

РАСШИРЕНИЕ ДИАПАЗОНА ВЯЗКОСТИ ВИБРАЦИОННЫЙ ПЛОТНОМЕРОВ ЖИДКОСТИ

Зацерклянный О.В.

НКТБ «Пьезоприбор», Ростов-на-Дону, Россия

В вибрационных плотномерах плотность жидкости или газа определяется по резонансной частоте некоторого тела (вибратора), взаимодействующего с измеряемой средой. В зависимости от способа контакта механического резонатора с контролируемой средой различают проточные и погружные плотномеры. В погружных плотномерах механический резонатор, например камертон, помещают в контролируемую среду на некоторую глубину, и ее влияние подобно действию некоторой "присоединенной массы", связанной с резонатором и увлекаемой им в колебательное движение. Величина присоединенной массы зависит от плотности вещества, следовательно, девиация частоты резонансных колебаний является параметром, по которому определяется плотность.

На основе этого принципа разработан вибрационный плотномер 804, рис. 1, обладающий следующими техническими характеристиками:

- Диапазоны измеряемых плотностей: кг/м^3 0÷160, 620÷1630
- Погрешность измерения: $\pm 0,5; 1,0 \text{ кг/м}^3$
- Вязкость среды: не более $100 \text{ мм}^2/\text{с}$.
- Диапазон температур: $-70^\circ \dots +80^\circ \text{C}$
- Максимальные рабочие давления: 16 МПа.

Первичный преобразователь представляет собой вибратор камертонного типа, выполненный из нержавеющей стали. Возбуждение колебаний камертона на частоте резонанса осуществляется с помощью автогенератора. Далее, микроконтроллер определяет

частоту колебаний и вычисляет текущую плотность вещества с учетом температурных изменений колебательной системы. Комбинация значений частоты, амплитуды и температуры дает информацию о возможном налипании, демпфировании или коррозии камертона. Значения плотности с признаками достоверности отображается на жидкокристаллическом индикаторе и передается по линии аналогового сигнала 4-20 мА, либо по цифровому интерфейсу с протоколом Modbus.

Плотномер успешно прошел сертификационные испытания, опытную эксплуатацию и в настоящее время применяется для измерений продуктов газоконденсатных скважин, сахарной промышленности и пр.

Сравнение с аналогами, приведенное в таблице 1 показывает, что плотномер 804 не уступает по диапазону и точности измерения лучшим отечественным и зарубежным образцам, а также полностью адаптирован к условиям крайнего севера. Таблица 1.



Рисунок 1.

Параметр	Solartron 7828 Великобритания	Плот-3 Россия	804 Россия
Диапазон измерений, кг/м ³	0÷3000	0÷120 420÷1600	0÷160 620÷1630
Погрешность, кг/м ³	1,0	0,3	0,5
Температура среды, С	-50÷200	-40÷85	-70÷80
Вязкость жидкости, мм ² /с	до 20000	до 200	до 100
Давление среды, МПа	20	6,3	16
Потребляемая мощность, ВА	1,68	0,54	0,48

Единственный параметр, по которому существует отставание от Solartron 7828, является значение верхней границы вязкости измеряемой жидкости. Увеличение диапазона допустимой вязкости позволит расширить спектр контролируемых жидкостей, дополнив его вязкими нефтепродуктами, компонентами пищевой и химической промышленности и является актуальным для дальнейшего развития плотномера 804.

Исследование 10 серийных образцов плотномеров 804 показало, что превышение погрешности более 0,5 кг/м³ наблюдается начиная с вязкости 170÷200 мм²/с и при увеличении вязкости до 1000 мм²/с заявленной погрешности соответствовали только 20% образцов. Погрешность на остальных образцах достигала 10 кг/м³.

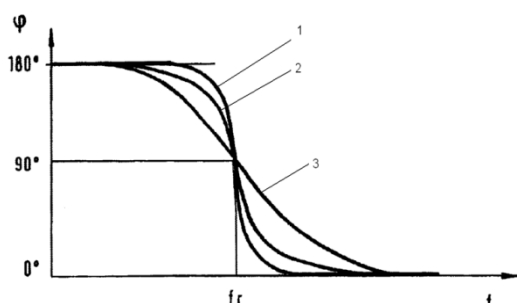


Рисунок 2; 1-ПМС-5; 2-ПМС-200;
3-ПМС-1000.

Погружение механического резонатора в вязкую жидкость приводит к снижению добротности, которое может достигать двух порядков. Изменение фазо-частотной характеристики камертона в жидкостях с различной вязкостью представлено на рисунке 2.

Исходя из принципа действия автогенератора, сдвиг фаз зависит от рабочей частоты, т.е.

$$\varphi(f) \neq const \neq 90^{\circ}$$

Следовательно, в системах с малой добротностью (<10) отклонение значения частоты автогенератора от резонансной может достигать нескольких герц, что в переводе на плотность составляет десятки кг/м³. Это делает невозможным применение автогенераторных схем и ставит задачу разработки принципиально иного метода возбуждения колебаний камертона.

Литература

1. Жуков Ю.П. Вибрационные плотномеры. М. Энергоатомиздат, 1991
2. Зацерклянный О.В. Вибрационные плотномеры газов и жидкостей для продукции газоконденсатных скважин. Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности. 2011 - № 2