

УДК 543.614.3

**СПОСОБ ГРАДУИРОВКИ АКУСТООПТИЧЕСКИХ
СПИРТОМЕРОВ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ОБЪЁМНОЙ ДОЛИ
ЭТИЛОВОГО СПИРТА В МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ
СПИРТСОДЕРЖАЩИХ РАСТВОРАХ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ
ВКЛАДА ИНГРЕДИЕНТОВ В ОБЪЁМНУЮ ДОЛЮ
ЭТИЛОВОГО СПИРТА В МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ
СПИРТСОДЕРЖАЩИХ РАСТВОРАХ**

Н.А. Аскеров

*ФГУП «ВНИИФТРИ», Менделеево, Московская обл., Россия,
askerov@vniiftri.ru*

Аннотация. Представлен способ градуировки акустооптических спиртомеров, включающий в себя однократную процедуру, действительную на весь период эксплуатации спиртомера в комплекте с двухканальными оптическими отградуированными кюветами по многокомпонентным спиртосодержащим растворам.

Дан сравнительный анализ измерительных характеристик акустооптического спиртомера с прототипом — ареометром для спирта. Приведены технические результаты градуировки.

Ключевые слова: ареометр, акустооптический спиртомер, кювета, опорный канал, измерительный канал, эталонный водно-спиртовой раствор, объёмная доля этилового спирта, многокомпонентный спиртосодержащий раствор.

METHOD FOR CALIBRATING ACOUSTO-OPTICAL ALCOHOLOMETERS FOR MEASURING THE VOLUME RATIOS OF ETHYL ALCOHOL IN MULTICOMPONENT ALCOHOL-CONTAINING SOLUTIONS AND DETERMINING THE CONTRIBUTION OF INGREDIENTS IN THE VOLUME RATIO OF ETHYL ALCOHOL IN MULTICOMPONENT ALCOHOL-CONTAINING SOLUTIONS

N.A. Askerov

*FSUE "VNIIFTRI", Mendeleevo, Moscow region, Russia,
askerov@vniiftri.ru*

Annotation. A method for calibrating acousto-optic alcoholometers which includes a single procedure valid for the entire period of operation of the alcoholometer completed with two-channel optical calibrated cuvettes for multicomponent alcohol-containing solutions is presented.

A comparative analysis of the measuring characteristics of an acousto-optic alcoholometer with a prototype - areometer for alcohol is given. The technical results of the calibration are presented.

Key words: areometer, acousto-optical alcoholometer, cuvette, reference channel, measuring channel, standard water-alcohol solution, volume ratio of ethyl alcohol, multicomponent alcohol-containing solution.

Введение

Представленный способ градуировки распространяется на многокомпонентные спиртосодержащие растворы (МСР), на алкогольную продукцию любой крепости и состава (пиво, вино, ликеры, наливки, настойки, водки, коньяки, виски, бальзамы и т.д.). Процедура градуировки для каждого МСР производится только один раз. Сроки дальнейших прямых измерений по однажды отградуированным изделиям не ограничены.

Акустооптические спиртомеры (АОС), установленные в линиях розлива, градуируются в реальных условиях эксплуатации, непосредственно в технологических линиях, в условиях, соответствующих технологическому процессу (температура производственного помещения, температура заливаемого раствора, турбулентность потока и т.д.).

Ареометрический метод измерения

Прототипом АОС является традиционный ареометрический метод анализа, основанный на измерении плотности водно-спиртового раствора [1]. Ареометрический метод измерения объёмной доли этилового спирта входит в ГОСТ 8.024-2002 [2].

Ареометры отградуированы при температуре 20 °С. Если температура измерения отличается от 20 °С, следует довести её до 20 °С или измерить при другой температуре, пользуясь табличными данными [3]. При измерениях используются ареометры для спирта по ГОСТ 18481-81 [4] и термометры ртутные стеклянные лабораторные по ГОСТ 28498-90 [5]. По результатам показаний ареометра и термометра с учётом поправок на них вычисляется объёмная доля этилового спирта [3].

Ареометром для спирта определяется объёмная доля этилового спирта в полученном водно-спиртовом растворе по ГОСТ 3639-79 [6].

Недостатки ареометрического метода измерения объёмной доли этилового спирта:

- для определения объёмной доли этилового спирта в МСР необходимо перегонять спирт от алкогольной продукции с соблюдением требований процедуры перегонки ликероводочных изделий в соответствии с ГОСТами на них;
- процедуру перегонки надо проводить всегда для каждой продукции каждый раз;

- в производстве алкогольной продукции при доводке продукта до готовности приходится неоднократно перегонять промежуточный виноматериал;
- каждое измерение ареометром с обработкой результатов занимает около 1,5–2 часов. Ареометрический метод анализа трудоёмок.

Акустооптический спиртомер

АОС относится к средствам измерений пищевой промышленности, предназначен для измерения и контроля объёмной доли этилового спирта в линиях розлива алкогольной продукции в заводских лабораториях у производителей алкогольной продукции, в центрах государственного контроля за качеством алкогольной продукции.

АОС представляет собой акустооптический двухлучевой спектрофотометр с программным блоком управления и обработки данных.

Метод измерения объёмной доли этилового спирта АОС основан на измерении величины резонансного поглощения в исследуемом водно-спиртовом растворе и сравнении её величины с величиной резонансного поглощения эталонного водно-спиртового раствора. Объёмная доля этилового спирта в измеряемом растворе определяется по ослаблению излучения на характерных длинах волн, обусловленных наличием этилового спирта в данном растворе, и рассчитывается по алгоритму, заложенному в программное обеспечение с архивированием и с выводом результата измерения на экран монитора [7].

Объём анализируемой пробы на АОС не более 15 см³; время одного измерения не более 1 мин.

Градуировка

На отградуированном АОС, предназначенном для измерения объёмной доли этилового спирта в водно-спиртовых растворах, запускается программа измерения объёмной доли этилового спирта с архивированием и выводом на монитор результатов промежуточных вычислений.

Способ градуировки АОС по МСР для измерения объёмной доли этилового спирта МСР без перегонки — экспресс-анализ, который заключается в том, что измерение осуществляется АОС двухканальным оптическим кюветным блоком, в опорный канал которого залит эталонный водно-спиртовой раствор с известной объёмной долей этилового спирта, которая остается неизменной в течение всего периода эксплуатации АОС.

Для измерения объёмной доли этилового спирта в МСР перегоняется спирт от градуируемого МСР, измеряется в нем истинное значение объёмной доли этилового спирта в МСР эталонным ареометром АСП — рабочим эталоном 1-го разряда по ГОСТ 3639-79.

Выбирается кювета, рабочий диапазон которой содержит ожидаемую объёмную долю этилового спирта в измеряемом растворе. Заполняется измерительный канал кюветы МСР без перегонки. Кювета устанавливается в кюветное отделение АОС. Выбирается из таблицы исходных данных (таблица 1) строчка «Спирт-вода ХХ» по объёмной доле этилового спирта, соответствующей ожидаемой объёмной доле этилового спирта в измеряемом растворе.

Проводится измерение объёмной доли этилового спирта АОС в МСР без перегонки. Создаётся новая строка в таблице исходных данных под наименованием МСР с данными строчки «Спирт-вода ХХ», на которой производилось измерение, корректируется в ней значение «отсечки» $ар2$, по которому проводилось измерение МСР без перегонки на вычисленное значение «отсечки» $(ар2)_м$, соответствующее, истинному значению объёмной доли этилового спирта МСР.

Разность «отсечки» со знаком (–) добавляется, разность со знаком (+) вычитается из значения «отсечки» соответствующей строчки «Спирт-вода ХХ», по которому проводилось измерение (каждому 0,01 % об. соответствует 10 единица $ар2$).

По созданной строчке в дальнейшем проводится экспресс-анализ — измерение объёмной доли этилового спирта по наименованию градуируемого МСР.

Определяется вклад ингредиентов в объёмную долю этилового спирта в МСР по формуле

$$\Delta C_M = C_M - C_B,$$

где C_B — объёмная доля этилового спирта водно-спиртового раствора, полученного от перегонки градуируемого МСР, измеренная ареометром для спирта АСП рабочим эталоном 1-го разряда — истинное значение объёмной доли этилового спирта, градуируемого МСР; C_M — объёмная доля этилового спирта МСР без перегонки, измеренная АОС.

Технический результат градуировки

Экспресс-анализ — уменьшение продолжительности измерения объёмной доли этилового спирта АОС в МСР более чем в сто раз, по сравнению с прототипом — ареометром для спирта, упрощение процедур измерения.

База данных по типам и спектрам продукции позволяет: определить тип алкогольной продукции по спектру; определить влияние ингредиентов, входящих в состав рецептуры, на результат измерения объёмной доли этилового спирта; сопровождать экспресс-анализом технологический процесс готовности винома- териала; идентифицировать производимую алкогольную продукцию производи- телем; определять поступившую на экспертизу продукцию — свой/чужой, срав- нивая спектральную характеристику контрольного арбитражного образца, объём- ную долю в нём этилового спирта, вклада ингредиентов в объёмную долю этило- вого спирта.

Таблица

Таблица исходных данных List.alc

Наименование	Ном. % об.	Откл. % об.	Кол- во	Кол- во	F_1 , кГц	f_c , кГц	f_2 , кГц	Кол- во	Кол- во	Нак.	ар2, сд.	ар3
Спирт-вода	05,0	01,00	3	3	8130,00	7989,00	7846,00	2	3	64,00	390,41	22,42
Спирт-вода	10,0	02,00	3	3	8130,00	7989,00	7846,00	2	3	64,00	390,41	22,42
Спирт-вода	15,0	02,00	3	3	8130,00	7989,00	7846,00	2	3	64,00	390,41	22,42
Спирт-вода	20,0	05,00	3	3	8130,00	7989,00	7846,00	2	3	64,00	390,41	22,42
Спирт-вода	25,0	05,00	3	3	8130,00	7989,00	7846,00	2	3	64,00	390,41	22,42
Спирт-вода	25,1	05,00	3	3	8200,00	7980,00	7854,00	2	3	64,00	1200,00	18,59
Спирт-вода	30,0	05,00	3	3	8200,00	7980,00	7854,00	2	3	64,00	1200,00	18,59
Спирт-вода	35,0	05,00	3	3	8200,00	7980,00	7854,00	2	3	64,00	1200,00	18,59
Спирт-вода	40,0	05,00	3	3	8200,00	7980,00	7854,00	2	3	64,00	1200,00	18,59
Спирт-вода	45,0	05,00	3	3	8200,00	7980,00	7854,00	2	3	64,00	1200,00	18,59
Спирт-вода	50,0	05,00	3	3	8200,00	7980,00	7854,00	2	3	64,00	1200,00	18,59
Спирт-вода	55,0	05,00	3	3	8200,00	7980,00	7854,00	2	3	64,00	1200,00	18,59
Спирт-вода	60,0	05,00	3	3	8200,00	7980,00	7854,00	2	3	64,00	1200,00	18,59
Спирт-вода	60,1	05,00	3	3	8143,00	7975,00	7849,00	2	3	64,00	2070,00	17,30
Спирт-вода	65,0	05,00	3	3	8143,00	7975,00	7849,00	2	3	64,00	2070,00	17,30
Спирт-вода	70,0	05,00	3	3	8143,00	7975,00	7849,00	2	3	64,00	2070,00	17,30
Спирт-вода	75,0	05,00	3	3	8143,00	7975,00	7849,00	2	3	64,00	2070,00	17,30
Спирт-вода	80,0	05,00	3	3	8143,00	7975,00	7849,00	2	3	64,00	2070,00	17,30
Спирт-вода	85,0	05,00	3	3	8143,00	7975,00	7849,00	2	3	64,00	2070,00	17,30
Спирт-вода	90,0	05,00	3	3	8143,00	7975,00	7849,00	2	3	64,00	2070,00	17,30
Спирт-вода	96,0	02,00	3	3	8143,00	7975,00	7849,00	2	3	64,00	2070,00	17,30
Пиво «Клинское»	4,5	02,00	1	3	8647,00	8436,00	8306,00	2	3	64,00	-155,44	22,42
«Джин-тоник»	6,0	02,00	1	3	8647,00	8436,00	8306,00	2	3	64,00	-765,44	22,42
Вино «Арбатское»	11,0	02,00	1	3	8647,00	8436,00	8306,00	2	3	64,00	-105,44	22,42
Вино «Гостевое»	12,0	02,00	1	3	8647,00	8436,00	8306,00	2	3	64,00	-2815,44	22,42
Настойка сладкая Сливовая	18,0	01,00	1	3	8647,00	8436,00	8306,00	2	3	64,00	-1705,44	22,42
Настойка сладкая Лесная малина	20,0	02,00	1	3	8647,00	8436,00	8306,00	2	3	64,00	-1305,44	22,42
Ликер «Ананас»	25,0	02,00	1	3	8647,00	8436,00	8306,00	2	3	64,00	-2245,44	22,42
Водка «Пшеничная»	40,0	05,00	3	3	8612,00	8416,00	8248,00	2	3	64,00	-242,38	18,59
Водка «Желка»	40,0	05,00	3	3	8612,00	8416,00	8248,00	2	3	64,00	-332,38	18,59
Водка «Посольская»	40,0	05,00	3	3	8612,00	8416,00	8248,00	2	3	64,00	-182,38	18,59
Коньяк 3*	40,0	05,00	3	3	8612,00	8416,00	8248,00	2	3	64,00	-452,38	18,59
Бальзам «Машук»	45,0	05,00	3	3	8612,00	8416,00	8248,00	2	3	64,00	-520,38	18,59

Список литературы

1. Польшалина Г.В. Технологический контроль спиртового и ликероводочного производства. — М.: Колос, 1999. — С. 85.
2. ГОСТ 8.024-2002 ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений плотности. — М.: ИПК Издательство стандартов, 2003.
3. Таблицы для определения содержания этилового спирта в водно-спиртовых растворах. — М.: Издательство стандартов, 1988. — С. 7–9, 85–142.
4. ГОСТ 18481-81. Ареометры и цилиндры стеклянные. Общие технические условия. — М.: Стандартиформ, 2007.
5. ГОСТ 28498-90. Термометры жидкостные стеклянные. Общие технические требования. Методы испытаний. — М.: Стандартиформ, 2007.
6. ГОСТ 3639-79. Растворы водно-спиртовые. Методы определения концентрации этилового спирта. — М.: Издательство стандартов, 1994.
7. Аскеров Н.А., Жогун В.Н., Магомедов З.А. Акустооптические спиртомеры // Измерительная техника. — 2009. — № 8. — С. 69–72.

Статья поступила в редакцию: 15.06.2021 г.

Статья прошла рецензирование: 21.06.2021 г.

Статья принята в работу: 01.07.2021 г.