

НОВЫЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ ПЛОТНОСТИ СВЕТЛЫХ НЕФТЕПРОДУКТОВ ПО ИЗМЕРЕНИЮ СКОРОСТИ ЗВУКА

В.С. Лазебный, А.М. Семенов, ООО «НПЦ «Виатех», г. Киев

Экспресс-анализ параметров светлых нефтепродуктов и, в частности, измерение их плотности приобрели в последнее время особую актуальность. На железнодорожном транспорте, например, желательнее контролировать уровень налива и массу нефтепродуктов в цистерне без ее вскрытия и нарушения пломб. На нефтеперерабатывающих предприятиях необходим непрерывный контроль этих параметров в процессе технологических операций.

Существующие методы и приборы чаще всего не могут обеспечить оперативность измерения в условиях взрывоопасных зон и не экологичны, так как требуют отбора проб и вскрытия емкостей. Это особо проблематично, например, для герметичных емкостей со сжиженными углеводородами, находящимися под давлением.

Внедрение в практику нового поколения ультразвуковых уровнемеров с внешней фиксацией электроакустических преобразователей, обеспечивающих измерение уровня и скорости звука в измеряемой жидкости, открыло возможность бесконтактной оценки параметров жидкости по измеренной скорости звука.

Для жидкостей однородного химического состава (не смесей) связь между плотностью, температурой и скоростью звука однозначна, т.е. если известен один из параметров, то однозначно определены и два других [1].

Светлые нефтепродукты – это смеси различных углеводородов. Их состав не нормирован стандартами и заметно отличается у различных производителей. Экспериментальные исследования, проведенные ООО «НПЦ «Виатех», показали, что для удовлетворительной оценки плотности светлых нефтепродуктов необходимо измерять скорость звука и температуру.

По результатам лабораторных исследований зависимостей плотности и скорости звука от температуры для бензинов А76, АИ92, АИ95, АИ98 разных производителей была получена следующая эмпирическая зависимость стандартной (при температуре 20 градусов) плотности D от скорости звука и температуры:

$$D = 0.0006267 \cdot [C + C1] + 0.00996,$$

где: D – плотность нефтепродукта в $\text{гр}/\text{см}^3$,

C – измеренная скорость звука в м/с,

$C1$ – поправка к измеренной скорости звука из приведенной ниже таблицы, м/с.

t изм	-20	-19	-18	-17	-16	-15	-14	-13
C1	-206.4	-200.4	-194.4	-188.4	-182.4	-176.4	-170.4	-164.4
t изм	-12	-11	-10	-9	-8	-7	-6	-5
C1	-158.4	-152.4	-146.4	-140.4	-134.4	-128.4	-122.4	-116.4
t изм	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3
C1	-110.4	-104.4	-98.4	-92.4	-86.4	-80.4	-74.4	-68.4
t изм	4	5	6	7	8	9	10	11
C1	-62.4	-56.4	-50.4	-44.4	-38.4	-35.2	-32	-28.8
t изм	12	13	14	15	16	17	18	19
C1	-25.6	-22.4	-19.2	-16	-12.8	-9.6	-6.4	-3.2
t изм	20	21	22	23	24	25	26	27
C1	0	3.2	6.4	9.6	12.8	16	19.2	22.4
t изм	28	29	30	31	32	33	34	35
C1	25.6	28.8	32	35.2	38.4	41.6	44.8	48

Плотность при произвольной температуре t может быть определена по формуле:

$$D_t = \{D - 0.00182487[t - 20]\} / \{1 - 0.001316447[t - 20]\}.$$

По предварительной оценке, приведенные формулы применительно к светлым нефтепродуктам включая сжиженный пропан-бутан позволяют определить плотность с погрешностью 3-4 единицы в третьем знаке после запятой.

Разработанная методика внедрена в аппаратуру и программное обеспечение, поставленные НПЦ «Виатех» различным предприятиям, и позволяет, например, решать задачи:

- измерение плотности пропан-бутана по скорости звука и температуре (Бориспольская база хранения сжиженных газов, ПИИ «Лукойл-Украина», ; ЗАО «Киевпропангаз», г.Киев);
- измерение плотности газового конденсата по скорости звука и температуре (ДП«Черноморнефтегаз», п. Глебовка);
- измерение плотности метанола по скорости звука (ЗАО «Линос», г. Лисичанск);
- измерение плотности сжиженного аммиака по скорости звука (ЗАО «Азот», г.Черкасы);
- измерение плотности и массы светлых нефтепродуктов в железнодорожных цистернах с помощью портативных ультразвуковых уровнемеров УУП1 (вручную) и УУП1-П (автоматически).

ООО «НПЦ «Виатех» продолжает работы по совершенствованию методики, уточнению сферы ее применения и обеспечению ее метрологической аттестации.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Лепендин Л.Ф. Акустика. 1978г. М. «Высшая школа».