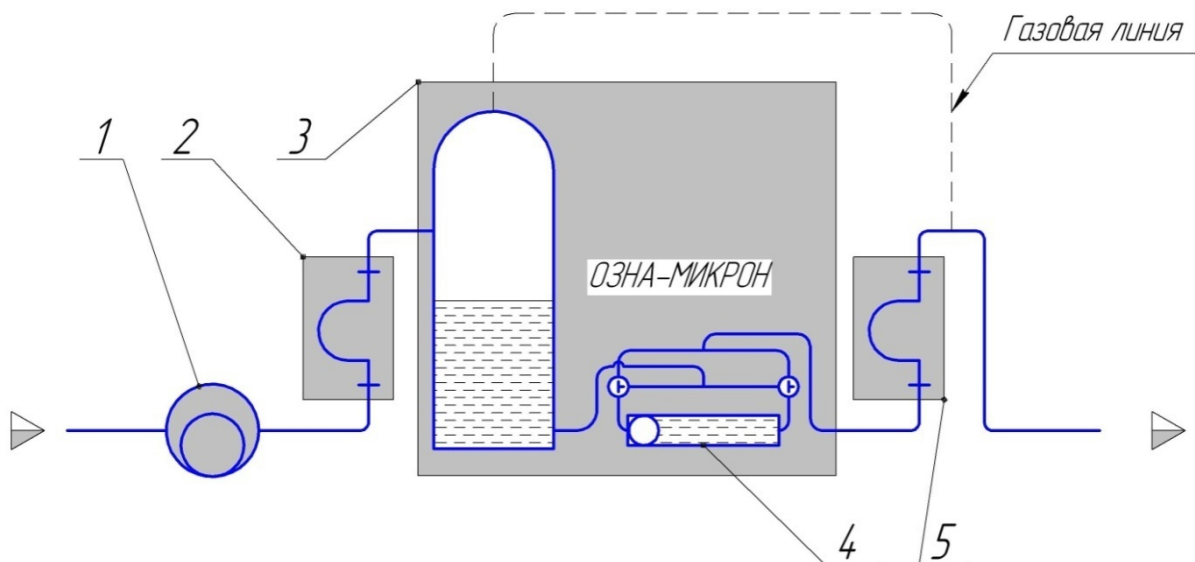


Рисунок 5 – Схема обвязки средств измерений.

1 – система измерительная "БАРС-1"; 2 – расходомер кориолисовый CMF-100; 3 - установка измерительная "ОЗНА-МИКРОН"; 4 – трубопоршневой измерительный блок установки; 5 - расходомер кориолисовый CMF-100.

Расходомер CMF-100, который смонтирован на входе перед сепаратором установки "ОЗНА-МИКРОН", измеряет объём газожидкостной смеси, поступающей из устья скважины. Другой кориолисовый расходомер, который смонтирован на жидкостной линии на выходе из установки и трубопоршневого измерительного блока, измеряет объём жидкости, отделенной от газа в сепараторе.

Условия измерения продукции скважин, расположенных на залежи № 301, характеризуются низким давлением насыщения нефти газом, высокой вязкостью потока продукции (см. таблицу).

Краткая характеристика условий измерения:

Таблица

Наименование параметра	Параметр
Давление в условиях измерения, МПа	0,5
Давление насыщения нефти газом, МПа	1,2
Давление рабочей среды в условиях измерения, МПа	от 0,4 до 0,55
Объёмная доля воды в составе продукции, %	11,0
Газовый фактор, нм ³ /т нефти	4,6
Вязкость продукции, сСт	от 800 до 1500

Для удобства обработки, результаты всех сличаемых средств измерений были приведены к среднесуточным значениям. На рис. 6 представлены результаты измерений. Из рис. 6 видно, что объёмные расходы газожидкостной смеси, измеренные системой измерительной "БАРС-1" и CMF-100, достаточно близки по значениям. Напротив, величины измеренных объёмных расходов жидкости, входящей в состав продукции скважины, измеренные с помощью "БАРС-1" и CMF-100, значительно отличаются. Как видно рис. 6,

измеренный объёмный расход жидкости с помощью установки "ОЗНА-МИКРОН", совпадает с показаниями "БАРС-1".

Также на рис. 6 показана кривая измеренного расхода попутного нефтяного газа "БАРСом-1". К сожалению, сравнить показания измеренного расхода газа с эталонной установкой "ОЗНА-МИКРОН" не удалось по причине её неработоспособности по каналу измерения расхода газа.

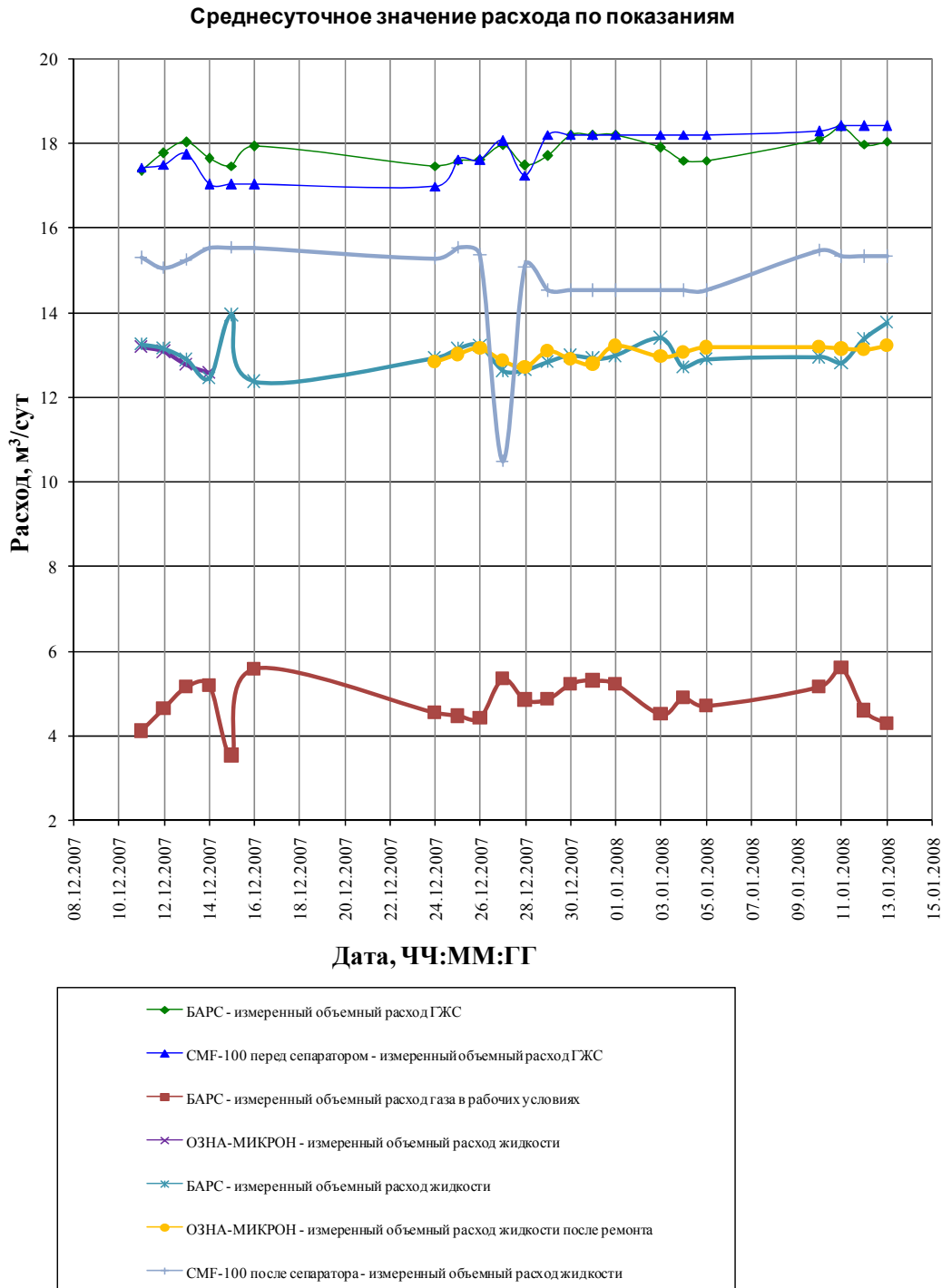


Рисунок 6

На рис. 7 показаны в сопоставление кривые изменения результатов измерения массового расхода расходомерами CMF-100, установленными до и после сепаратора. Как видно из рис. 8 отклонение результатов измерений составляет от 2 до 51 %. Поскольку через первый расходомер CMF-100 вместе с жидкостью проходила дополнительная масса газа¹, то разница измеренных результатов должна отличаться на величину этой массы газа. Расчет показывает, что дополнительная погрешность результата измерения от влияния массы газа должна быть не более 0,43 %. Одной из вероятных причин увеличения погрешности измерения кориолисовых расходомеров является наличие газа в потоке продукции скважины.

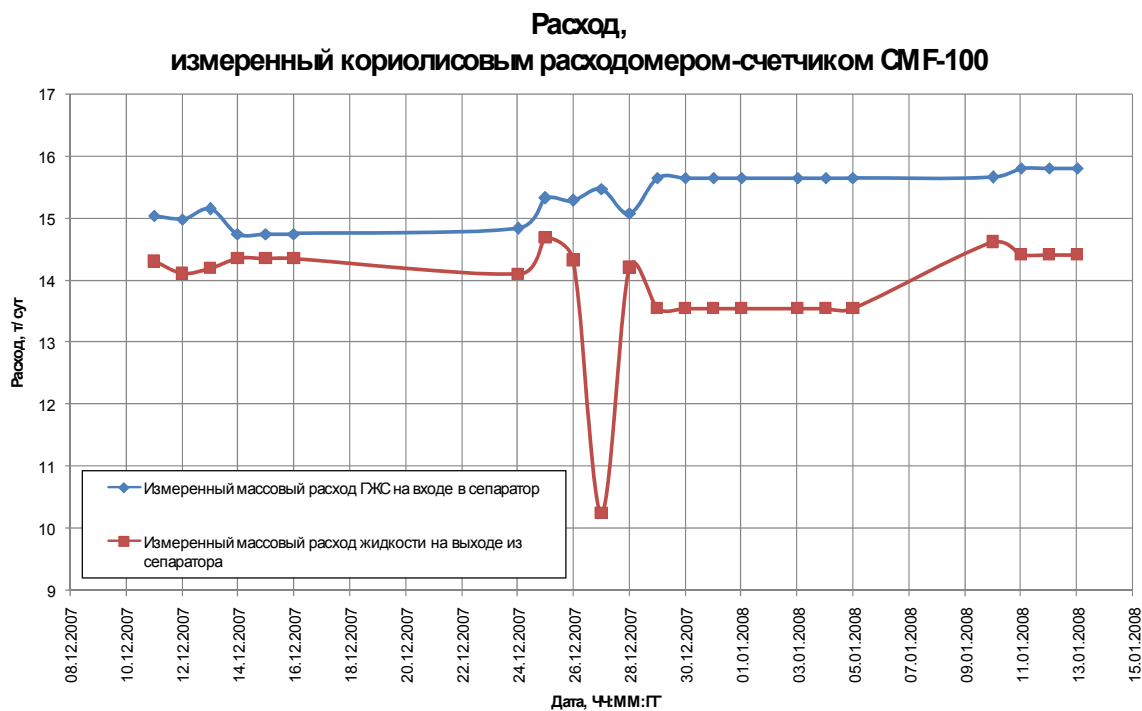


Рисунок 7



Рисунок 8

¹ Среднее значение объёмной доли этой массы газа, входящей в состав газожидкостной смеси, за период измерения составило 28,4 %. Величина объёмной доли газа была определена по результатам измерений измерительной системы "БАРС-1".

На рис. 9 в сравнении показаны кривые изменения относительной погрешности измерения жидкости в составе продукции скважины расходомером СМФ-100, установленного после сепаратора на жидкостной линии (см. рис. 5), и измерительной системой "БАРС-1". Для данного случая расчет погрешности производился относительно установки "ОЗНА-МИКРОН".

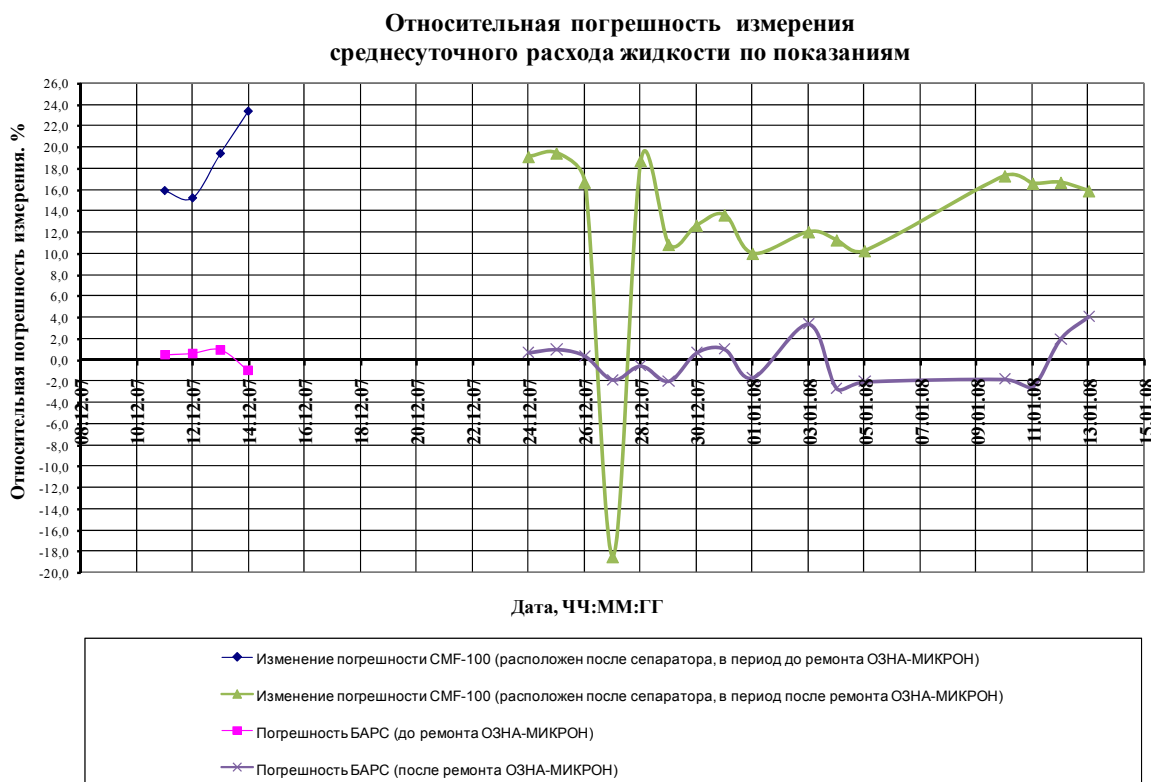


Рисунок 9

Из рис. 9 видно, что наименьшее отклонение результатов измерений наблюдается у системы измерительной "БАРС-1" (в большинстве случаев от 0,5 до 2 %, а в отдельности достигает 4 %). Результаты измерений расходомером СМФ-100, установленном на жидкостной линии после установки "ОЗНА-МИКРОН", значительно хуже (относительная погрешность измерения составила от 24 до минус 19 %).

На рисунке 10 представлен анализ относительного отклонения показаний расхода газожидкостной смеси друг от друга измерительной системы "БАРС-1" и кориолисового расходомера СМФ-100. Как видно из рис. 8 результаты измерений расхода газожидкостной смеси расходомером СМФ-100 удовлетворительные. Отклонение от результатов "БАРС-1" находится в пределах от 4 до минус 5 %.

**Относительное отклонение друг от друга
показаний измерений измерительной системы "БАРС-1" и расходомера
СМF-100**

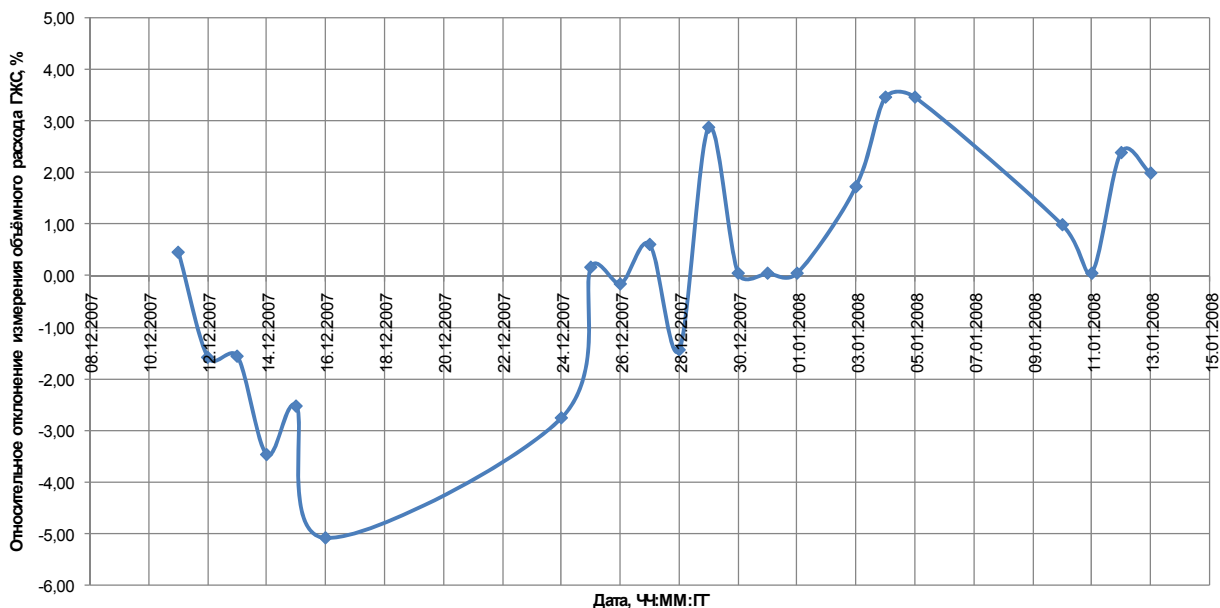


Рисунок 10

Выводы:

1. Установка измерительная "ОЗНА-МИКРОН" показала хорошие метрологические результаты при измерении жидкости в условиях измерения продукции скважины № 35534Г.
2. Установка "ОЗНА-МИКРОН" может применяться в качестве эталона при исследовании метрологических характеристик внедряемых средств измерения.
3. Кориолисовый счетчик-расходомер имеет высокую погрешность измерения жидкости в описанных условиях измерения.
4. Применение кориолисового счетчика-расходомера для технологического учета в условиях непрерывной эксплуатации в описанных условиях измерения потребует дополнительного применения сепаратора с высоким коэффициентом сепарации, обеспечивающего отделение газа от жидкости.
5. Система измерительная "БАРС-1" в процессе испытаний показала хорошие метрологические параметры.
6. "БАРС-1" позволяет производить измерение без предварительной сепарации четырех параметров газожидкостной смеси потока продукции скважины, а именно: объёмного расхода газожидкостной смеси, объёмного расхода жидкости, расхода попутного нефтяного газа в рабочих и при нормальных условиях.
7. Соотношение цены, эксплуатационных затрат, метрологических параметров измерения и качества измерительной системы "БАРС-1", на наш взгляд, наиболее оптимальное.