

## Исследование метрологических характеристик

### вибрационного плотномера 804

О.В. Зацерклянный

ООО «Пьезоэлектрик», Ростов-на-Дону, Россия, [zov@piezo.su](mailto:zov@piezo.su)

В вибрационных плотномерах плотность жидкости или газа определяется по резонансной частоте некоторого тела (вибратора), взаимодействующего с измеряемой средой [1]. На основе этого принципа разработана конструкция плотномера 804 со следующими характеристиками:

- диапазон измеряемых плотностей жидкости: 0 .. 2000 кг/м<sup>3</sup>;
- погрешность измерения  $\pm 0,5$ ; 1,0 кг/м<sup>3</sup>;
- диапазон рабочих температур: -70° .. +80 °С;
- диапазон рабочих давлений: от 0 до 16 МПа.

Расширение спектра применений плотномера 804 привело к необходимости как уточнения метрологических характеристик в различных средах, так и существенного их улучшения. Особенности измеряемых сред и условий эксплуатации в нефтедобыче, пищевой промышленности, строительстве и транспорте не всегда позволяли применять плотномер 804 без дополнительных исследований возможности применения. В ходе проведенных исследований изучалась работа плотномера в различных концентрациях соляных растворов, в том числе морской воде, смесях неоднородных жидкостей и жидкостях с вязкостью более 1000 спз. По результатам испытаний были внесены изменения в конструкцию первичного преобразователя, электронную схему и алгоритмы обработки данных.

Целью исследования являлось экспериментальное подтверждение снижения погрешности измерения Плотномера при работе в вязких средах и различных растворах.

В ходе исследования решались следующие задачи:

Определение основной погрешности плотномера в соответствии методикой [2]. Измерения проводились при температуре  $20 \pm 0,1$  °С на жидкостях с плотностями от 680 до 1630 кг/м<sup>3</sup>.

- Определение основной погрешности плотномера по методике поверки [2] в неоднородных жидкостных смесях, морской воде и пульпах.

- Исследование метрологических характеристик плотномера в жидкостях с вязкостью от 100 до 10000 спз и выше.

В качестве образцов для испытаний, использовались плотномеры 804 с усовершенствованными схмотехническими характеристиками. Испытания проводились на стенде для проверки плотномера 804 с эталонными (поверочными) жидкостями в нормальных условиях. Температура в термостате поддерживалась с погрешностью  $\pm 0,05$  °С в требуемом диапазоне температур. Измерялась плотность чистых однородных жидкостей, водных растворов различных солей и кислот, светлых нефтепродуктов, растительных масел и полиметилсилоксанов.

Измерения плотности жидкости основывались на непосредственном сличении результатов измерений плотности жидкости-компаратора выполненных при одинаковых условиях поверяемым плотномером 804 и эталонным лабораторным плотномером. Погрешность измерения эталонного плотномера составляет  $\pm 0,1$  кг/м<sup>3</sup>.

Результаты измерений основной погрешности плотномеров 804 в жидкостях с различной плотностью и вязкостью приведены в таблице.

Из приведенных данных следует, что:

- Основная погрешность измерения плотности, полученная по стандартной методике поверки плотномеров [2] не превышает  $\pm 1$  кг/м<sup>3</sup> или примерно  $\pm 0,1\%$  ;

- Погрешность измерения плотности водных растворов различных солей и кислот, светлых нефтепродуктов также не превышает  $\pm 1$  кг/м<sup>3</sup>;

- Погрешность измерения плотности вязких жидкостей не превышает  $\pm 1$  кг/м<sup>3</sup> в диапазоне до 1000 спз, и  $\pm 3$  кг/м<sup>3</sup> в диапазоне до 10000 спз;

Таблица. Основная погрешность плотномера 804 в различных жидкостях.

Наименование	Плотность, по эталону кг/м <sup>3</sup>	Вязкость, спз	Измеренная плотность кг/м <sup>3</sup>	Погрешность кг/м <sup>3</sup>
Вода <sup>[3]</sup>	998,2	1,00	998,1	0,1
Бензин	687,9	0,54	688,1	0,2
Спирт	820,2	1,19	820,5	0,3
Хлористый метилен	1324,2	0,46	1324,3	0,1
Перхлорэтилен	1625,2	0,68	1625,5	0,3
Раствор вода+NaCl	1027,5	~1	1027,5	0,0
Керосин	826,4	~1,4	826,5	0,1
ПМС-5	921,5	5	921,8	0,3
ПМС-20	945,3	20	945,5	0,2
ПМС-100	961,7	100	961,9	0,2
ПМС-200	963,5	200	963,8	0,3
ПМС-1000	966,4	1000	967,0	0,4
ПМС-10000	971	10000	973,5	2,5

### *Литература*

1. Зацерклянный О.В. Вибрационные плотномеры газов и жидкостей для продукции газоконденсатных скважин. // Автоматизация, телемеханика и связь в нефтяной промышленности. 2011 - №2
2. Плотномеры 804, Методика поверки. МП № 2302-051-2010
3. Физические величины: Справочник/ А.П. Бабичев, Н.А. Бабушкина, А.М. Братковский и др.; Под ред. И.С. Григорьева, Е.З. Мейлихова. – М.; Энергоатомиздат, 1991. -1232 с.