

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

ПРОДУКЦИЯ АЛКОГОЛЬНАЯ

Метод определения массовой концентрации альдегидов, сложных эфиров, метилового спирта и высших спиртов в спиртосодержащей продукции методом газовой хроматографии

Alcoholic products. Method for the determination of the mass concentration of aldehyde, esters, methyl alcohol and higher alcohols in alcohol containing products by gas chromatography

МКС 67.160.10

67.160.20

Дата введения 2027-01-01

Предисловие

Цели, основные принципы и общие правила проведения работ по межгосударственной стандартизации установлены [ГОСТ 1.0](#) "Межгосударственная система стандартизации. Основные положения" и [ГОСТ 1.2](#) "Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Правила разработки, принятия, обновления и отмены".

Сведения о стандарте

1 РАЗРАБОТАН на основе методики (метода) измерений №08-47/584.01.00143-2013.2024 от 09.01.2025 года «Методика измерений массовой концентрации альдегидов, сложных эфиров, метилового спирта и высших спиртов в спиртосодержащей продукции методом газовой хроматографии», зарегистрированной в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений Российской Федерации под номером ФР.1.31.2024.50487.

2 ВНЕСЕН

3 ПРИНЯТ

4 Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 июля 2026 г. N XXX-ст ГОСТ Р XXXX введен в действие с 1 января 2027 г.

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Информация о введении в действие (прекращении действия) настоящего стандарта и изменений к нему на территории указанных выше государств публикуется в указателях национальных стандартов, издаваемых в этих государствах, а также в сети Интернет на сайтах соответствующих национальных органов по стандартизации.

В случае пересмотра, изменения или отмены настоящего стандарта соответствующая информация будет опубликована на официальном интернет-сайте Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации в

1 Назначение и область применения

Настоящий документ устанавливает методику измерений массовой концентрации альдегидов (этанала (ацетальдегида)), сложных эфиров (метилэтаноата (метилацетата), этилэтаноата (этилацетата)), метанола (метилового спирта) и высших спиртов (пропан-2-ола (втор-пропилового спирта)), пропан-1-ола (н-пропилового спирта), 2-метилпропан-1-ола (изобутилового спирта), бутан-1-ола (н-бутилового спирта), 3-метилбутан-1-ола (изоамилового спирта) далее – летучих компонентов в спирте этиловом из пищевого сырья, алкогольной продукции, спиртных и слабоалкогольных напитках, винодельческой продукции и спиртосодержащих пищевых продуктах (далее продукция) методом газовой хроматографии.

Диапазон измерений массовой концентрации исследуемых летучих компонентов приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Диапазоны измерений массовой концентрации летучих компонентов в продукции

| Летучий компонент | Диапазон измерений массовой концентрации летучего компонента, мг/дм ³ безводного спирта |
|---|--|
| этаналь (ацетальдегид) | от 5,28 до 4969 включ. |
| метилэтаноат (метилацетат) | от 2,09 до 5073 включ. |
| этилэтаноат (этилацетат) | от 2,08 до 5052 включ. |
| метанол (метиловый спирт) | от 16,4 до 5074 включ. |
| пропан-2-ол (втор-пропиловый спирт) | от 4,21 до 5072 включ. |
| пропан-1-ол (н-пропиловый спирт) | от 2,13 до 5163 включ. |
| 2-метилпропан-1-ол (изобутиловый спирт) | от 2,08 до 5059 включ. |
| бутан-1-ол (н-бутиловый спирт) | от 2,09 до 5063 включ. |
| 3-метилбутан-1-ол (изоамиловый спирт) | от 2,14 до 5203 включ. |

2 Требования к показателям точности

Настоящая методика измерений обеспечивает получение результатов с показателями точности измерений, не превышающих значений, приведенных в таблице 2.

Таблица 2 – Диапазон измерений массовой концентрации летучих компонентов в продукции, стандартное отклонение повторяемости u_r , воспроизводимости u_R и относительная расширенная неопределенность методики измерений

| Наименование летучего компонента | Диапазон измерений массовой концентрации летучего компонента, мг/дм ³ безводного спирта | Стандартное отклонение повторяемости u_r , % | Стандартное отклонение воспроизводимости u_R , % | Относительная расширенная неопределенность (при $k = 2$, $P=0,95$) U , % |
|----------------------------------|--|--|--|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| этаналь (ацетальдегид) | От 5,28 до 13,5 включ. | 3,5 | 4,0 | 13 |
| | Св. 13,5 до 4969 включ. | 2,5 | 3,0 | 8,4 |

| | | | | |
|--|-------------------------|-----|-----|-----|
| метилэтаноат (метилацетат) | От 2,09 до 10,5 включ. | 5,0 | 6,0 | 16 |
| | Св. 10,5 до 5073 включ. | 2,5 | 3,0 | 8,3 |
| этилэтаноат (этилацетат) | От 2,08 до 10,4 включ. | 5,0 | 6,0 | 16 |
| | Св. 10,4 до 5052 включ. | 2,5 | 3,0 | 8,3 |
| метанол (метиловый спирт) | От 16,4 до 24,8 включ. | 2,0 | 2,5 | 10 |
| | Св. 24,8 до 5074 включ. | 1,5 | 2,0 | 7,4 |
| пропан-2-ол (втор-пропиловый спирт) | От 4,21 до 12,6 включ. | 3,5 | 4,0 | 12 |
| | Св. 12,6 до 5072 включ. | 2,0 | 2,5 | 7,5 |
| пропан-1-ол (н-пропиловый спирт) | От 2,13 до 10,7 включ. | 5,0 | 6,0 | 16 |
| | Св. 10,7 до 5163 включ. | 2,5 | 3,0 | 8,2 |
| 2-метилпропан-1-ол (изобутиловый спирт) | От 2,08 до 10,5 включ. | 5,0 | 5,5 | 15 |
| | Св. 10,5 до 5059 включ. | 2,5 | 3,0 | 8,0 |
| бутан-1-ол (н-бутиловый спирт) | От 2,09 до 10,5 включ. | 6,5 | 7,0 | 18 |
| | Св. 10,5 до 5063 включ. | 2,5 | 3,0 | 8,0 |
| 3-метилбутан-1-ол (изоамиловый спирт) | От 2,14 до 10,7 включ. | 5,0 | 5,5 | 15 |
| | Св. 10,7 до 5203 включ. | 2,5 | 3,0 | 8,0 |

Относительные значения пределов повторяемости и промежуточной прецизионности приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Диапазон измерений, относительные значения пределов повторяемости и промежуточной прецизионности

| Наименование летучего компонента | Диапазон измерений массовой концентрации летучего компонента, мг/дм ³ безводного спирта | Предел повторяемости (относительное значение допускаемого расхождения между двумя результатами измерений, полученными в условиях повторяемости) <i>r</i> , % | Предел воспроизводимости (относительное значение допускаемого расхождения между двумя результатами измерений, полученными в условиях воспроизводимости) <i>R</i> , % |
|--|--|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| этаналь (ацетальдегид) | От 5,28 до 13,5 включ. | 10 | 11 |
| | Св. 13,5 до 4969 включ. | 7 | 9 |
| метилэтаноат (метилацетат) | От 2,09 до 10,5 включ. | 14 | 17 |
| | Св. 10,5 до 5073 включ. | 7 | 9 |
| этилэтаноат (этилацетат) | От 2,08 до 10,4 включ. | 14 | 17 |
| | Св. 10,4 до 5052 включ. | 7 | 9 |
| метанол (метиловый спирт) | От 16,4 до 24,8 включ. | 6 | 7 |
| | Св. 24,8 до 5074 включ. | 4 | 6 |
| пропан-2-ол (втор-пропиловый спирт) | От 4,21 до 12,6 включ. | 10 | 11 |
| | Св. 12,6 до 5072 включ. | 6 | 7 |
| пропан-1-ол (н-пропиловый спирт) | От 2,13 до 10,7 включ. | 14 | 17 |
| | Св. 10,7 до 5163 включ. | 7 | 9 |
| 2-метилпропан-1-ол | От 2,08 до 10,5 включ. | 14 | 16 |

| | | | |
|----------------------|-------------------------|----|----|
| (изобутиловый спирт) | Св. 10,5 до 5059 включ. | 7 | 9 |
| бутан-1-ол | От 2,09 до 10,5 включ. | 18 | 20 |
| (н-бутиловый спирт) | Св. 10,5 до 5063 включ. | 7 | 9 |
| 3-метилбутан-1-ол | От 2,14 до 10,7 включ. | 14 | 15 |
| (изоамиловый спирт) | Св. 10,7 до 5203 включ. | 7 | 9 |

3 Нормативные ссылки

В настоящей методике измерений использованы ссылки на следующие документы по стандартизации:

ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования

ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны

ГОСТ 12.1.007-76 Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности

ГОСТ 12.1.030-81 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление

ГОСТ 12.4.021-75 Система стандартов безопасности труда. Системы вентиляционные. Общие требования

ГОСТ 1770-74 Посуда мерная лабораторная стеклянная. Цилиндры, мензурки, колбы, пробирки. Общие технические условия

ГОСТ 3022-80 Водород технический. Технические условия

ГОСТ 3639-79 Растворы водно-спиртовые. Методы определения концентрации этилового спирта

ГОСТ 5962-2013 Спирт этиловый ректифицированный из пищевого сырья. Технические условия

ГОСТ 6687.0-86 Продукция безалкогольной промышленности. Правила приемки и методы отбора проб

ГОСТ 9293-74 (ИСО 2435-73) Азот газообразный и жидкий. Технические условия

ГОСТ 14919-83 Электроплиты, электроплитки и жарочные электрошкафы бытовые. Общие технические условия

ГОСТ 17433-80 Промышленная чистота. Сжатый воздух. Классы загрязненности

ГОСТ 22524-77 Пикнометры стеклянные. Технические условия

ГОСТ 25336-82 Посуда и оборудование лабораторные стеклянные. Типы, основные параметры и размеры

ГОСТ 26678-85 Холодильники и морозильники бытовые электрические компрессионные параметрического ряда. Общие технические условия

ГОСТ 27752-88 Часы электронно-механические кварцевые настольные, настенные и часы-будильники. Общие технические условия

ГОСТ 28311-2021 Дозаторы медицинские лабораторные. Общие технические требования и методы испытаний

ГОСТ 28539-90 Соки плодово-ягодные спиртованные. Технические условия

ГОСТ 31730-2012 Продукция винодельческая. Правила приемки и методы отбора проб
ГОСТ 32035-2013 Водки и водки особые. Правила приемки и методы анализа
ГОСТ 32036-2013 Спирт этиловый из пищевого сырья. Правила приемки и методы анализа
ГОСТ 32080-2013 Изделия ликероводочные. Правила приемки и методы анализа
ГОСТ 32095-2013 Продукция алкогольная и сырье для ее производства. Метод определения объемной доли этилового спирта
ГОСТ 34793-2021 Напитки слабоалкогольные спиртованные. Общие технические условия
ГОСТ ISO/IEC 17025-2019 Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий
ГОСТ Р ИСО 5725-6-2002 Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 6. Использование значений точности на практике
ГОСТ Р 34037-2016 Упаковка стеклянная для химических реагентов и особо чистых химических веществ. Общие технические условия
ГОСТ Р 58144-2018 Вода дистиллированная. Технические условия
ГОСТ OIML R 76-1-2011 Государственная система обеспечения единства измерений. Весы неавтоматического действия. Часть 1. Метрологические и технические требования. Испытания

Примечание – При использовании настоящего документа целесообразно проверить действие ссылочных стандартов на территории Российской Федерации по соответствующему указателю стандартов, составленному на 1 января текущего года, и по соответствующим информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный стандарт заменён (изменён), то при пользовании настоящим документом следует руководствоваться заменяющим (изменённым) стандартом. Если ссылочный стандарт отменён без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

4 Средства измерений, вспомогательные устройства, реагенты

При выполнении измерений применяют следующие средства измерений, вспомогательные устройства, реагенты и материалы:

4.1 Средства измерений

Газовый хроматограф Хроматэк-Кристалл 5000.1 с пламенно-ионизационным детектором (предел детектирования по углероду не более $2 \cdot 10^{-12}$ г/с; с погрешностью ОСКО выходного сигнала по площадям пиков $< 2\%$), с программным обеспечением UniChrom, версия 5.1.9.252, с дозатором автоматическим жидкостным ДАЖ-2М ЗАО СКБ Хроматэк (Россия).

Весы лабораторные специального класса точности с пределом измерений 200 г и пределами допускаемой абсолютной погрешности однократного взвешивания не более $\pm 0,0005$ г по ГОСТ OIML R 76-1.

Колбы мерные 2–100–2 по ГОСТ 1770.

Колбы мерные 2–1000–2 по ГОСТ 1770.

Цилиндр мерный 1–500–2 по ГОСТ 1770.

Цилиндр мерный 1–100–2 по ГОСТ 1770.

Пикнометр ПЖ-2-50 (КШ 10/19) ГОСТ 22524.

Дозаторы пипеточные одноканальные переменного объема от 100 до 1000 мкл по ГОСТ 28311.

Прибор контроля параметров воздушной среды с допускаемой погрешностью измерений давления $\pm 1,0$ кПа; температуры $\pm 1,0$ °C; влажности $\pm 1,0$ %; обеспечивающий измерения в диапазонах, указанных в п. 8.

П р и м е ч а н и е – Могут быть использованы другие средства измерений, обеспечивающие выполнение измерений с требуемой точностью согласно п. 4.1. Все средства измерений должны иметь действующие клейма и/или свидетельства о поверке или калибровке.

4.2 Вспомогательные устройства, реактивы и материалы

Колонка хроматографическая ZB-WAX 7KK-G007-22, длина 60 м, внутренний диаметр 0,53 мм, толщина фазы 1 мкм «Zebron», США.

Газ-носитель – азот ос.ч. Допускается использовать генераторы азота, обеспечивающий получение азота с физико-химическими показателями не хуже ос.ч. по ГОСТ 9293.

Водород технический марки А. Допускается использовать генераторы водорода, обеспечивающий получение водорода с физико-химическими показателями не хуже водорода марки А по ГОСТ 3022.

Воздух сжатый. Допускается использовать воздушный компрессор любого типа, обеспечивающий необходимое давление и чистоту воздуха в соответствии с инструкцией по эксплуатации газового хроматографа по ГОСТ 17433.

Виалы вместимостью 2 см³ под обжимную крышку с септой PTFE «Agilent Technologies», США.

Бутыль/емкость из темного стекла по ГОСТ Р 34037.

Часы электронно-механические кварцевые по ГОСТ 27752.

Холодильник бытовой по ГОСТ 26678.

Перегонный аппарат, состоящий из:

дефлегматора 500-19/26-29/32 по ГОСТ 25336,

колбы К-1-500-29/32 по ГОСТ 25336,

колбы КН-1-250-29/32 по ГОСТ 25336,

колбы мерной 1-100-2 по ГОСТ 1770,

насадки ГФ 6.451.253 (спирт) по ГОСТ 25336,

перехода П-1-2-19/26-29/32 по ГОСТ 25336,

холодильника ХШ-1-400-14/23 ГФ 5.883.372 по ГОСТ 25336,

плитки электрической по ГОСТ 14919.

Схема перегонного аппарата приведена на рисунке А.1 в Приложение А.

Ацетальдегид аналитический стандарт с массовой долей основного вещества не менее 99,0 %.

Метилацетат аналитический стандарт с массовой долей основного вещества не менее 99,0 %.

Этилацетат аналитический стандарт с массовой долей основного вещества не менее 99,0 %.

Метиловый спирт аналитический стандарт с массовой долей основного вещества не менее 99,0 %.

Изопропиловый спирт аналитический стандарт с массовой долей основного вещества не менее 99,0 %.

Пропиловый спирт аналитический стандарт с массовой долей основного вещества не менее 99,0 %.

Изобутиловый спирт аналитический стандарт с массовой долей основного вещества не менее 99,0 %.

Бутиловый спирт аналитический стандарт с массовой долей основного вещества не менее 99,0 %.

Изоамиловый спирт аналитический стандарт с массовой долей основного вещества не менее 99,0 %.

Этиловый спирт ректифицированный из пищевого сырья с объемной долей этилового спирта не менее 96,0 % и массовой концентрацией метилового спирта не выше 8,00 мг/дм³ безводного спирта (объемной долей метилового спирта в пересчете на безводный спирт 0,0001 %) по ГОСТ 5962.

Вода дистиллированная по ГОСТ Р 58144.

П р и м е ч а н и я :

Допускается применять перегонный аппарат иной конструкции, если выполняются следующие условия: пять раз последовательно перегоняют водно-спиртовую смесь, с объемной долей этилового спирта 10 %. После пятой перегонки объемная доля этилового спирта в дистилляте должна составлять не менее 9,9 %. После однократной перегонки снижение объемной доли этилового спирта в дистилляте не должно превышать 0,02 %об.

Могут быть использованы другие вспомогательные устройства и реактивы, обеспечивающие выполнение измерений с требуемой точностью согласно п. 4.2.

5 Метод измерений

Измерения массовой концентрации летучих компонентов в водно-спиртовых растворах и в продукции выполняют методом газовой хроматографии.

Принцип метода определения летучих компонентов в водно-спиртовых растворах и в продукции основан на количественном анализе методом газовой хроматографии с пламенно-ионизационным детектированием: идентификации летучих компонентов по времени удерживания и количественном определении методом внутреннего стандарта.

6 Требования безопасности, охраны окружающей среды

При выполнении измерений массовых концентраций летучих компонентов в продукции соблюдают следующие требования:

1) Помещение лаборатории должно соответствовать требованиям пожарной безопасности в соответствии с ГОСТ 12.1.004, оборудовано общей приточно-вытяжной вентиляцией в соответствии с ГОСТ 12.4.021 и водопроводом.

2) При выполнении измерений необходимо соблюдать требования безопасности при работе с химическими реактивами по ГОСТ 12.1.007, требования электробезопасности по ГОСТ 12.1.030, а также требования, изложенные в эксплуатационной документации на используемые средства измерений и вспомогательное оборудование.

3) Содержание вредных веществ в воздухе помещения лаборатории не должно превышать допустимых значений по ГОСТ 12.1.005.

4) Контроль состояния параметров окружающей среды в лаборатории проводят по требованиям, документам и приборам, имеющимся в лаборатории.

7 Требования к квалификации персонала, выполняющего измерения

К выполнению измерений и (или) обработке результатов измерений допускают лиц в соответствии с требованиями, предъявляемыми к персоналу ГОСТ ISO/IEC 17025, достигших 18 лет, имеющих высшее или среднее специальное образование, изучивших настоящую методику измерений и требования безопасности (раздел 6).

8 Требования к условиям измерений

При приготовлении растворов, подготовке проб и выполнении измерений соблюдают следующие условия окружающей среды:

- температура окружающего воздуха от 18 °С до 22 °С;
- атмосферное давление от 84,0 кПа до 106,7 кПа (от 630 мм рт. ст. до 800 мм рт. ст.);
- относительная влажность воздуха не более 80 %.

9 Подготовка к выполнению измерений

При подготовке к выполнению измерений проводят следующие работы: подготовка средств измерений и вспомогательных устройств, приготовление градуировочных растворов, установление градуировочной характеристики, отбор и подготовка проб к измерениям.

9.1 Подготовка средств измерений и вспомогательных устройств

Подготовку газового хроматографа проводят в соответствии с эксплуатационными документами. Устанавливают рабочие режимы термостата колонки, детектора, устанавливают давление газа-носителя.

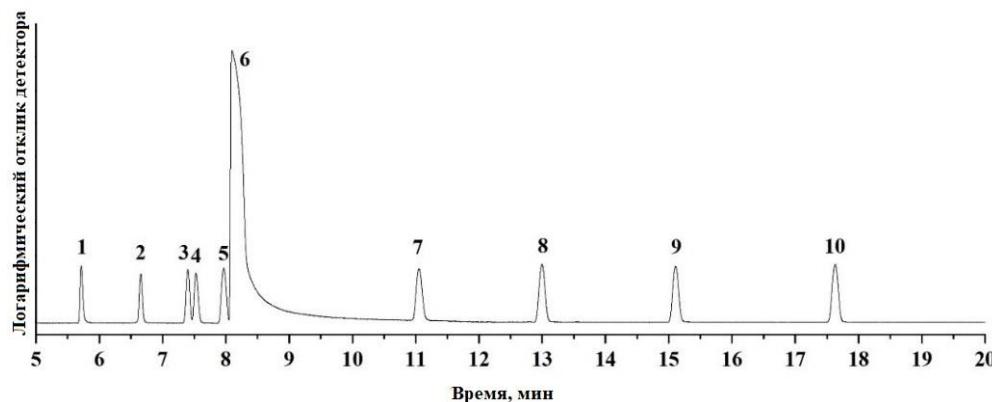
Условия хроматографирования подбирают в зависимости от вида применяемого газового хроматографа и хроматографической колонки.

При использовании газового хроматографа Хроматэк-Кристалл 5000.1 (Россия) и колонки ZB-WAX 7KK-G007-22 (США) измерения выполняют при следующих режимных параметрах хроматографа:

- детектор – пламенно-ионизационный;
- температура испарителя (инжектора), °С 230;
- температура детектора, °С 280;
- температура термостата колонок, первая изотерма, °С 70;
- длительность первой изотермы, мин 11;
- скорость программирования температуры, °С/мин 10;
- температура термостата колонок, вторая изотерма, °С 190;
- длительность второй изотермы, мин 2,5;
- давление газа-носителя на входе в колонку, кПа 26;
- коэффициент деления потока 1:12;
- объемный расход воздуха, мл/мин 200;

- объемный расход водорода, мл/мин 20;
- объемный расход поддерживающего газа (make-up), см³/мин 20;
- объем пробы, мм³ 1,0.

Допускается проведение анализа в других условиях хроматографирования, обеспечивающих полное разделение и последовательность выхода веществ, аналогичное приведенному на рисунке 1.



1 – этаналь (ацетальдегид); 2 – метилэтаноат (метилацетат); 3 – этилэтаноат (этилацетат); 4 – метанол (метиловый спирт); 5 – пропан-2-ол (втор-пропиловый спирт); 6 – этанол (этиловый спирт); 7 – пропан-1-ол (н-пропиловый спирт); 8 – 2-метилпропан-1-ол (изобутиловый спирт); 9 – бутан-1-ол (н-бутиловый спирт); 10 – 3-метилбутан-1-ол (изоамиловый спирт)

Рисунок 1 – Типовая хроматограмма

В зависимости от применяемого газового хроматографа и хроматографической колонки и для улучшения разделения пиков летучих компонентов от посторонних примесей допускается изменение температуры термостата колонки, скорости подвижной фазы, объема вводимой пробы и других параметров хроматографического разделения. Объем вводимой пробы зависит от чувствительности детектора.

Проводят стабилизацию работы хроматографа в режиме хроматографирования в течение 30–40 мин. Контролируют шум и дрейф нулевой линии на соответствие эксплуатационным документам прибора. Если результаты измерений не соответствуют значениям, указанным в эксплуатационных документах газового хроматографа, необходимо выявить и устраниить причины.

Подготовку других средств измерений и вспомогательных устройств к работе, их включение и выведение на рабочий режим осуществляют в соответствии с эксплуатационной документацией.

9.2 Приготовление градуировочных растворов

9.2.1 Приготовление исходного водно-спиртового раствора

Для приготовления градуировочных растворов используется водный раствор этилового спирта с объемной долей этилового спирта (40 ± 1) % (далее – ВСР).

Приготовление всех градуировочных растворов проводят при температуре окружающего воздуха 20 °C в вытяжном шкафу.

Цилиндром вместимостью 500 см³ отмеряют 415 см³ этилового ректифицированного спирта из пищевого сырья и количественно переносят отмеренный объем в мерную колбу вместимостью 1000 см³. Добавляют приблизительно от 560 до 570 см³ дистиллированной

воды и перемешивают. Раствор выдерживают при температуре окружающей среды в течение 30 мин, доводят дистиллированной водой до метки и перемешивают.

Определяют плотность ВСР ρ_{BCP} и объемную долю этилового спирта в ВСР $ABV_{BCP}^{\text{этанол}}$ по разделу 3 ГОСТ 3639 пикнометрическим методом.

Массовая доля этилового спирта в ВСР $W^{\text{этанол}}(\text{ВСР})$, мг/мг, устанавливается по формуле:

$$W^{\text{этанол}}(\text{ВСР}) = \frac{ABV_{BCP}^{\text{этанол}}}{100\%} \cdot \frac{\rho^{\text{этанол}}}{\rho^{BCP}}, \quad (1)$$

где $ABV_{BCP}^{\text{этанол}}$ – объемная доля этилового спирта в ВСР, установленная по ГОСТ 3639, %;

ρ_{BCP} – плотность ВСР, установленная пикнометрическим методом по ГОСТ 3639, г/см³;

$\rho^{\text{этанол}}$ – плотность безводного этилового спирта при 20 °C, г/см³,
 $\rho^{\text{этанол}} = 0,789230$ г/см³.

9.2.2 Приготовление градуировочного раствора «А» (4000-6000 мг/дм³ безводного спирта)

В предварительно взвешенную с точностью до 0,001 г мерную колбу вместимостью 100 см³ вносят от 90,000 до 92,000 г ВСР и взвешивают. Затем с использованием дозатора добавляют последовательно индивидуальные вещества в перечисленном порядке: 3-метилбутан-1-ол (изоамиловый спирт), бутан-1-ол (н-бутиловый спирт), 2-метилпропан-1-ол (изобутиловый спирт), пропан-1-ол (н-пропиловый спирт), пропан-2-ол (второпропиловый спирт), метанол (метиловый спирт), этилэтаноат (этилацетат), метилэтаноат (метилацетат), этаналь (ацетальдегид)¹ (примерные массы навесок от 0,170 до 0,210 г). После каждого добавления вещества колбу взвешивают и полученные массы записывают в лабораторный журнал. Содержимое колбы перемешивают. Колбу выдерживают при температуре окружающей среды в течение 25 мин.

9.2.3 Приготовление градуировочного раствора «В» (400-600 мг/дм³ безводного спирта)

В предварительно взвешенную с точностью до 0,001 г мерную колбу вместимостью 100 см³ вносят от 88,000 до 90,000 г ВСР и взвешивают. Полученную массу ВСР записывают в лабораторный журнал. Затем с использованием дозатора добавляют навеску градуировочного раствора «А» (примерная масса навески от 9,000 до 11,000 г). Полученную массу записывают в лабораторный журнал. Содержимое колбы перемешивают. Колбу выдерживают при температуре окружающей среды в течение 25 мин.

9.2.4 Приготовление градуировочного раствора «С» (240-300 мг/дм³ безводного спирта)

В предварительно взвешенную с точностью до 0,001 г мерную колбу вместимостью 100 см³ вносят от 88,000 до 90,000 г ВСР и взвешивают. Полученную массу ВСР записывают в лабораторный журнал. Затем с использованием дозатора добавляют навеску градуировочного раствора «А» (примерная масса навески от 4,700 до 4,800 г).

¹ Вследствие высокой летучести ацетальдегида перед взвешиванием емкость с ацетальдегидом выдерживают в морозильной камере холодильника в течение 1 ч.

Полученную массу записывают в лабораторный журнал. Содержимое колбы перемешивают. Колбу выдерживают при температуре окружающей среды в течение 25 мин.

9.2.5 Приготовление градуировочного раствора «D» (180–220 мг/дм³ безводного спирта)

В предварительно взвешенную с точностью до 0,001 г мерную колбу вместимостью 100 см³ вносят от 89,000 до 91,000 г ВСР и взвешивают. Полученную массу ВСР записывают в лабораторный журнал. Затем с использованием дозатора добавляют навеску градуировочного раствора «А» (примерная масса навески от 3,750 до 3,850 г). Полученную массу записывают в лабораторный журнал. Содержимое колбы перемешивают. Колбу выдерживают при температуре окружающей среды в течение 25 мин.

9.2.6 Приготовление градуировочного раствора «1» (25,0-40,0 мг/дм³ безводного спирта)

В предварительно взвешенную с точностью до 0,001 г мерную колбу вместимостью 100 см³ вносят от 90,000 до 95,000 г ВСР и взвешивают. Полученную массу ВСР записывают в лабораторный журнал. Затем с использованием дозатора добавляют навеску градуировочного раствора «А» (примерная масса навески от 0,400 до 0,500 г). Полученную массу записывают в лабораторный журнал. Содержимое колбы перемешивают. Колбу выдерживают при температуре окружающей среды в течение 25 мин.

9.2.7 Приготовление градуировочного раствора «2» (10,00-25,00 мг/дм³ безводного спирта)

В предварительно взвешенную с точностью до 0,001 г мерную колбу вместимостью 100 см³ вносят от 89,000 до 91,000 г ВСР и взвешивают. Полученную массу ВСР записывают в лабораторный журнал. Затем с использованием дозатора добавляют навеску градуировочного раствора «С» (примерная масса навески от 3,800 до 3,900 г). Полученную массу записывают в лабораторный журнал. Содержимое колбы перемешивают. Колбу выдерживают при температуре окружающей среды в течение 25 мин.

9.2.8 Приготовление градуировочного раствора «3» (2,00-5,00 мг/дм³ безводного спирта)

В предварительно взвешенную с точностью до 0,001 г мерную колбу вместимостью 100 см³ вносят от 90,000 до 95,000 г ВСР и взвешивают. Полученную массу ВСР записывают в лабораторный журнал. Затем с использованием дозатора добавляют навеску градуировочного раствора «С» (примерная масса навески – от 0,700 до 0,800 г). Полученную массу записывают в лабораторный журнал. Содержимое колбы перемешивают. Колбу выдерживают при температуре окружающей среды в течение 25 мин.

Массовые концентрации *i*-х летучих компонентов в приготовленных градуировочных растворах в размерности в мг/дм³ безводного спирта определяют в соответствии с Приложением Б методики.

Срок годности растворов при хранении в холодильнике не более 6 месяцев.

9.3 Установление градуировочной характеристики

Градуировочную характеристику, выражающую зависимость отношения площади хроматографического пика i -го летучего компонента $A^i(C)$ к площади хроматографического пика этилового спирта $A_{\text{этанол}}(C)$ от отношения массовой концентрации i -го летучего компонента (в мг/дм³ безводного спирта, $C^i(C)$) к массовой концентрации этилового спирта (в мг/дм³ безводного спирта, равна $\rho^{\text{этанол}}$) в градуировочном растворе, устанавливают по градуировочному раствору «С». Градуировочный раствор хроматографируют не менее двух раз.

Установление градуировочной характеристики заключается в определении величин $RRF_i^{\text{этанол}}$ относительных коэффициентов чувствительности отклика детектора на i -й летучий компонент относительно отклика детектора на этиловый спирт. Расчет градуировочного коэффициента $RRF_i^{\text{этанол}}$ выполняют по следующей формуле:

$$RRF_i^{\text{этанол}} = \frac{C^i(C) \cdot \sum_{k=1}^N \left(A_k^i(C) / A_k^{\text{этанол}}(C) \right)}{\rho^{\text{этанол}} \cdot \sum_{k=1}^N \left(A_k^i(C) / A_k^{\text{этанол}}(C) \right)^2}, \quad (2)$$

где $C^i(C)$ – известное приписанное значение массовой концентрации i -го летучего компонента в градуировочном растворе «С», мг/дм³ безводного спирта;

$\rho^{\text{этанол}}$ – плотность безводного этилового спирта, $\rho^{\text{этанол}} = 789300$ мг/дм³;

$A_k^i(C)$ – величина отклика детектора на i -й летучий компонент, полученная в результате k -го измерения градуировочного раствора «С» (величина площади пика), мВ·мин;

$A_k^{\text{этанол}}(C)$ – величина отклика детектора на этиловый спирт, полученная в результате k -го измерения градуировочного раствора «С» (величина площади пика), мВ·мин;

N – число измерений градуировочного раствора «С».

Градуировку проводят не реже одного раза в месяц, а также после технического обслуживания (например, замены колонки), после ремонта оборудования и других вспомогательных материалов, если газовый хроматограф не был в эксплуатации в течение длительного времени.

9.4 Проверка линейности отклика детектора

Проверку линейности отклика проводят путем измерения всех градуировочных растворов, кроме градуировочного раствора «С», раз в полгода, а также при смене колонки и после ремонта хроматографа.

Для установления коэффициента аппроксимации R^2 используют программное обеспечение для газового хроматографа.

Коэффициент аппроксимации R^2 должен быть не менее 0,995. Если коэффициент аппроксимации менее 0,995, выясняют причины, приводящие к неудовлетворительным результатам, и принимают меры по их устранению.

9.5 Отбор и подготовка проб к измерениям

Отбор проб для анализа и приготовление средней лабораторной пробы для образца определенного вида продукции осуществляется в соответствии с нормативными документами, указанными в таблице 4.

Таблица 4 – Нормативные документы, регламентирующие правила отбора проб соответствующих видов продукции

| Вид продукции | Нормативные документы |
|------------------------------------|------------------------------|
| Этиловый спирт из пищевого сырья | ГОСТ 32036 |
| Спиртные напитки | ГОСТ 32035, ГОСТ 32080 |
| Слабоалкогольные напитки | ГОСТ 6687.0, ГОСТ 34793 |
| Спиртосодержащая пищевая продукция | ГОСТ 28539 |
| Винодельческая продукция | ГОСТ 31730 |

Определение массовой концентрации летучих компонентов проводят в дистиллятах, полученных после предварительной перегонки спирта из анализируемого образца спиртосодержащей продукции. Перегонка выполняется по п. 7.1 ГОСТ 32095. Неокрашенные и прозрачные образцы продукции (кроме ликероводочных изделий) анализируют без перегонки в соответствии с п. 10.

10 Порядок выполнения измерений

В испаритель (инжектор) микрошприцем вместимостью 10 мм^3 вводят 1 мм^3 испытуемого образца, подготовленного по п. 9.5, и выполняют его газохроматографическое измерение в условиях, указанных в п. 9.1.

По окончании хроматографического анализа проводят идентификацию пиков летучих компонентов по времени удерживания и вычисление их массовой концентрации по предварительно установленной градуировочной характеристике согласно п. 9.3.

Промежуточные результаты измерений и значения влияющих величин фиксируют в рабочем журнале по форме, установленной документами системы менеджмента или иными документами организации.

11 Порядок обработки результатов измерений

Массовую концентрацию i -го летучего компонента, C_k^i , $\text{мг}/\text{дм}^3$ безводного спирта, определяют по формуле

$$C_k^i = RRF_i^{\text{этанол}} \cdot \frac{A_k^i}{A_k^{\text{этанол}}} \cdot \rho^{\text{этанол}} \quad (3)$$

где A_k^i – величина отклика детектора на i -й летучий компонент, полученная в результате k -го измерения образца, единицы площади пика;

$A_k^{\text{этанол}}$ – величина отклика детектора на этиловый спирт, полученная в результате k -го измерения образца, единицы площади пика.

Полученные результаты регистрируют в рабочем журнале по форме, установленной документами системы менеджмента или иными документами организации.

За результат измерения принимают среднее арифметическое двух параллельных определений \bar{C}^i , мг/дм³ безводного спирта, которое вычисляют по формуле

$$\bar{C}^i = \frac{C_1^i + C_2^i}{2}, \quad (4)$$

где C_1^i , C_2^i – результаты параллельных определений массовой концентрации i -го летучего компонента в анализируемой пробе, мг/дм³ безводного спирта.

Результаты измерения массовых концентраций i -го летучего компонента указывают с округлением до трех значащих цифр для диапазона от 2,0 до 100 мг/дм³ безводного спирта и до целых при значении массовой концентрации свыше 100 мг/дм³ безводного спирта.

Расчет объемного содержания метанола (метилового спирта) в % в пересчете на безводный спирт $\bar{X}_{\text{метанол}}$ выполняют по следующей формуле:

$$\bar{X}_{\text{метанол}} = \frac{\bar{C}_{\text{метанол}} \cdot 100\%}{\rho_{\text{метанол}}}, \quad (5)$$

где $\rho_{\text{метанол}}$ – плотность метанола (метилового спирта),

$\rho_{\text{метанол}} = 791800$ мг/дм³ при температуре 20 °С.

Результаты измерений после обработки заносят в рабочий журнал по форме, установленной документами системы менеджмента или иными документами организации.

12 Форма представления результатов измерений

1) Результаты измерений оформляют протоколом по форме, установленной документами системы менеджмента или иными документами организации.

Результаты должны включать следующую информацию:

- наименование (шифр) пробы;
- дату проведения измерений;
- результаты измерений;
- фамилию оператора.

2) Результат измерения массовой концентрации i -го летучего компонента в образце представляют в форме:

«Массовая концентрация i -го летучего компонента в исследованном образце составила

$$(\bar{C}^i \pm U(\bar{C}^i)) \text{ мг/дм}^3 \text{ безводного спирта, } k = 2, P = 0,95, \quad (6)$$

где $U(\bar{C}^i)$ – абсолютное значение расширенной неопределенности измерений, мг/дм³ безводного спирта, которое рассчитывается по формуле:

$$U(\bar{C}^i) = \frac{U^i}{100\%} \cdot \bar{C}^i, \quad (7)$$

где \bar{C}^i – результат измерений массовой концентрации i -го летучего компонента, мг/дм³ безводного спирта;

U^i – относительная расширенная неопределенность, при коэффициенте охвата $k = 2$ и доверительной вероятности $P = 0,95$, % (таблица 2).

3) Если полученное среднее арифметическое значение массовых концентраций i -го летучего компонента в образце \bar{C}^i , мг/дм³ безводного спирта, меньше нижней границы

или больше верхней границы его диапазона измерения, то дают одностороннюю оценку массовой концентрации в виде:

$$\bar{C}^i < 2,00 \text{ мг/дм}^3 \text{ безводного спирта,} \quad (8)$$

$$\bar{C}^i > 5000,0 \text{ мг/дм}^3 \text{ безводного спирта.} \quad (9)$$

4) Допустимо результат измерений в документах, выдаваемых лабораторией, представлять в виде:

$$(\bar{C}^i \pm U_{\alpha}) \text{ мг/дм}^3 \text{ безводного спирта, } k = 2, P = 0,95, \text{ при условии:} \quad (10)$$

$$U_{\alpha} < U(\bar{C}^i), \quad (11)$$

где U_{α} – расширенная неопределенность результатов измерений, установленная при внедрении методики в лаборатории и обеспечивающая контролем стабильности результатов измерений, мг/дм³ безводного спирта.

13 Контроль точности результатов измерений

Контроль точности получаемых результатов измерений осуществляют на основе:

- контроля результатов измерений, полученных в условиях повторяемости;
- контроля результатов измерений, полученных в условиях промежуточной прецизионности;
- контроля правильности результатов измерений.

13.1 Проверка приемлемости результатов измерений

13.1.1 Проверка приемлемости результатов измерений в условиях повторяемости

Проверку приемлемости результатов осуществляют согласно п. 5.2.2 ГОСТ Р ИСО 5725-6. Результаты измерений должны быть получены в условиях повторяемости. Проверка проводится в оперативном режиме, т.е. при обработке результатов измерений каждого образца.

Результаты параллельных измерений признаются приемлемыми, и за окончательный результат измерений принимают их среднее арифметическое, если выполняется условие

$$\frac{2 \cdot |C_1^i - C_2^i|}{C_1^i + C_2^i} \cdot 100 \% \leq r, \quad (12)$$

где 2 – число параллельных определений;

C_1^i, C_2^i – результаты параллельных определений массовой концентрации i -го летучего компонента в анализируемой пробе, мг/дм³ безводного спирта;

r – предел повторяемости, % (см. таблицу 3).

Результаты контроля заносят в рабочий журнал по форме, установленной документами системы менеджмента или иными документами организации.

При невыполнении условия (12) измерения повторяют. При повторном превышении указанного норматива должны быть выяснены и устранены причины, приводящие к неудовлетворительным результатам контроля повторяемости.

13.1.2 Проверка приемлемости результатов измерений в условиях промежуточной прецизионности

Контроль промежуточной прецизионности результатов измерений проводится с периодичностью, установленной процедурой внутреннего лабораторного контроля лаборатории. Контроль обязателен после ремонта оборудования или существенных изменений условий выполнения измерений.

Контроль промежуточной прецизионности проводят методом сравнения расхождения двух результатов измерений \bar{C}_1^i и \bar{C}_2^i , полученных в условиях промежуточной прецизионности (разные исполнители, время измерений) при анализе одной и той же пробы, с критической разностью $CD_{0,95}$.

Результат признается удовлетворительным, если выполняется условие

$$\frac{|\bar{C}_1^i - \bar{C}_2^i|}{\bar{\bar{C}}^i} \cdot 100 \% \leq CD_{0,95}, \quad (13)$$

$$CD_{0,95} = \sqrt{R_{I(TO)}^2 - r^2 / 2}, \quad (14)$$

где $\bar{\bar{C}}^i$ – среднее арифметическое массовой концентрации i -го летучего компонента в анализируемой пробе, полученное в условиях промежуточной прецизионности, мг/дм³ безводного спирта;

$R_{I(TO)}$ – предел промежуточной прецизионности, %, (установлен лабораторией при внедрении методики измерений в лаборатории). Значение $R_{I(TO)}$ не должно превышать значения предела воспроизводимости R , приведенного в таблице 3.

Первичный и повторный результаты измерений массовой концентрации i -го летучего компонента в образце должны быть получены с изменяющимися факторами «время» и/или «персонал, выполнивший измерения».

При выполнении условия (14) оба результата считаются приемлемыми. При превышении значения $CD_{0,95}$ контроль повторяют. При повторном превышении указанного норматива должны быть выяснены и устранены причины, приводящие к неудовлетворительным результатам контроля.

Результаты контроля заносят в рабочий журнал по форме, установленной документами системы менеджмента или иными документами организации.

13.2 Контроль правильности результатов измерений

Контроль правильности измерений массовой концентрации i -го летучего компонента проводят путем анализа образца с заранее известным значением массовой концентрации i -го летучего компонента через каждые 10 образцов.

В качестве образца с заранее известным значением массовой концентрации i -го летучего компонента могут быть использованы:

- рабочая проба с добавкой;
- градуировочные растворы «A», «B», «D», «1», «2», «3».

Образец, используемый для контроля правильности, хранят при температуре от +2 °C до +10 °C в герметически закрытой посуде не более 6 месяцев и выбирают таким образом, чтобы с течением времени при хранении в данных условиях он оставался стабильным.

Правильность результатов измерений признается удовлетворительной, если для каждого уровня j выполняется условие:

$$\frac{|\bar{C}^i(j)_{u3m} - \bar{C}^i(j)_{pac}|}{\bar{C}^i(j)_{pac}} \cdot 100 \% \leq 2 \cdot \sqrt{u_{I(TO)}^2(j) - u_r^2(j)/2}, \quad (15)$$

где $\bar{C}^i(j)_{u3m}$ – среднее значение массовой концентрации i -го летучего компонента, полученное в результате двух последовательных определений.

$\bar{C}^i(j)_{pac}$ – среднее значение аттестованных (эталонных) значений массовой концентрации i -го летучего компонента.

$u_{I(TO)}(j)$ – стандартное отклонение промежуточной прецизионности, %, (установлено лабораторией при внедрении методики измерений в лаборатории). Значение $u_{I(TO)}(j)$ не должно превышать значения стандартного отклонения воспроизводимости u_R , приведенное в таблице 2.

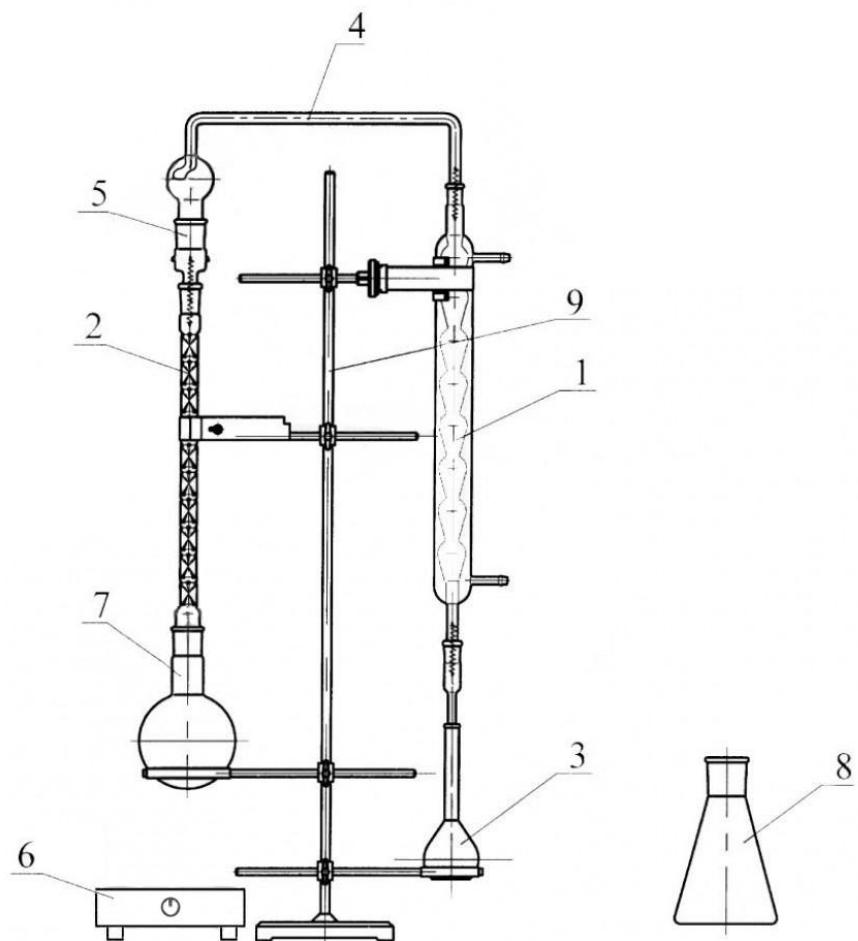
Если условие (15) не выполняется, то контроль повторяют. При повторном превышении указанного норматива должны быть выяснены и устранены причины, приводящие к неудовлетворительным результатам контроля.

Результаты контроля заносят в рабочий журнал по форме, установленной документами системы менеджмента или иными документами организации.

14 Контроль стабильности результатов измерений

Контроль стабильности результатов измерений проводят в соответствии с требованиями ГОСТ Р ИСО 5725-6 с использованием контрольных карт. Периодичность контроля процедуры измерений регламентируют в документах лаборатории.

**Приложение А
(справочное)**
Схема перегонного аппарата



1 – холодильник ХШ-1-400-14/23 ГФ 5.883.372; 2 – дефлегматор 300-19/26-29/32; 3 – колба мерная 1-100-2; 4 – насадка ГФ 6.451.253 (спирт); 5 – переход П1-2-19/26-29/32; 6 – плитка электрическая с регулятором мощности нагрева; 7 – колба круглодонная К-1-500-29/32; 8 – колба коническая Кн-1-250-29/32 (сменная часть); 9 – штатив.

Рисунок А.1 – Схема перегонного аппарата

Приложение Б (обязательное)

Установление массовой концентрации летучих компонентов в исходном водно-спиртовом растворе и в градуировочных растворах

Б.1 Установление концентрации градуировочного раствора «А» в нулевом приближении

Массовую долю основного i -го летучего компонента в исходном веществе i -го определяемого летучего компонента в размерности мг/мг компонента W_i^i рассчитывают по формуле:

$$W_i^i = \frac{C_i^i}{100 \%}, \quad (\text{Б.1})$$

где C_i^i – массовое содержание основного i -го летучего компонента в исходном веществе i -го определяемого летучего компонента, указанная в паспорте производителя на соответствующий i -й летучий компонент, % массовые.

Массовую долю i -го летучего компонента в градуировочном растворе «А» в размерности мг/мг раствора в нулевом приближении $W_{0\text{пр}}^i(\text{A})$ рассчитывают по формулам:

$$W_{0\text{пр}}^i(\text{A}) = \frac{m_{0\text{пр}}^i(\text{A})}{M_A}, \quad (\text{Б.2})$$

$$m_{0\text{пр}}^i(\text{A}) = W_i^i \cdot m_A^i + W_{0\text{пр}}^{\text{BCP}}(\text{BCP}) \cdot m_A^{\text{BCP}}, \quad (\text{Б.3})$$

где $m_{0\text{пр}}^i(\text{A})$ – масса i -го летучего компонента, присутствующая в градуировочном растворе «А», рассчитанная в нулевом приближении, мг;

M_A – сумма массы ВСР и всех исходных i -х летучих компонентов, внесенных в приготавливаемый градуировочный раствор «А», мг;

m_A^i – масса i -го определяемого летучего компонента, внесенная в градуировочный раствор «А» при его приготовлении, мг;

$W_{0\text{пр}}^{\text{BCP}}$ – массовая доля i -го летучего компонента в ВСР в нулевом приближении, мг/мг смеси, $W_{0\text{пр}}^{\text{BCP}}(\text{BCP}) = 0$ мг/мг;

m_A^{BCP} – масса ВСР, внесенная в градуировочный раствор «А» при его приготовлении, мг.

Массовую долю этилового спирта в градуировочном растворе «А» в размерности мг/мг раствора $W^{\text{этанол}}(\text{A})$ рассчитывают по формуле:

$$W^{\text{этанол}}(\text{A}) = \frac{m^{\text{этанол}}(\text{A})}{M_A}, \quad (\text{Б.4})$$

где $m^{\text{этанол}}(\text{A})$ – масса этилового спирта в градуировочном растворе «А», мг, которая вычисляется по формуле:

$$m^{\text{этанол}}(\text{A}) = m_A^{\text{BCP}} \cdot W^{\text{этанол}}(\text{BCP}), \quad (\text{Б.5})$$

где $W^{\text{этанол}}(\text{BCP})$ – массовая доля этилового спирта в ВСР, мг/мг смеси, которая вычисляется по формуле:

$$W^{\text{этанол}}(\text{BCP}) = \frac{ABV_{\text{BCP}}^{\text{этанол}}}{100\%} \cdot \frac{\rho^{\text{этанол}}}{\rho^{\text{BCP}}} , \quad (\text{Б.6})$$

где $ABV_{\text{BCP}}^{\text{этанол}}$ – объемная доля этилового спирта в ВСР, установленная по ГОСТ 3639, в %;

ρ^{BCP} – плотность ВСР, мг/дм³, при нормальных условиях, установленная по ГОСТ 3639 или водно-спиртовым таблицам;

$\rho^{\text{этанол}}$ – плотность безводного спирта, $\rho^{\text{этанол}} = 789300$ мг/дм³.

Б.2 Установление концентрации градуировочного раствора «С» в нулевом приближении

Массовую концентрацию i -го летучего компонента в градуировочном растворе «С» в размерности мг/дм³ безводного спирта в нулевом приближении $C_{0\text{нр}}^i(\text{C})$ рассчитывают по формулам:

$$C_{0\text{нр}}^i(\text{C}) = \frac{m_{0\text{нр}}^i(\text{C})}{m^{\text{этанол}}(\text{C})} \cdot \rho^{\text{этанол}} , \quad (\text{Б.7})$$

$$m_{0\text{нр}}^i(\text{C}) = W_{0\text{нр}}^i(\text{A}) \cdot m_C^A + W_{0\text{нр}}^i(\text{BCP}) \cdot m_C^{\text{BCP}} , \quad (\text{Б.8})$$

$$m^{\text{этанол}}(\text{C}) = m_C^A \cdot W^{\text{этанол}}(\text{A}) + m_C^{\text{BCP}} \cdot W^{\text{этанол}}(\text{BCP}) , \quad (\text{Б.9})$$

где $m_{0\text{нр}}^i(\text{C})$ – масса i -го летучего компонента, присутствующая в градуировочном растворе «С» в нулевом приближении, мг;

$m^{\text{этанол}}(\text{C})$ – масса этилового спирта, внесенная в градуировочный раствор «С», мг;

$W^{\text{этанол}}(\text{A})$ – массовая доля этилового спирта в градуировочном растворе «А», рассчитанная по формуле (Б.4), г/мг раствора;

m_C^A – масса градуировочного раствора «А», внесенная для приготовления градуировочного раствора «С», мг;

m_C^{BCP} – масса ВСР, внесенная для приготовления градуировочного раствора «С», мг.

Массовую долю этилового спирта в градуировочном растворе «С» $W^{\text{этанол}}(\text{C})$ в мг/мг градуировочного раствора «С» рассчитывают по формуле:

$$W^{\text{этанол}}(\text{C}) = \frac{m^{\text{этанол}}(\text{C})}{M_C} , \quad (\text{Б.10})$$

где M_C – сумма масс ВСР и градуировочного раствора «А», внесенных для приготовления градуировочного раствора «С», мг.

Б.3 Установление значения градуировочной характеристики в нулевом приближении

Проводят измерение градуировочного раствора «С» по п. 9.3 настоящей МИ.

Градуировочные характеристики, выражающие зависимость отношения площадей пиков i -го вещества и этилового спирта от отношений концентраций (мг/дм³ безводного спирта) i -го вещества и этилового спирта устанавливают по градуировочному раствору «С». Расчет градуировочных коэффициентов в нулевом приближении выполняют по формуле:

$$RRF_{i,0\text{пр}}^{\text{этанол}} = \frac{C_{0\text{пр}}^i(C)}{\rho^{\text{этанол}}} \cdot \frac{\sum_{k=1}^N \left(A_k^i(C) / A_k^{\text{этанол}}(C) \right)}{\sum_{k=1}^N \left(A_k^i(C) / A_k^{\text{этанол}}(C) \right)^2}, \quad (\text{Б.11})$$

где $RRF_{i,0\text{пр}}^{\text{этанол}}$ – относительный фактор отклика (градуировочная характеристика) i -го компонента к этиловому спирту в нулевом приближении;

$A_k^i(C)$ – величина отклика детектора на i -й компонент, полученная в результате k -го измерения градуировочного раствора «С», единицы площади пика;

$A_k^{\text{этанол}}(C)$ – величина отклика детектора на этиловый спирт, полученная в результате k -го измерения градуировочного раствора «С», единицы площади пика;

N – количество измерений градуировочного раствора «С» ($N \geq 2$).

Б.4 Установление концентрации летучих компонентов в ВСР в первом приближении

Проводят измерение ВСР по п. 9.3 настоящей МИ. Массовую долю i -го летучего компонента в ВСР в размерности мг/мг раствора $W_{1\text{пр}}^i(\text{ВСР})$ и массовую концентрацию i -го летучего компонента в ВСР в размерности мг/дм³ безводного спирта в первом приближении $C_{1\text{пр}}^i(\text{ВСР})$ рассчитывают по формулам:

$$W_{1\text{пр}}^i(\text{ВСР}) = \frac{ABV_{\text{ВСР}}^{\text{этанол}}}{100\%} \cdot \frac{C_{1\text{пр}}^i(\text{ВСР})}{\rho_{\text{ВСР}}}, \quad (\text{Б.12})$$

$$C_{1\text{пр}}^i(\text{ВСР}) = RRF_{i,0\text{пр}}^{\text{этанол}} \cdot \rho^{\text{этанол}} \cdot \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N \left(A_k^i(\text{ВСР}) / A_k^{\text{этанол}}(\text{ВСР}) \right), \quad (\text{Б.13})$$

где $A_k^i(\text{ВСР})$ – величина отклика детектора на i -й компонент, полученная в результате k -го измерения ВСР, единицы площади пика;

$A_k^{\text{этанол}}(\text{ВСР})$ – величина отклика детектора на этиловый спирт, полученная в результате k -го измерения ВСР, единицы площади пика.

Б.5 Установление концентрации градуировочного раствора «А» в первом приближении

Массовую долю i -го летучего компонента в градуировочном растворе «А» в размерности мг/мг раствора $W_{1\text{пр}}^i(\text{А})$ в первом приближении рассчитывают по формулам:

$$W_{1\text{np}}^i(\text{A}) = \frac{m_{1\text{np}}^i(\text{A})}{M_A}, \quad (\text{Б.14})$$

$$m_{1\text{np}}^i(\text{A}) = m_{0\text{np}}^i(\text{A}) + W_{1\text{np}}^i(\text{BCP}) \cdot m_A^{BCP}, \quad (\text{Б.15})$$

где $m_{1\text{np}}^i(\text{A})$ – масса i -го летучего компонента, присутствующая в градуировочном растворе «А» в первом приближении, мг;

$W_{1\text{np}}^i(\text{BCP})$ – массовая концентрация i -го летучего компонента в ВСР в первом приближении, установленная по формуле (Б.12), мг/мг раствора.

Б.6 Установление концентрации градуировочного раствора «С» в первом приближении

Массовую концентрацию i -го летучего компонента в градуировочном растворе «С» в первом приближении в размерности мг/дм³ безводного спирта $C_{1\text{np}}^i(\text{C})$ рассчитывают по формулам:

$$C_{1\text{np}}^i(\text{C}) = \frac{m_{1\text{np}}^i(\text{C})}{m_{\text{этанол}}^i(\text{C})} \cdot \rho_{\text{этанол}}, \quad (\text{Б.17})$$

$$m_{1\text{np}}^i(\text{C}) = m_C^A \cdot W_{1\text{np}}^i(\text{A}) + m_C^{BCP} \cdot W_{1\text{np}}^i(\text{BCP}), \quad (\text{Б.18})$$

где $m_{1\text{np}}^i(\text{C})$ – масса i -го летучего компонента, присутствующая в градуировочном растворе «С» в первом приближении, мг.

Массовую долю i -го летучего компонента в градуировочном растворе «С» в размерности мг/мг раствора $W_{1\text{np}}^i(\text{C})$ в первом приближении рассчитывают по формуле:

$$W_{1\text{np}}^i(\text{C}) = \frac{m_{1\text{np}}^i(\text{C})}{M_C}. \quad (\text{Б.19})$$

Б.7 Установление значения градуировочной характеристики в первом приближении

Расчет градуировочных коэффициентов в первом приближении выполняют по формуле:

$$RRF_{i,1\text{np}}^{\text{этанол}} = \frac{C_{1\text{np}}^i(\text{C})}{\rho_{\text{этанол}}} \cdot \frac{\sum_{k=1}^N \left(A_k^i(\text{C}) / A_k^{\text{этанол}}(\text{C}) \right)}{\sum_{k=1}^N \left(A_k^i(\text{C}) / A_k^{\text{этанол}}(\text{C}) \right)^2}, \quad (\text{Б.20})$$

где $RRF_{i,1\text{np}}^{\text{этанол}}$ – относительный фактор отклика (градуировочная характеристика) i -го компонента к этиловому спирту в первом приближении.

Б.8 Установление концентрации градуировочного раствора «В»

Массовую концентрацию i -го летучего компонента в градуировочном растворе «В» в размерности мг/дм³ безводного спирта $C^i(B)$ рассчитывают по формулам:

$$C^i(B) = \frac{m^i(B)}{m_{\text{этанол}}(B)} \cdot \rho_{\text{этанол}}, \quad (\text{Б.21})$$

$$m^i(B) = m_B^A \cdot W_{\text{1нр}}^i(A) + m_B^{BCP} \cdot W_{\text{1нр}}^i(\text{BCP}), \quad (\text{Б.22})$$

$$m_{\text{этанол}}(B) = m_B^A \cdot W_{\text{этанол}}(A) + m_B^{BCP} \cdot W_{\text{этанол}}(\text{BCP}), \quad (\text{Б.23})$$

где $m^i(B)$ – масса i -го летучего компонента, присутствующая в градуировочном растворе «В» в первом приближении, мг.

$m_{\text{этанол}}(B)$ – суммарная масса этилового спирта в градуировочном растворе «В», мг;

m_B^A – масса градуировочного раствора «А», внесенная для приготовления градуировочного раствора «В», мг;

m_B^{BCP} – масса ВСР, внесенная для приготовления градуировочного раствора «В», мг.

Б.9 Установление концентрации градуировочного раствора «Д»

Массовую концентрацию i -го летучего компонента в градуировочном растворе «Д» в размерности мг/дм³ безводного спирта $C^i(D)$ рассчитывают по формулам:

$$C^i(D) = \frac{m^i(D)}{m_{\text{этанол}}(D)} \cdot \rho_{\text{этанол}}, \quad (\text{Б.24})$$

$$m^i(D) = m_D^A \cdot W_{\text{1нр}}^i(A) + m_D^{BCP} \cdot W_{\text{1нр}}^i(\text{BCP}), \quad (\text{Б.25})$$

$$m_{\text{этанол}}(D) = m_D^A \cdot W_{\text{этанол}}(A) + m_D^{BCP} \cdot W_{\text{этанол}}(\text{BCP}), \quad (\text{Б.26})$$

где $m^i(D)$ – масса i -го летучего компонента, присутствующая в градуировочном растворе «Д» в первом приближении, мг.

$m_{\text{этанол}}(D)$ – суммарная масса этилового спирта в градуировочном растворе «Д», мг;

m_D^A – масса градуировочного раствора «А», внесенная для приготовления градуировочного раствора «Д», мг;

m_D^{BCP} – масса ВСР, внесенная для приготовления градуировочного раствора «Д», мг.

Б.10 Установление концентрации градуировочного раствора «1»

Массовую концентрацию i -го летучего компонента в градуировочном растворе «1» в размерности мг/дм³ безводного спирта $C^i(1)$ рассчитывают по формулам:

$$C^i(1) = \frac{m^i(1)}{m_{\text{этанол}}(1)} \cdot \rho_{\text{этанол}}, \quad (\text{Б.27})$$

$$m^i(1) = m_1^A \cdot W_{\text{1нр}}^i(A) + m_1^{BCP} \cdot W_{\text{1нр}}^i(\text{BCP}), \quad (\text{Б.28})$$

$$m^{\text{этанол}}(1) = m_1^A \cdot W^{\text{этанол}}(\text{A}) + m_1^{BCP} \cdot W^{\text{этанол}}(\text{BCP}), \quad (\text{Б.29})$$

где $m^i(1)$ – масса i -го летучего компонента, присутствующая в градуировочном растворе «1» в первом приближении, мг.

$m^{\text{этанол}}(1)$ – суммарная масса этилового спирта в градуировочном растворе «1», мг;

m_1^A – масса градуировочного раствора «А», внесенная для приготовления градуировочного раствора «1», мг;

m_1^{BCP} – масса ВСР, внесенная для приготовления градуировочного раствора «1», мг.

Б. 11 Установление концентрации градуировочного раствора «2»

Массовую концентрацию i -го летучего компонента в градуировочном растворе «2» в размерности мг/дм³ безводного спирта $C^i(2)$ рассчитывают по формулам:

$$C^i(2) = \frac{m^i(2)}{m^{\text{этанол}}(2)} \cdot \rho^{\text{этанол}}, \quad (\text{Б.30})$$

$$m^i(2) = m_2^C \cdot W_{\text{лрп}}^i(\text{C}) + m_2^{BCP} \cdot W_{\text{лрп}}^i(\text{BCP}), \quad (\text{Б.31})$$

$$m^{\text{этанол}}(2) = m_2^C \cdot W^{\text{этанол}}(\text{C}) + m_2^{BCP} \cdot W^{\text{этанол}}(\text{BCP}), \quad (\text{Б.32})$$

где $m^i(2)$ – масса i -го летучего компонента, присутствующая в градуировочном растворе «2» в первом приближении, мг.

$m^{\text{этанол}}(2)$ – суммарная масса этилового спирта в градуировочном растворе «2», мг;

m_2^C – масса градуировочного раствора «С», внесенная для приготовления градуировочного раствора «2», мг;

m_2^{BCP} – масса ВСР, внесенная для приготовления градуировочного раствора «2», мг.

Б.12 Установление концентрации градуировочного раствора «3»

Массовую концентрацию i -го летучего компонента в градуировочном растворе «3» в размерности мг/дм³ безводного спирта $C^i(3)$ рассчитывают по формулам:

$$C^i(3) = \frac{m^i(3)}{m^{\text{этанол}}(3)} \cdot \rho^{\text{этанол}}, \quad (\text{Б.33})$$

$$m^i(3) = m_3^C \cdot W_{\text{лрп}}^i(\text{C}) + m_3^{BCP} \cdot W_{\text{лрп}}^i(\text{BCP}), \quad (\text{Б.34})$$

$$m^{\text{этанол}}(3) = m_3^C \cdot W^{\text{этанол}}(\text{C}) + m_3^{BCP} \cdot W^{\text{этанол}}(\text{BCP}), \quad (\text{Б.35})$$

где $m^i(3)$ – масса i -го летучего компонента, присутствующая в градуировочном растворе «3» в первом приближении, мг.

$m^{\text{этанол}}(3)$ – суммарная масса этилового спирта в градуировочном растворе «3», мг;

m_3^C – масса градуировочного раствора «С», внесенная для приготовления градуировочного раствора «3», мг;

m_3^{BCP} – масса ВСР, внесенная для приготовления градуировочного раствора «3», мг.

Примерный вид отчета о приготовлении градуировочных растворов, выполненный с помощью MS Excel, представлен на рисунке Б.1.

| Протокол приготовления градуировочных растворов № 12 | | | | | | | |
|--|------------------------------------|-----------------------|------------------------------|------------------------------------|----------------------|--|--|
| Методика измерений массовой концентрации альдегидов, сложных эфиров, метилового спирта и высших спиртов в спиртосодержащей продукции методом газовой хроматографии | | | | | | | |
| Дата приготовления | 10 декабря 2024 | | | | | | |
| 1. Приготовление исходного водно-спиртового раствора (ВСР) по п. 9.2.1 методики | | | | | | | |
| Результат определения объемной доли этилового спирта в ВСР по ГОСТ 3639-79, % | 40.0 | | | | | | |
| Результат определения плотности ВСР с помощью водно-спиртовых таблиц, $\text{г}/\text{дм}^3$ | 943060 | | | | | | |
| 2. Приготовление градуировочного раствора «А» по п. 9.2.2 методики | | | | | | | |
| $m_{\text{воды}}^{\text{бр}}$, мг | 88506.3 | | | | | | |
| Компонент | $C^{\text{бр}}$, % | $m_{\text{бр}}$, мг | Компонент | $C^{\text{бр}}$, % | $m_{\text{бр}}$, мг | | |
| альдегиды | 99.7 | 159.0 | 1-пропион | 99.8 | 188.0 | | |
| метилалдегид | 99.7 | 191.1 | изобутанол | 99.8 | 189.7 | | |
| этанол | 99.7 | 192.2 | 1-бутилов | 99.9 | 189.3 | | |
| метанол | 99.9 | 157.4 | изопропил | 99.7 | 189.9 | | |
| 2-пропион | 99.8 | 187.1 | | | | | |
| 3. Приготовление градуировочных растворов «В», «С», «Д», «1», «2», «3» по п. 9.2.3 - 9.2.8 методики | | | | | | | |
| Преприятие | $m_{\text{воды}}^{\text{бр}}$, мг | $m_{\text{бр}}$, мг | Преприятие | $m_{\text{воды}}^{\text{бр}}$, мг | $m_{\text{бр}}$, мг | | |
| градуировочного раствора "В" | 81007.0 | 9207.5 | градуировочного раствора "1" | 80960.3 | 409.3 | | |
| Преприятие | $m_{\text{воды}}^{\text{бр}}$, мг | $m_{\text{бр}}$, мг | Преприятие | $m_{\text{воды}}^{\text{бр}}$, мг | $m_{\text{бр}}$, мг | | |
| градуировочного раствора "С" | 90336.0 | 4891.9 | градуировочного раствора "2" | 78854.1 | 3295.1 | | |
| Преприятие | $m_{\text{воды}}^{\text{бр}}$, мг | $m_{\text{бр}}$, мг | Преприятие | $m_{\text{воды}}^{\text{бр}}$, мг | $m_{\text{бр}}$, мг | | |
| градуировочного раствора "Д" | 81301.5 | 3487.1 | градуировочного раствора "3" | 59625.0 | 445.9 | | |
| 4. Результаты измерений градуировочного раствора "С" по п. 9.1 методики | | | | | | | |
| Компонент | A_1 (С), отн. ед. | A_2 (С), отн. ед. | $OCSKO_1$, % | | | | |
| альдегиды | 4.6329 | 4.7452 | 1.8 | | | | |
| метилалдегид | 4.2101 | 4.2783 | 1.1 | | | | |
| этанол | 6.0164 | 6.1330 | 1.4 | | | | |
| метанол | 5.3365 | 5.4924 | 1.8 | | | | |
| 2-пропион | 7.1007 | 7.1983 | 1.0 | | | | |
| этанол | 18941.2692 | 19356.6369 | 1.5 | | | | |
| 1-пропион | 8.8245 | 9.0077 | 1.5 | | | | |
| изобутанол | 10.3088 | 10.5542 | 1.7 | | | | |
| 1-бутилов | 9.8418 | 10.0618 | 1.6 | | | | |
| изопропил | 11.2428 | 11.5174 | 1.7 | | | | |
| 5. Результаты измерений ВСР по п. 9.1 методики | | | | | | | |
| Компонент | A_1 (ВСР), отн. ед. | A_2 (ВСР), отн. ед. | $OCSKO_1$, % | | | | |
| альдегиды | 0.0320 | 0.0333 | 2.8 | | | | |
| метилалдегид | 0.0000 | 0.0000 | - | | | | |
| этанол | 0.0000 | 0.0000 | - | | | | |
| метанол | 0.2178 | 0.1229 | 0.6 | | | | |
| 2-пропион | 0.0333 | 0.0360 | 1.4 | | | | |
| этанол | 17897.8878 | 15792.7522 | 3.4 | | | | |
| 1-пропион | 0.0000 | 0.0000 | - | | | | |
| изобутанол | 0.0000 | 0.0000 | - | | | | |
| 1-бутилов | 0.0000 | 0.0000 | - | | | | |
| изопропил | 0.0000 | 0.0000 | - | | | | |
| Приготовление выполнена(а) | Иванова М.И. | | | | | | |
| Приготовление выполнена(а) | Иванова М.И. | | | | | | |

Рисунок Б.1 – Пример протокола и приложения к протоколу о приготовлении градуировочных растворов, выполненный в MS Excel.