

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

**«МИРЭА – Российский технологический университет»**

# РТУ МИРЭА

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ И ОФОРМЛЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ**

**по дисциплине «Организация производственных процессов»**

**НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ**

**20.03.01 «Техносферная безопасность»**

**ПРОФИЛЬ**

**"Инженерная защита окружающей среды"**

**КВАЛИФИКАЦИЯ ВЫПУСКНИКА**

**БАКАЛАВР**

## Москва 2021

**Содержание**

Общие положения

1. Правила техники безопасности в лаборатории по оценке условий безопасности труда при выполнении лабораторных работ
2. Порядок выполнения лабораторной работы № 1 «Определение температуры вспышки горючих жидкостей»
3. Порядок выполнения лабораторной работы № 2 «Определение температуры воспламенения горючих жидкостей»
4. Порядок выполнения лабораторной работы № 3 «Определение температурных пределов распространения пламени горючих жидкостей»
5. Порядок выполнения лабораторной работы № 4 «Изучение процессов распространения пламени по паро-, газовоздушным смесям»

# Общие положения

* к работе в специализированных лабораториях кафедры экологической и промышленной безопасности допускаются лица, ознакомленные с данными методическими рекомендациями для студентов по выполнению практических лабораторных работ;
* работа студентов в специализированных лабораториях кафедры экологической и промышленной безопасности разрешается только в присутствии преподавателя ведущего занятия;
* во время перерыва проводится обязательное проветривание лабораторий с обязательным выходом студентов из аудитории;
* каждый учащийся в лабораториях кафедры экологической и промышленной безопасности в ответе за состояние своего рабочего места и сохранности размещенного оборудования; • нельзя находиться в лабораториях в верхней одежде;
* запрещается:
	+ класть одежду и сумки на свое рабочее место во избежание инцидентов и опасных ситуаций;
	+ находиться в лабораториях с напитками и едой;
	+ присоединять или отсоединять кабели, трогать разъемы, провода и розетки;
	+ передвигать лабораторное оборудование;
	+ пытаться самостоятельно устранять неисправности в работе аппаратуры.

# Правила техники безопасности в лаборатории по оценке условий безопасности труда при выполнении лабораторных работ

1. Не загромождать рабочее место посторонними предметами и личными вещами;
2. приступать к работе только после прохождения входного контроля:
3. предоставления преподавателю письменно оформленных результатов подготовки к выполнению работы (ответы на вопросы);
4. по итогам написания теста к лабораторной работе;
5. перед началом эксперимента поставить в известность преподавателя;
6. выполнять опыты с токсичными и пожароопасными веществами в соответствии с требованиями и в последовательности, изложенными в практикуме;
7. производить отбор газа из баллона с помощью соответствующего редуктора;
8. не отлучаться от установок (приборов) во время проведения эксперимента;
9. не употреблять напитки и пищевые продукты в помещении лабораторного практикума;
10. обо всех неполадках, обнаруженных в работе установок (приборов), немедленно ставить в известность преподавателя;
11. не отключать электрические приборы и оборудование выдергиванием вилки из розетки за шнур;
12. об окончании эксперимента сообщить преподавателю и приступить к обработке результатов опытов;
13. получить визу преподавателя в лабораторном журнале о выполнении работы.

# Порядок выполнения лабораторной работы № 1

## «Определение температуры вспышки горючих жидкостей»

**2.1 Определение температуры вспышки**

1) Получите у преподавателя наименование исследуемой жидкости (бутиловый или изобутиловый спирты). 2) Для расчета температуры вспышки (tвсп расч, °С) индивидуальных

1:

жидких веществ в закрытом тигле используется формула **tвсп расч = – a + b tкип**  (2.1)

где tкип – температура кипения вещества, °С (приложение Д); a, b – эмпирические коэффициенты; для спиртов, исследуемых в настоящей работе: а = 53,37; b = 0,693. Средняя квадратичная погрешность расчета = 1,4°С.

1. Рассчитайте ориентировочную величину температуры вспышки (tвсп зап, °С) для проведения эксперимента в закрытом тигле по формуле: **tвсп зап = tвсп расч – С** (2.2)

где С – константа запаса, °С; С = 5°С.

1. Включите прибор в электросеть.
2. Установите скорость нагрева жидкости с помощью ЛАТРа.
3. Откройте газовый баллон и подожгите газ, поступающий из фитиля микрогорелки. При необходимости отрегулируйте величину пламени (должен быть «синий шарик» диаметром 3-5 мм).
4. Перемешивайте жидкость с помощью гибкого привода мешалки.
5. При достижении ориентировочной температуры вспышки tвсп зап начинайте проверять наличие вспышки паров жидкости. Для этого поворотом головки пружинного рычага введите фитиль (газовую микрогорелку) с пламенем в открывшееся отверстие в крышке прибора. Отверстие должно открываться не более чем на 1 секунду. В момент проверки на вспышку перемешивание жидкости прекратите.
6. При отсутствии вспышки продолжайте нагревание, повторяя проверку на вспышку через 1-2 градус повышения температуры. Периодическую проверку на вспышку ведите до того момента, пока в отверстии не вспыхнет синее пламя.

*Температура, при которой визуально наблюдается синее пламя над поверхностью жидкости, принимается за температуру вспышки.* 10) Результаты работы внесите в протокол 2.1.

11) Сравните экспериментальные и справочные данные температуры вспышки (приложение Д практикума). Приемлемыми считаются отклонения на 2-3°С.

1 Формула используется для некоторых классов органических соединений, в том числе органических спиртов

12) Установите разряд исследуемой ЛВЖ по экспериментальным данным с помощью табл.2.1 практикума.

**Протокол 2.1**

Наименование исследуемой жидкости ……………………….

Справочная температура вспышки tвсп спр, °С (прил.Д)………..

Расчетная температура вспышки tвсп расч, °С……………………. Атмосферное давление Ратм, мм рт. Ст………………………….

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Параметры  |  |  | Опыты  |  |  |
| 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  |
| Температура жидкости, °С  |   |   |   |   |   |   |
| Проверка на вспышку (да/нет)  |   |   |   |   |   |   |

Экспериментальная температура вспышки tвсп эксп, °С...................

# Порядок выполнения лабораторной работы № 2

## «Определение температуры воспламенения горючих жидкостей»

**3.1 Определение температуры воспламенения**

1. Подтвердите у преподавателя наименование исследуемой жидкости (бутиловый или изобутиловый спирты).
2. Рассчитайте ориентировочную величину температуры воспламенения (tв расч, °С) для проведения эксперимента в открытом тигле по формуле: **tв расч = tвсп эксп к + С** (3.1)

где tвсп эксп к – скорректированная экспериментальная температура вспышки, °С; принимается из протокола 2.1; С – константа запаса, °С; С = 5°С.

1. Включите прибор в электросеть.
2. Установите скорость нагрева жидкости с помощью ЛАТРа.
3. Налейте исследуемый продукт в фарфоровый тигель в таком количестве, чтобы уровень его был ниже края тигля на 12-15 мм.
4. Поместите тигель с продуктом в нагревательную ванну.
5. Установите термометр так, чтобы ртутный шарик находился на равном расстоянии от дна и верхнего уровня залитого продукта.
6. Откройте газовый баллон и подожгите газ, поступающий из фитиля микрогорелки. При необходимости отрегулируйте величину пламени (длина пламени 4-5 мм).
7. При достижении ориентировочной температуры воспламенения tв расч на расстоянии 10-14 мм от поверхности жидкости медленно проведите пламя газовой микрогорелки (время продвижения пламени от одной стороны тигля до другой 2-3 с). В случае отсутствия газовой горелки, возможно использование других источников открытого огня; например, пламени спички.
8. При отсутствии воспламенения продолжайте нагревание, повторяя проверку на вспышку через каждые 2-3оС. При достижении температуры воспламенения жидкость загорается.

*За температуру воспламенения принимают температуру, показанную термометром, при которой устанавливается постоянное горение исследуемого вещества.*

1. **Достигнув температуры воспламенения быстро удалите термометр из зоны горения, а тигель накройте асбестовым листом или куском асбестовой ткани.**
2. Результаты работы внесите в протокол 3.1.

**Протокол 3.1** Наименование исследуемой жидкости ……….……………….

Справочная температура воспламенения tв спр, °С (прил.Д)….

Расчетная температура воспламенения tв расч, °С……………... Атмосферное давление Ратм, мм рт. С..т..……………………… Температура воздуха в помещении, °С…….………………….

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Параметры  |  |  | Опыты  |  |  |
| 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  |
| Температура жидкости, °С  |   |   |   |   |   |   |
| Проверка на воспламенение (да/нет)  |   |   |   |   |   |   |

Экспериментальная температура воспламенения tв эксп, °С…...

1. Сравните экспериментальные и справочные температуры воспламенения

(приложение Д практикума). Приемлемыми считаются отклонения на 2-3°С. 14) Дайте рекомендации по средствам тушения пожаров при загорании ГЖ и ЛВЖ (приложение В практикума).

# Порядок выполнения лабораторной работы № 3

## «Определение температурных пределов распространения пламени горючих жидкостей»

**4.1 Определение температурных пределов распространения пламени** 1) Получите у преподавателя наименование исследуемой жидкости (бутиловый или изобутиловый спирты).

1. Рассчитайте значения температур, соответствующих нижнему (tНТП расч, °С) и верхнему (tВТП расч, °С) температурным пределам распространения пламени

2:

по формуле  **tТП расч = a tкип – b** (4.1)

где tкип – температура кипения исследуемого вещества, °С (приложение Д практикума); a, b – коэффициенты, постоянные в пределах гомологического ряда (табл.4.1).

**Таблица 4.1 –** Значения коэффициентов *a* и *b* для расчета ТПРП

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Гомологический ряд  | Температурный предел  | a  | b  |
| Спирты алифатические  | нижний  | 0,61  | 38  |
| верхний  | 0,69  | 15  |

1. Рассчитайте величины температур нижнего (tНТПзап, °С) и верхнего (tВТПзап, °С) температурных пределов распространения пламени с учетом запаса по формулам: tНТП зап = tНТП расч – L  **(4.2)** tВТП зап = tВТП расч + U  **(4.3)**

где L, U − константы запаса, °С; L = 2°С; U = 8°С.

1. Проверьте, плотно ли вставлены в горловины сосуда пробки с термометром и искровыми электродами.
2. В сосуд налейте (выполняет лаборант) исследуемую жидкость (20% от объема сосуда) и ***слегка*** закройте пробкой.
3. Подогрейте жидкость внутри прибора до температуры tНТПзап, соответствующей нижнему температурному пределу и рассчитанной по формуле (4.2).
4. Вынимая на 1-[[1]](#footnote-1) с пробку из центрального отверстия, доведите давление внутри сосуда до атмосферного.
5. Включая кнопку индуктора, воспламените искровым разрядом горючую паровоздушную смесь.
6. Результат испытания на распространение пламени (РП) определите визуально. При этом пламя должно распространяться по всему объему или вверх до горловины сосуда, что влечет за собой вылет корковой пробки.

Появление пламени только в области электродов без его распространения по всему объему колбы следует считать «отказом».

1. После каждого включения источника зажигания, независимо от результатов опыта, продувайте сосуд воздухом (резиновой грушей), освобождая его от оставшихся продуктов горения.
2. В том случае, если воспламенение не произошло, жидкость нагрейте на 2°С и повторите опыт по п.п.7-9.

*За нижний температурный предел принимают ту наименьшую температуру, при которой произошло распространение пламени по всему объему сосуда.*

1. Подогрейте жидкость внутри прибора до предполагаемой температуры tВТПзап, соответствующей верхнему температурному пределу.
2. Включением кнопки индуктора воспламените искровым разрядом горючую паровоздушную смесь.
3. В том случае, если воспламенение не произошло, охладите жидкость на 2°С и повторите эксперимент по п.12.

*За верхний температурный предел принимают наибольшую температуру, при которой произошло распространение пламени по всему объему сосуда.* 15) Результаты работы запишите в протокол 4.1.

16) Сравните экспериментальные и справочные данные температурных пределов распространения пламени (приложение Д практикума). Приемлемыми считают отклонения не более 5°С.

**Протокол 4.1**

Наименование вещества………………………………………... Справочный НТПРП tНТП спр, °С ……..………………………..

Справочный ВТПРП tВТП спр, °С ………………………………

Расчетный НТПРП tНТП расч, °С..………………………………..

Расчетный ВТПРП tВТП расч, °С..………………………………... Атмосферное давление Ратм, мм рт. Ст.……………………….

Температура воздуха в помещении, °С………………………..

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Температура нагрева, оС  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Наличие РП (да/нет)  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |

Экспериментальный НТПРП tНТП эксп, °С…………………..……

Экспериментальный ВТПРП tВТП эксп, °С……………………….

**7.2 Определение безопасного режима при работе с горючей жидкостью** 1) По экспериментальным значениям нижнего и верхнего температурных пределов распространения пламени определите нижний и верхний концентрационные пределы распространения пламени (Сн, Св, % (об.)) по формуле:

##  Сн, в = (100 Рн, в) / Ратм (4.4)

где Pн, в – давление насыщенных паров при температуре, соответствующей нижнему (верхнему) температурному пределу распространения пламени, кПа; Ратм – атмосферное давление при

1.

условиях опыта, кПа

1. Зависимость давления насыщенного пара от температуры для используемых в работе веществ рассчитывается по уравнению Антуана:

*для н-бутанола:* **lg Рн, в = 8,72 –** [**2664,68 / (279,64 + tТП эксп к)**] (4.5) *для изобутанола:* **lg Рн, в = 7,83 –** [**2058,39 / (245,64 + tТП эксп к)**] (4.6)

где tТПэкспк – скорректированные экспериментальные значения НТПРП или ВТПРП, °С (протокол 4.1).

1. Результаты расчетов запишите в протокол 4.2.
2. Сделайте вывод о температурном режиме, исключающем опасность образования взрывоопасных паровоздушных смесей при работе с горючей жидкостью.
3. Укажите условия хранения данной жидкости в закрытой емкости (приложение Г практикума).

**Протокол 4.2**

|  |  |
| --- | --- |
| Показатель  | Величина  |
| Экспериментальный НТПРП tНТП эксп к, °С  |   |
| Экспериментальный ВТПРП tВТП эксп к, °С  |   |
| Нижний концентрационный предел распространения пламени, % (об.)  | lg Pн = Pн = Сн =  |
| Верхний концентрационный предел распространения пламени, % (об.)  | lg Pв = Pв = Св =  |

# Порядок выполнения лабораторной работы № 4

##  «Изучение процессов распространения пламени по паро-, газовоздушным смесям»

**5.1 Определение нижнего концентрационного предела распространения пламени газовоздушной смеси на модельном стенде**

1. Рассчитайте нижний концентрационный предел распространения пламени (Сн расч, % (об.)) для газовоздушной смеси известного состава по формуле:

  **Сн расч = Сн1d1 + Сн2d2 + … + Снidi** (5.1)

где С**н**1, С**н**2, …, С**н**i – нижние концентрационные пределы индивидуальных горючих компонентов в смеси, % (об.); в данной работе исследуются смеси пропан-метан; для пропана НКПРП = 2,31% (об.); для метана НКПРП = 5,28% (об.);

d1, d2, …, di – объёмная доля горючих компонентов в смеси, доли единицы; принимается в соответствии с номером Вашей подгруппы по табл.5.1.

**Таблица 5.1** – Процентный состав смеси пропан-метан

|  |  |
| --- | --- |
| № подгруппы  | Состав смеси, % (об.)  |
| пропан  | метан  |
| 1  | 90  | 10  |
| 2  | 85  | 15  |
| 3  | 80  | 20  |
| 4  | 75  | 25  |

1. Рассчитайте объем горючей смеси газов (Vг, см3), который необходимо подать в мерный цилиндр и смесительную колбу, чтобы создать концентрацию, соответствующую НКПРП, по формуле:

  **Vг = Сн Vц / 100** (5.2)

где Сн – нижний концентрационный предел распространения пламени смеси горючих веществ, % (об.);

Vц – суммарный объем мерного цилиндра и смесителя, см3; Vц = 1600 см3.

1. В связи с тем, что на НКПРП влияют атмосферное давление и температура воздуха, необходимо рассчитать объем горючей смеси газов с учетом запаса в размере 10%:

 **Vг10 = Vг + 0,1 Vг = 1,1 Vг** (5.3)

где Vг – расчетный объем горючей смеси газов, см3; 0,1 – запас, доли ед.

1. Включите в сеть высоковольтный индуктор (6), установите тумблер индуктора в положение «Включено» и нажмите кнопку с целью проверки искры во взрывном цилиндре.
2. Трехходовой кран (10) переведите в положение «I» для сообщения с атмосферой и с этой же целью откройте кран (8); остальные краны (7), (9), (11), (12) должны быть закрыты.
3. С помощью насоса (14) вытеснитес помощью воды воздух из смесительной колбы (2) и мерного цилиндра (1). Как только вода достигнет нулевой отметки, закройте кран (8), а кран (11) откройте.
4. Откройте газовый баллон[[2]](#footnote-2).
5. Откройте кран (7) и наберите в мерный цилиндр количество газа, равное (Vг10, см3); после чего кран (7) закройте.
6. Закройте газовый баллон.
7. Откройте кран (8) для забора воздуха из атмосферы с целью получения газовоздушной смеси определенного состава. После полного удаления воды из смесительной колбы закройте краны (8) и (11).
8. Вытесните воздух из взрывного цилиндра, нажимаяна резиновую грушу (15). При подъеме воды к трехходовому крану (10) установите его в положение «II» для соединения взрывного цилиндра со смесительной колбой.
9. Краны (9) и (12) откройте для перемещения газовоздушной смеси из смесительной колбы во взрывной цилиндр; после полного удаления воды из взрывного цилиндра, краны (9) и (12) закройте.
10. Нажимая кнопку высоковольтного индуктора для получения искры во взрывном цилиндре, фиксируйте наличие или отсутствие распространения пламени (наличие распространения пламени определяется визуально по всплеску воды во взрывном цилиндре).
11. Для дальнейших измерений уменьшите количество газа при наличии распространения пламени, а при отсутствии – увеличьте на 10 см3.

Последовательно изменяя концентрацию газа, найдите нижний концентрационный предел распространения пламени с точностью до 10

 3 -13. Результаты работы внесите в протокол

см , для чего повторите п.п.5

5.1.

**Протокол 5.1**

Вариант № (номер подгруппы)………………………………..

Состав горючей смеси ………………………………………….

Расчётное значение НКПРП Сн, % (об.)………………………. Атмосферное давление Рt, мм рт. ст.…………………………..

Температура воздуха в помещении tt, °С………………………..

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Параметры  |  |  | Опыты  |  |  |
| 1  | 2  | 3  | 4  | 5  |
| 3Объем взятого газа, см  |   |   |   |   |   |
| Отметка о наличии взрыва (да / нет)  |   |   |   |   |   |

Экспериментально определённый НКПРП Сн эксп, % (об.)…….

 Предельно допустимая взрывобезопасная концентрация ПДВК′, %

(об.)………….…………………………………………

1. Используя формулу (5.1), определите экспериментальный НКПРП (Сн эксп, % (об.)).
2. Используя экспериментальные данные, определите предельно допустимую взрывобезопасную концентрацию горючего газа (ПДВК, % (об.)) по формуле:

  **ПДВК** = **Сн эксп / К**′**б** (5.4)

где Сн эксп– экспериментально определённый НКПРП, % (об.); принимается из протокола 5.1; К′б – коэффициент безопасности со степенью надёжности 0,999; для пропана К′б = 1,24, для метана К′б = 1,26, для смеси пропан-метан допускается принимать К′б = 1,25.

1. Дайте рекомендации по средствам тушения пожаров при загорании горючих газов (приложение В практикума) и условиям хранения сжатых, сжиженных и растворенных газов в баллонах (приложение Г практикума).

**5.2 Определение концентрации паров горючей жидкости в воздухе газоанализатором ПГФ-2М**

* + 1. Подготовку прибора к работе осуществляет лаборант. Подготовка заключается в установке постоянной силы тока с помощью рукоятки реостата «Ток»; отборе чистого воздуха в сравнительную камеру (7) и установке стрелки на ноль с помощью рукоятки реохорда «Нуль».
		2. Для измерения концентрации горючего пара:
			1. установите трёхходовой кран (4) в положение «Газ-воздух» (двукратное разбавление газа воздухом), переключатель (8) – в положение «Анализ» и переключатель (6) – в положение «Пр-2»;
			2. с помощью насоса (3) отберите пробу паров этанола;
			3. нажмите кнопку (9) «Накал» и отсчитайте максимальное отклонение стрелки по шкале миллигальванометра (5).

3) При малых отклонениях стрелки по шкале миллигальванометра (5):

* + - 1. установите трёхходовой кран (3) в положение «Газ», переключатель (8) – в положение «Анализ», переключатель (6) – в положение «Пр-2»;
			2. отберите пробу паров этанола;
			3. нажмите кнопку (9) и отсчитайте отклонение стрелки. Если оно будет мало, то переключатель (6) установите в положение «Пр-1» и прокачайте ещё раз исследуемый воздух; нажмите кнопку (9) и отсчитайте максимальный отброс стрелки.
		1. Зафиксированную миллигальванометром концентрацию с учётом данных табл.5.2 запишите в протокол 5.2.

**Таблица 5.2 –** Расчет концентрации в % по объему

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| газ  |  | пропан  | диэтиловый эфир  | этиловый спирт  | коксовый газ  | этилен  |
| пределы  |  | 1  | 2  | 1  | 2  | 1  | 2  | 1  | 2  | 1  | 2  |
| деления  шкалы  | 1  | 0,10  | 0,40  | 0,08  | 0,40  | 0,20  | 0,65  | 0,20  | 1,00  | 0,05  | 0,25  |
| 2  | 0,18  | 0,80  | 0,16  | 0,80  | 0,30  | 1,25  | 0,36  | 1,80  | 0,10  | 0,55  |
| 3  | 0,25  | 1,20  | 0,24  | 1,20  | 0,40  | 1,80  | 0,48  | 2,40  | 0,15  | 0,90  |
| 4  | 0,33  | 1,60  | 0,32  | 1,70  | 0,50  | 2,80  | 0,60  | 3,00  | 0,20  | 1,40  |
| 5  | 0,40  | 2,00  | 0,40  | 2,20  | 0,65  | 3,70  | 1,00  | 4,00  | 0,25  | 2,00  |

* + 1. Выберите в приложении Д коэффициенты безопасности К′б (cо степенью надёжности 0,999) и К″б (cо степенью надёжности 0,999999). Основываясь на величине нижнего концентрационного предела распространения пламени (НКПРП, % (об.)), определите предельно допустимые взрывобезопасные концентрации (ПДВК, % (об.)):

  **ПДВК**′ **= НКПРП / К**′**б** (5.5)

  **ПДВК**″ **= НКПРП / К**″**б** (5.6)

* + 1. Результаты расчетов внесите в протокол 5.2.
		2. Сравните измеренную концентрацию с ПДВК и сделайте вывод о возможности распространения пламени и возникновения взрыва.

**Протокол 5.2**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п.п.  | Наименование показателя  | Единица измерения  | Значение показателя  |
| 1  | Наименование вещества  | ---  |   |
| 2  | Атмосферное давление Рt  | мм рт. ст.  |   |
| 3  | Температура воздуха tt  | °С  |   |
| 4  | Измеренная концентрация С  | % об.  |   |
| 5  | НКПРП (прил.Д)  | % об.  |   |
| 6  | ВКПРП (прил.Д)  | % об.  |   |
| 7  | Коэффициент безопасности (прил.Д)  | К′б  | ---  |   |
| К″б  | ---  |   |
| 8  | Предельно допустимая взрывобезопасная концентрация  | ПДВК′  | % об.  |   |
| ПДВК″  | % об.  |   |

1. Формула используется для некоторых классов органических соединений, в том числе органических спиртов [↑](#footnote-ref-1)
2. Белая рукоятка (в верхней части баллона), повернутая так, что видна красная точка, свидетельствует о том, что газовый баллон открыт [↑](#footnote-ref-2)