ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р ИСО 14687— 2024

ВОДОРОДНОЕ ТОПЛИВО

Технические условия

(ISO 14687:2019, IDT)

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2024

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 ПОДГОТОВЛЕН Федеральным государственным бюджетным учреждением науки ордена Трудового Красного Знамени Институт нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева Российской академии наук (ИНХС РАН), Обществом с ограниченной ответственностью Первая Инновационная Межотраслевая Компания Водородных Технологий «Русский Водород» (ООО ПИМК ВТ «Русский Водород»), Федеральным государственным автономным образовательным учреждением высшего образования «Сибирский федеральный университет» (ФГАОУ ВО СФУ) на основе собственного перевода на русский язык англоязычной версии стандарта, указанного в пункте 4

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 029 «Водородные технологии»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 6 февраля 2024 г. № 201-ст

4 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту ИСО 14687:2019 «Водородное топливо. Технические условия» (ISO 14687:2019 «Hydrogen fuel quality — Product specification», IDT).

При применении настоящего стандарта рекомендуется использовать вместо ссылочных международных стандартов соответствующие им национальные стандарты, сведения о которых приведены в дополнительном приложении ДА

5 ВЗАМЕН ГОСТ Р ИСО 14687-1—2012, ГОСТ Р 55466—2013

*Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (*gost.e-ecolog.ru

© ISO, 2019
© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 2024

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины и определения 1
4 Классификация и применение водородного топлива 3
4.1 Классификация 3
4.2 Применение 3
5 Требования к качеству водородного топлива для применения в топливных элементах с протонообменной мембраной (ПОМ) для дорожных транспортных средств 4
5.1 Показатели качества топлива 4
5.2 Методы анализа 5
5.3 Отбор проб 5
5.4 Контроль качества водородного топлива 5
6 Требования к качеству водородного топлива для применения в топливных элементах с ПОМ для стационарных энергоустановок 5
6.1 Показатели качества топлива 5
6.2 Определение показателей качества 6
6.3 Отбор проб 7
7 Требования к качеству водородного топлива для других областей применения за исключением топливных элементов с ПОМ для транспортных средств и стационарных энергоустановок 7
7.1 Показатели качества топлива 7
7.2 Определение показателей качества 9
7.3 Отбор проб 9
Приложение А (справочное) Руководство по выбору пограничной точки в стационарных энергоустановках с топливными элементами с ПОМ 10
Приложение В (справочное) Обоснование перечня определяемых примесей в водородном топливе для топливных элементов с ПОМ для стационарных энергоустановок 12
Приложение С (справочное) Короткоцикловая адсорбция и применимость содержания монооксида углерода в качестве индикатора присутствия других примесей 14
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов национальным стандартам 14
Библиография 15

Введение

Настоящий документ представляет собой совокупность трех ранее принятых стандартов, содержащих сведения о качестве водородного топлива.

В последние годы топливные элементы с протонообменной мембраной (ПОМ) претерпели существенные изменения: снизилось содержание платины (Pt), мембраны стали тоньше, плотность тока увеличилась, появилась возможность эксплуатации в условиях низкой влажности. В связи с этим возникла необходимость пересмотреть допуски по примесям водорода для топливных элементов с ПОМ, которые ранее были указаны в ИСО 14687-2 и ИСО 14687-3.

Настоящий стандарт подготовлен на основании последних исследований и разработок в области топливных элементов с ПОМ с учетом следующих факторов [1], [3]—[15]:

- устойчивость катализаторов топливных элементов с ПОМ и других элементов к примесям в водородном топливе;
- влияние примесей в водородном топливе на работу энергоустановки и компонентов топливных элементов;
- наличие методов качественного и количественного анализа примесей при проведении лабораторных, производственных и полевых измерений;
- опыт эксплуатации транспортных средств на топливных элементах и стационарных энергоустановок на топливных элементах.

Водородное топливо сорта D и сорта E применяется в топливных элементах с ПОМ для дорожных транспортных средств и в стационарных энергоустановках.

Этот стандарт отражает состояние дел на дату его публикации, но, поскольку требования к качеству водородного топлива быстро изменяются, настоящий стандарт может потребовать дальнейшего пересмотра в будущем в соответствии с научно-технологическим прогрессом.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ВОДОРОДНОЕ ТОПЛИВО

Технические условия

Hydrogen fuel quality. Product specification

Дата введения — 2024—03—01

1 Область применения

Настоящий стандарт определяет минимальные качественные характеристики водородного топлива, предназначенного для использования в транспортных средствах и стационарных установках.

Стандарт применим к системам, работающим на водородном топливе, которые указаны в таблице 1.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие стандарты [для датированных ссылок применяют только указанное издание ссылочного стандарта, для недатированных — последнее издание (включая все изменения)]:

ISO 19880-8, Gaseous Hydrogen — Fuelling stations — Part 8: Fuel Quality Control (Водород газообразный. Заправочные станции. Часть 8. Контроль качества топлива)

ISO 21087, Gas analysis — Analytical methods for hydrogen fuel — Proton exchange membrane (PEM) fuel cell applications for road vehicles (Газовый анализ. Аналитические методы для водородного топлива. Применение топливных элементов с протонообменной мембраной (PEM) для дорожных транспортных средств)

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями.

ISO и IEC используют терминологические базы данных, применяющиеся в стандартизации и размещенные по следующим адресам:

- платформа ИСО для онлайн-просмотра: доступна по адресу gost.e-ecolog.ru
- электронная энциклопедия МЭК: доступна на gost.e-ecolog.ru

3.1 **пограничная точка** (boundary point): Точка между оборудованием для подачи водородного топлива (3.13) и энергоустановкой на основе топливных элементов с ПОМ (3.9), для работы которой должны быть определены качественные характеристики водородного топлива.

3.2 **компонент** (constituent): Вещество (химическое соединение), которое может быть обнаружено в водородном топливе.

3.3 **примесь** (contaminant): Вещество, которое оказывает неблагоприятное воздействие на компоненты системы топливных элементов (3.8), энергоустановки на основе топливных элементов (3.9) или системы хранения водорода.

Примечание — Неблагоприятное воздействие может быть обратимым или необратимым.

3.4 **потребитель** (customer): Лицо, ответственное за использование водородного топлива для энергоустановок на основе топливных элементов (3.9).

Издание официальное

3.5 **предел обнаружения** (detection limit): Наименьшее количество вещества, которое может быть обнаружено с указанной степенью достоверности.

3.6 **предел определения** (determination limit): Самое низкое значение, которое может быть измерено при заданном приемлемом уровне неопределенности.

3.7 **топливный элемент** (fuel cell): Электрохимическое устройство, преобразующее химическую энергию в электрическую энергию (постоянный ток), тепло и другие продукты химической реакции.

3.8 **система топливных элементов** (fuel cell system): Энергосистема, используемая для выработки электроэнергии в транспортном средстве на топливных элементах.

Примечание — Система топливных элементов обычно содержит следующие компоненты: батарею топливных элементов, систему очистки воздуха, систему очистки водородного топлива, системы регулирования температуры и подачи воды.

3.9 **энергоустановка на основе топливных элементов** (fuel cell power system): Автономная батарея топливных элементов, используемая для выработки электроэнергии, установленная в определенном месте.

Примечания

1 Энергоустановка обычно содержит следующие компоненты: батарею топливных элементов, систему очистки и подачи воздуха, систему очистки водородного топлива, систему регулирования температуры и регулирования подачи воды и систему автоматизированного управления. Применяется в распределенной генерации электроэнергии, резервной генерации электроэнергии, удаленной генерации электроэнергии, генерации электроэнергии и тепла для бытового и коммерческого применения.

2 Для потребительских целей энергоустановка на топливных элементах не содержит системы обработки топлива из-за расположения пограничной точки (3.1).

3.10 **газообразный водород** (gaseous hydrogen): Водород в газообразном состоянии.

Примечание — Минимальная объемная концентрация водорода в водородном топливе указана в таблицах настоящего стандарта).

3.11 **водородное топливо** (hydrogen-based fuel): Газ, содержащий водород, используемый для топливных элементов с ПОМ в стационарных энергоустановках.

Примечание — Концентрация водорода указана в соответствующих таблицах настоящего стандарта.

3.12 **индекс водородного топлива** (hydrogen fuel index): Содержание водорода в водородном топливе, выраженное в мольных долях или процентах.

3.13 **оборудование для подачи водородного топлива** (hydrogen fuel supply equipment): Оборудование, используемое для транспортирования водородного топлива к месту потребления или производства водородного топлива на месте потребления, а затем для доставки в энергоустановку на основе топливных элементов (3.9), включая оборудование для промежуточного хранения, испарения и регулирования давления.

3.14 **необратимый эффект** (irreversible effect): Воздействие, выражающееся в ухудшении рабочих характеристик системы на основе топливных элементов (3.8) или энергоустановки на основе топливных элементов (3.9), которые не могут быть восстановлены за счет изменений условий эксплуатации и/или состава газа.

3.15 **жидкий водород** (liquid hydrogen): Водород сжиженный, находящийся в жидком состоянии.

3.16 **дисперсные частицы** (particulate): Твердые или жидкие частицы, в том числе, масляный туман, которые могут уноситься в систему топливных элементов (3.8) или систему питания топливных элементов (3.9) в процессе производства, доставки, хранения или передачи водородного топлива.

3.17 **обратимый эффект** (reversible effect): Воздействие, которое приводит к временному снижению производительности системы топливных элементов (3.8) или энергоустановки на основе топливных элементов (3.9), которое устраняется с помощью изменений условий эксплуатации и/или состава газа.

3.18 **шугообразный водород** (slush hydrogen): Водород, представляющий собой смесь твердого и жидкого водорода при эвтектической температуре (температуре тройной точки).

3.19 **системный интегратор** (system integrator): Сторона, обеспечивающая системную интеграцию между энергоустановкой на основе топливных элементов с ПОМ (3.9) и поставщиком водорода.

4 Классификация и применение водородного топлива

4.1 Классификация

Водородное топливо классифицируют по следующим типам и сортам:

a) Тип I (сорта A, B, C, D и E): газообразный водород и топливо на основе водорода.

b) Тип II (сорта C и D): жидкий водород.

c) Тип III: шугообразный водород.

4.2 Применение

В таблице 1 приведены области применения каждого типа и сорта водородного топлива.

Таблица 1 — Классификация водородного топлива и его применение

Тип	Сорт	Категория	Области применения	Раздел настоящего стандарта
I Газообразное водородное топливо	A	—	Водородное топливо, используемое в двигателях внутреннего сгорания транспорта; в бытовых/коммерческих приборах, в которых осуществляется сжигание топлива (например, котлы, плиты и т. п.)	7
	B	—	Водородное топливо, используемое для промышленного производства электроэнергии и тепла, за исключением применения в топливных элементах с ПОМ	7
	C	—	Водородное топливо, используемое в системах наземного обслуживания воздушного и космического транспорта, за исключением применения в топливных элементах с ПОМ	7
	D[a, b]	—	Водородное топливо, используемое в топливных элементах с ПОМ для дорожных транспортных средств	5
	E	Топливные элементы с ПОМ для стационарных энергоустановок		6
		1	Водородное топливо для областей применения с высоким КПД/низким энергопотреблением	
		2	Водородное топливо для областей применения с высоким энергопотреблением	
		3	Водородное топливо для областей применения с высоким КПД/высоким энергопотреблением	
II Жидкое водородное топливо	C	—	Водородное топливо для бортовых силовых установок и для обеспечения электроэнергией самолетов, космических аппаратов и внедорожных транспортных средств	7
	D[a, b]	—	Водородное топливо для топливных элементов с ПОМ для дорожных транспортных средств	5
III Шугообразное водородное топливо	—	—	Водородное топливо для двигательных установок самолетов и космических аппаратов	7

[a] Сорт D может использоваться в других транспортных средствах на топливных элементах, включая промышленные погрузчики, если это согласовано между поставщиками и потребителями водородного топлива.

[b] Сорт D может использоваться для стационарных энергоустановок на основе топливных элементов с ПОМ в качестве альтернативы сорту E категории 3.

Примечание — Биологические источники водорода могут содержать дополнительные компоненты (например, силоксаны или ртуть), которые могут повлиять на работоспособность топливных элементов, особенно топливных элементов с ПОМ. Однако они не включены в настоящий стандарт из-за недостаточного количества информации.

5 Требования к качеству водородного топлива для применения в топливных элементах с протонообменной мембраной (ПОМ) для дорожных транспортных средств

5.1 Показатели качества топлива

Для водорода сорта D (см. таблицу 1) качество водорода должно соответствовать требованиям, которые указаны в таблице 2. Характеристики топлива не зависят от процесса получения или исходного сырья. Также отсутствуют достоверные доказательства того, что возможные примеси, не включенные в приведенный перечень, являются безопасными.

Примечание — В ИСО 19880-8:2019 (приложение А) приведено обоснование выбора примесей, указанных в таблице 2.

Таблица 2 — Требования к качеству водородного топлива для дорожного транспорта на топливных элементах с ПОМ

Показатель[a]	Тип I, Тип II Сорт D
Индекс водородного топлива (минимальная объемная концентрация)[b]	99,97 %
Общее максимальное содержание других газов	300 мкмоль/моль
Максимальное содержание отдельных примесей	
Вода (H_2O)	5 мкмоль/моль
Общее содержание углеводородов, кроме метана[c] (C_1-эквивалент)	2 мкмоль/моль
Метан (CH_4)	100 мкмоль/моль
Кислород (O_2)	5 мкмоль/моль
Гелий (He)	300 мкмоль/моль
Азот (N_2)	300 мкмоль/моль
Аргон (Ar)	300 мкмоль/моль
Диоксид углерода (CO_2)	2 мкмоль/моль
Монооксид углерода (CO)[d]	0,2 мкмоль/моль
Серосодержащие соединения[e] (S_1-эквивалент)	0,004 мкмоль/моль
Формальдегид (HCHO)[d]	0,2 мкмоль/моль
Муравьиная кислота (HCOOH)[d]	0,2 мкмоль/моль
Аммиак (NH_3)	0,1 мкмоль/моль
Галогенсодержащие соединения[f] (эквивалент галоген иона)	0,05 мкмоль/моль
Максимальная концентрация частиц[g]	1 мг/кг

[a] Для компонентов, представляющих суммарное содержание соединений, например общее содержание углеводородов или серосодержащих компонентов соединений, сумма количества компонентов должна быть меньше или равна допустимому значению.

[b] Индекс водородного топлива определяют путем вычитания общего содержания других газов, выраженного в мольных процентах, из 100 мольных процентов.

[c] Общее содержание углеводородов, кроме метана, включает также и кислородсодержащие органические соединения. Общее содержание углеводородов, кроме метана, следует выражать C_1-эквивалентом (мкмоль/моль).

[d] Общее содержание CO, HCHO и HCOOH не должно превышать 0,2 мкмоль/моль.

[e] Общее содержание сернистых соединений включает как минимум содержание H_2S, COS, CS_2 и меркаптанов, которые обычно содержатся в природном газе.

Окончание таблицы 2

[f] Все галогенсодержащие соединения, которые потенциально могут находиться в водородном топливе [например, хлористый водород (HCl) или органические хлориды (R-Cl)], должны определяться в соответствии с планом контроля качества водородного топлива, который приведен в ИСО 19880-8. Содержание галогенсодержащих соединений выражают эквивалентом галогена иона (мкмоль/моль).

[g] Частицы включают в себя твердые и аэрозольные частицы, в том числе, масляный туман. Крупные частицы могут стать причиной проблем с транспортным средством, и их необходимо удалять с помощью фильтров, как указано в ИСО 19880-1. В топливе на заправочном пистолете не должно быть видимых следов масла.

5.2 Методы анализа

Методы анализа компонентов, указанных в таблице 2, должны соответствовать требованиям ИСО 21087.

5.3 Отбор проб

Руководство по методам отбора проб водородного топлива для заправочных станций, работающих на газообразном водороде, представлено в ИСО 19880-1.

5.4 Контроль качества водородного топлива

Обоснования соответствия качества водородного топлива должны основываться на ИСО 19880-8.

6 Требования к качеству водородного топлива для применения в топливных элементах с ПОМ для стационарных энергоустановок

6.1 Показатели качества топлива

Качество водородного топлива, используемого в стационарных установках на топливных элементах с ПОМ, должно соответствовать требованиям, которые указаны в таблице 3; топливо должно быть отобрано в пограничной точке, которая должна располагаться между оборудованием для подачи водородного топлива и энергоустановкой на основе топливных элементов с ПОМ.

Примечания

1 Приложение А содержит руководство по выбору места расположения пограничной точки.

2 В приложении В приведено обоснование выбора примесей, указанных в таблице 3.

Водород и водородное топливо тип I, сорт E для топливных элементов с ПОМ для применения в стационарных энергоустановках подразделяют на следующие подкатегории в зависимости от показателей качества:

- Тип I, сорт E, категория 1 (водородное топливо для областей применения с высоким КПД/низким энергопотреблением);
- Тип I, сорт E, категория 2 (водородное топливо для областей применения с высоким энергопотреблением);
- Тип I, сорт E, категория 3 (газообразный водород для областей применения с высоким КПД/высоким энергопотреблением).

Таблица 3 — Требования к качеству водородного топлива для стационарных топливных элементов с ПОМ

Компоненты[a]	Тип I, сорт E		
	Категория 1	Категория 2	Категория 3
Индекс водородного топлива (минимальная объемная концентрация)[b]	50 %	50 %	99,9 %
Общее максимальное содержание других газов	50 %	50 %	0,1 %
Вода (H_2O)[c]	Отсутствие конденсации при любых условиях окружающей среды	Отсутствие конденсации при любых условиях окружающей среды	Отсутствие конденсации при любых условиях окружающей среды

Окончание таблицы 3

Компоненты[a]	Тип I, сорт E		
	Категория 1	Категория 2	Категория 3
Максимальное содержание отдельных примесей[d]			
Общее содержание углеводородов, кроме метана[e] (C_1-эквивалент)	10 мкмоль/моль	2 мкмоль/моль	2 мкмоль/моль
Метан (CH_4)	5 %	1 %	100 мкмоль/моль
Кислород (O_2)	200 мкмоль/моль	200 мкмоль/моль	50 мкмоль/моль
Суммарное содержание азота (N_2), аргона (Ar) и гелия (He) (мольная доля)	50 %	50 %	0,1 %
Диоксид углерода (CO_2)	Включено в общее максимальное содержание других газов	Включено в общее максимальное содержание других газов	2 мкмоль/моль
Монооксид углерода (CO)	10 мкмоль/моль	10 мкмоль/моль	0,2 мкмоль/моль[f]
Серосодержащие соединения[g] (S_1-эквивалент)	0,004 мкмоль/моль	0,004 мкмоль/моль	0,004 мкмоль/моль
Формальдегид (HCHO)	3,0 мкмоль/моль	0,2 мкмоль/моль	0,2 мкмоль/моль[f]
Муравьиная кислота (HCOOH)	10 мкмоль/моль	0,2 мкмоль/моль	0,2 мкмоль/моль[f]
Аммиак (NH_3)	0,1 мкмоль/моль	0,1 мкмоль/моль	0,1 мкмоль/моль
Галогенсодержащие соединения[h] (эквивалент галоген иона)	0,05 мкмоль/моль	0,05 мкмоль/моль	0,05 мкмоль/моль
Максимальная концентрация частиц	1 мг/кг	1 мг/кг	1 мг/кг
Максимальный диаметр частиц	75 мкм	75 мкм	75 мкм

[a] Для компонентов, представляющих суммарное содержание соединений, например общее содержание углеводородов или серосодержащих компонентов соединений, сумма количества компонентов должна быть меньше или равна допустимому значению.

[b] Индекс водородного топлива определяют путем вычитания общего содержания других газов, выраженного в мольных процентах из 100 мольных процентов.

[c] На каждой площадке, где используется водородное топливо, необходимо определить соответствующее максимальное содержание воды на основе самой низкой ожидаемой температуры окружающей среды и самого высокого ожидаемого давления в резервуаре.

[d] Максимальную концентрацию примесей определяют в пересчете на сухое водородное топливо.

[e] Общее содержание углеводородов, кроме метана, включает также и кислородсодержащие органические соединения. Общее содержание углеводородов, кроме метана, должно выражаться C_1-эквивалентом (мкмоль/моль).

[f] Общее содержание CO, HCHO и HCOOH не должно превышать 0,2 мкмоль/моль.

[g] Общее содержание сернистых соединений включает как минимум содержание H_2S, COS, CS_2 и меркаптанов, которые обычно содержатся в природном газе.

[h] Галогенсодержащие соединения включают, например хлористый водород (HCl) и органические хлориды (R-Cl). Содержание галогенсодержащих соединений выражают эквивалентом галогена иона (мкмоль/моль).

6.2 Определение показателей качества

6.2.1 Общие рекомендации

Определяют качество водородного топлива в пограничной точке с использованием методов отбора проб, указанных в 6.3.

Выбор примесей, которые необходимо анализировать (таблица 3), следует проводить, основываясь на методе производства водорода.

Все измерения, определяемые настоящим стандартом, необходимо проводить с использованием калибровочных стандартов, используемых при количественном анализе газов (или других калибровоч-

ных технологий), которые соответствуют Международной системе единиц (СИ) и национальным стандартам, если таковые имеются.

Примечание — ИСО 21087 содержит руководство по методам анализа.

6.2.2 Требования к квалификационным испытаниям

Периодичность испытаний и требования к квалификационным испытаниям определяют по согласованию между поставщиком и потребителем водородного топлива. При определении частоты испытаний и испытуемых компонентов необходимо учитывать постоянство подачи водорода.

Примечание — В приложении В приведены рекомендации по обеспечению качества производства водорода с помощью парового риформинга и короткоцикловой адсорбции.

6.2.3 Отчет о результатах

Пределы обнаружения и пределы определения для используемых методов анализа и аналитического оборудования должны быть указаны вместе с результатами каждого испытания и датой отбора пробы.

6.3 Отбор проб

6.3.1 Объем проб, отбираемых для анализа

Емкость для отбора проб должна содержать достаточное количество водородного топлива для проведения анализов по определению качества водородного топлива. Если одна проба не содержит достаточного количества водородного топлива для проведения всех анализов, необходимых для оценки качества, следует отобрать дополнительные пробы, которые должны быть отобраны из той же партии и в аналогичных условиях. Если необходимо провести несколько испытаний, может потребоваться большая по объему проба или проба с более высоким давлением.

6.3.2 Выбор точки отбора проб

Необходимо установить пограничную точку таким образом, чтобы состав отбираемой пробы соответствовал составу водородного топлива, подаваемого к топливным элементам энергоустановки.

Примечание — Приложение А содержит руководство, помогающее определить факторы, влияющие на качество водородного топлива в пограничной точке, а также выбор пограничной точки.

6.3.3 Отбор проб

Отобранные пробы должны быть репрезентативными. Отбор происходит в пограничной точке в емкость соответствующего размера с использованием специального соединения. Между пограничной точкой и емкостью для отбора проб не допустимо загрязнение водородного топлива (можно использовать подходящий продувочный клапан).

Необходимо удалить остаточные газы из емкости для отбора проб для предотвращения загрязнения пробы водородного топлива. Для этой цели необходимо использовать вакуумирование емкости. Если вакуумирование невозможно, то емкость для проб следует очистить, используя многократные циклы продувки.

Отбираемые газы являются легкогорючими. Необходимо принять меры для предотвращения опасных ситуаций в соответствии с ИСО/ТО 15916.

6.3.4 Частицы в газообразном водороде

Пробы для определения частиц в водородном топливе следует отбирать в пограничной точке с использованием фильтра, если это целесообразно, при тех же условиях (давление и скорость потока), которые используются в реальных условиях подачи топлива. Необходимо принять меры для предотвращения загрязнения пробы частицами, поступающими из соединительного устройства и/или из окружающей среды.

7 Требования к качеству водородного топлива для других областей применения за исключением топливных элементов с ПОМ для транспортных средств и стационарных энергоустановок

7.1 Показатели качества топлива

Качество водородного топлива для других областей применения, за исключением топливных элементов с ПОМ для транспортных средств и стационарных энергоустановок, должно соответствовать

требованиям, которые указаны в таблице 4. Пробел в таблице указывает на отсутствие максимального значения показателя. Отсутствие максимального значения показателя не означает, что компонент присутствует или отсутствует в водородном топливе, а указывает на то, что в отношении этого компонента нет ограничений в рамках данного документа.

Примечание — Другие существующие требования могут быть в равной степени подходящими для этих применений.

Таблица 4 — Требования к качеству водородного топлива для других областей применения за исключением топливных элементов с ПОМ для транспортных средств и стационарных энергоустановок

Компоненты	Тип I			Тип II	Тип III
	Сорт A	Сорт B	Сорт C	Сорт C	
Индекс водородного топлива (минимальная объемная концентрация) [a]	98,0 %	99,90 %	99,995 %	99,995 %	99,995 %
Пароводород (минимальная объемная концентрация)	Не установлено	Не установлено	Не установлено	95,0 %	95,0 %
Максимальное содержание отдельных примесей					
Общее содержание газов за исключением водорода	20 000 мкмоль/моль	1000 мкмоль/моль	50 мкмоль/моль	50 мкмоль/моль	
Вода (H_2O) (мольная доля, %)	Отсутствие конденсации при любых условиях окружающей среды[b]	Отсутствие конденсации при любых условиях окружающей среды	c	c	
Общее содержание углеводородов	100 мкмоль/моль	Отсутствие конденсации при любых условиях окружающей среды	c	c	
Кислород (O_2)	b	100 мкмоль/моль	d	d	
Аргон (Ar)	b		d	d	
Азот (N_2)	b	400 мкмоль/моль	c	c	
Гелий (He)			39 мкмоль/моль	39 мкмоль/моль	
Диоксид углерода (CO_2)			e	e	
Монооксид углерода (CO)	1 мкмоль/моль		e	e	
Ртуть (Hg)		0,004 мкмоль/моль			
Сера (S)	2,0 мкмоль/моль	10 мкмоль/моль			
Частицы	g	f	f	f	
Плотность					f

[a] Индекс водородного топлива определяют путем вычитания общего содержания других газов, выраженного в мольных процентах из 100 мольных процентов.

Окончание таблицы 4

[b] Максимальная объемная концентрация воды, кислорода, азота и аргона не должна превышать 1,9 % (19 000 мкмоль/моль).

[c] Общее содержание азота, воды и углеводорода не должно превышать 9 мкмоль/моль.

[d] Общее содержание кислорода и аргона не должно превышать 1 мкмоль/моль.

[e] Общее содержание CO_2 и CO не должно превышать 1 мкмоль/моль.

[f] По согласованию между поставщиком и потребителем водородного топлива.

[g] Водород не должен содержать пыль, песок, грязь, смолы, масла и другие вещества в количестве, достаточном для повреждения оборудования заправочной станции или заправляемого транспортного средства (двигателя транспортного средства).

7.2 Определение показателей качества

7.2.1 Общие рекомендации

Поставщик должен обеспечить анализ качества водородного топлива в соответствии с существующей практикой. Процедуры отбора проб описаны в 7.3.

Примечание — ИСО 21087 можно использовать в качестве руководства для выбора методов анализа примесей, указанных в таблице 4.

7.2.2 Требования к квалификационным испытаниям

Испытания на соответствие техническим требованиям представляют собой разовый анализ или серию анализов, которым подвергается продукт для подтверждения того, что производственный объект поставляет водород надлежащего качества. Данное испытание может быть достигнуто путем проверки отчетов анализа, полученных от поставщика или, при необходимости, путем проведения анализов образцов продукта с объекта через соответствующие промежутки времени, согласованные между поставщиком и потребителем. Анализ на соответствие может проводить поставщик или же лаборатория, участие которой одобрено поставщиком и потребителем.

7.3 Отбор проб

7.3.1 Объем проб, отбираемых для анализа

Отобранная проба должна содержать достаточное количество водородного топлива для проведения анализов по определению качества водородного топлива. Если одна проба не содержит достаточного количества водородного топлива для проведения всех анализов, необходимых для оценки качества, следует отобрать дополнительные пробы, которые должны быть отобраны из той же партии и в аналогичных условиях.

7.3.2 Газообразные пробы

Отобранные газообразные пробы должны быть репрезентативными по отношению к поставляемому топливу. Пробы для анализа должны быть получены с учетом следующих требований:

- отбор пробы необходимо проводить одновременно с наполнением грузовых контейнеров водорода из одного трубопровода с использованием сопоставимых методов;
- для отбора пробы из грузового контейнера в емкость для отбора проб необходимо использовать соответствующие соединения.

С целью обеспечения безопасности расчетное рабочее давление емкости отбора проб из грузовых контейнеров должно соответствовать давлению в грузовом контейнере;

- соединение емкости для отбора проб с оборудованием для их анализа: необходимо использовать такое соединение, которое будет препятствовать образованию избыточного давления в аналитическом оборудовании;
- необходимо выбирать наиболее репрезентативный контейнер для отбора проб из системы хранения водорода.

7.3.3 Пробы жидкого водорода

Пробы жидкого водорода должны быть репрезентативными по отношению к поставляемому жидкому водороду. Образцы должны быть получены одним из следующих способов:

- испарением жидкого водородного топлива из системы хранения в емкость для отбора проб;
- отбором пробы жидкого водорода из системы хранения с последующим испарением с целью проведения анализа.

Приложение А
(справочное)

Руководство по выбору пограничной точки в стационарных энергоустановках с топливными элементами с ПОМ

А.1 Цель

Настоящее руководство помогает в определении пограничной точки и лица, ответственного за качество водорода в пограничной точке.

А.2 Производство водорода

Водород и водородное топливо можно производить несколькими способами, включая переработку ископаемых видов топлива или других углеводородов, электролиз чистой воды или щелочной воды и многочисленные биологические методы. Водород и водородное топливо можно производить на месте потребления, как правило, в относительно небольших количествах или в более крупном масштабе за пределами мест потребления, а затем транспортировать под давлением или в виде жидкости к месту использования.

А.3 Определение стороны, ответственной за качество водорода в точке отбора проб

В обеспечении водородным топливом стационарных энергоустановок могут участвовать многочисленные стороны.

Следующий текст и рисунок содержат примеры, которые могут быть использованы в информационных целях и являются исчерпывающими. Системы подачи водорода включают различное оборудование, поэтому следует использовать эти примеры в качестве основы для определения стороны, определяющей качество водородного топлива в пограничной точке и, при необходимости, в дополнительных точках отбора проб.

Ниже приведены примеры сторон, участвующих в поставках водорода:

- поставщик газообразного водородного топлива (например, в баллонах или автоцистернах);
- поставщик жидкого водородного топлива;
- поставщик водородного топлива по трубопроводу;
- производитель водородного топлива паровым риформингом;
- производитель водородного топлива электролизом воды.

В зависимости от формы подачи водорода может возникнуть необходимость привлечения системного интегратора между источником водорода и входом в энергоустановку на топливных элементах. Системный интегратор может обладать в зависимости от обстоятельств следующим оборудованием (рисунок А.1):

- регуляторы давления;
- хранилище жидкого водорода, криогенные насосы и испарители;
- буферная емкость для хранения газообразного водорода;
- дополнительные коллекторы на участке от источника водорода до энергоустановки на основе топливных элементов.

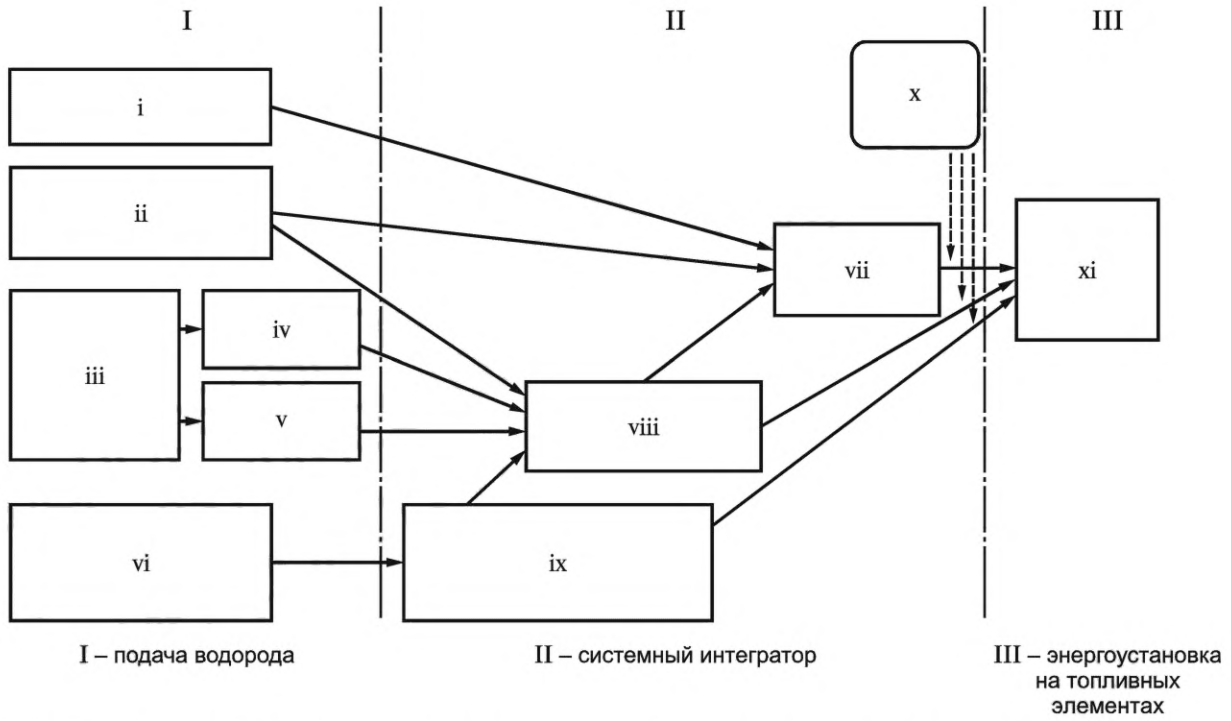
Системный интегратор несет ответственность за качество водорода в пограничной точке непосредственно перед входом в энергоустановку на топливных элементах. Если системный интегратор является также оператором энергоустановки, то подходящие альтернативные точки отбора проб для обеспечения соответствия качественных характеристик водородного топлива определяют соглашением между поставщиком и потребителем водородного топлива.

В некоторых случаях системный интегратор может быть и поставщиком водорода, и в этом случае ответственность за качество водородного топлива в пограничной точке несет поставщик водорода, если иное не установлено договором между поставщиком и потребителем.

Если системный интегратор и поставщик водорода являются разными сторонами, то ответственность за качество водородного топлива в пограничной точке лежит на системном интеграторе. В таких случаях протокол анализа для подаваемого водородного топлива (периодичность измерений, концентрация примесей и интерфейс точки отбора проб) следует определять соглашением между поставщиком, системным интегратором и потребителем водородного топлива.

Если поставщик водорода самостоятельно выполняет функции системного интегратора на объекте, но не взаимодействует напрямую с оператором энергоустановки на основе топливных элементов, то поставщик водорода несет ответственность за качество водородного топлива в пограничной точке на границе взаимодействия поставщика с дополнительным оборудованием, которое подключается к энергоустановке на основе топливных элементов, в то время как интегратор, взаимодействующий с энергоустановкой на топливных элементах, отвечает за требования к качеству водорода в пограничной точке. Требования (периодичность измерений, концентрация примесей) в любых дополнительных точках отбора проб должны быть указаны в соглашении между системным интегратором и поставщиком водородного топлива.

Если техническое обслуживание системы должна выполнять дополнительная сторона, требования к обеспечению качества водорода после завершения такого технического обслуживания должны определяться соглашением между системным интегратором, стороной, ответственной за техническое обслуживание, и оператором энергоустановки на топливных элементах.



i — доставка трубопроводным транспортом; ii — доставка в баллонах или цистернах; iii — обеспечение сырьем (природный газ, электричество, вода и т. д.); iv — производство водородного топлива; v — электролиз; vi — доставка грузовым транспортом (жидкий водород); vii — блок регулирования давления; viii — буферная емкость для газообразного водородного топлива; ix — хранение жидкого водорода, криогенные насосы, испарители; x — пограничная точка (для отбора проб); xi — энергоустановка на топливных элементах с ПОМ

Рисунок А.1 — Примеры схем организации подачи водорода в энергоустановку на топливных элементах и положение пограничной точки

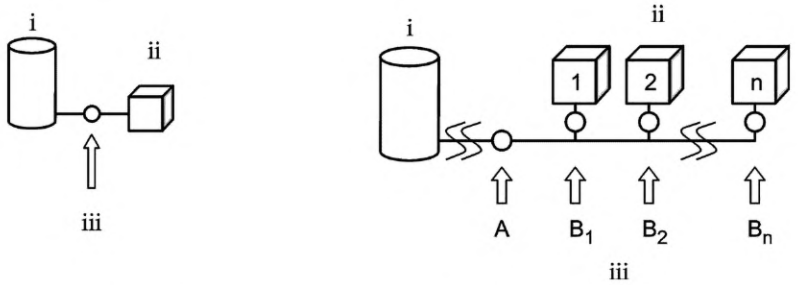
А.4 Выбор точки для отбора проб

В случае единичной энергоустановки, как показано на рисунке А.2 a), пограничная точка должна располагаться как можно ближе к месту ввода водородного топлива в энергоустановку на основе топливных элементов.

В случае нескольких параллельно соединенных энергоустановок на основе топливных элементов, как показано на рисунке А.2 b), местоположение пограничной точки следует определять соглашением между системным интегратором и оператором топливных элементов.

Примеры расположения точки отбора проб:

- пограничная точка A — подвод для энергоустановок на топливных элементах с 1 по n;
- единственная пограничная точка между B_1 и B_n — наихудший случай точки для отбора проб;
- все пограничные точки от B_1 до B_n



a) единичная энергоустановка на основе топливных элементов

b) несколько параллельных энергоустановок на основе топливных элементов

i — оборудование для подачи водородного топлива; ii — энергоустановка(и) на основе топливных элементов с ПОМ; iii — пограничная точка(и)

Рисунок А.2 — Расположение точек отбора проб

Приложение В
(справочное)

Обоснование перечня определяемых примесей в водородном топливе для топливных элементов с ПОМ для стационарных энергоустановок

В.1 Содержание воды

Вода (H_2O) обычно не влияет на работу топливного элемента; однако она обеспечивает перенос водорастворимых примесей, например содержащих ионы натрия и калия в виде аэрозоля. Рекомендуется, чтобы концентрация ионов натрия и калия не превышала 0,05 мкмоль/моль для категории 3. Кроме того, вода может представлять опасность при отрицательных температурах окружающей среды и оказывать воздействие на клапаны. Вода должна оставаться в газообразном состоянии при любых температурных условиях окружающей среды.

В.2 Содержание углеводородов

Различные углеводороды по-разному влияют на работу топливных элементов. Как правило, ароматические углеводороды сильнее адсорбируются на поверхности катализатора, чем алканы, тем самым препятствуя доступу водорода. Метан (CH_4) считается инертным газом, поскольку его влияние на работу топливных элементов заключается только в снижении содержания водорода в топливе.

В.3 Содержание кислорода

Кислород (O_2) в низких концентрациях не оказывает отрицательного влияния на работу топливных элементов, но высокая концентрация кислорода вызывает износ топливного элемента.

В.4 Содержание гелия, азота и аргона

Инертные компоненты, такие как гелий (He), азот (N_2) и аргон (Ar), не оказывают неблагоприятного воздействия на работу компонентов топливных элементов или энергоустановки на основе топливных элементов. Однако они снижают содержание водорода в топливе.

В.5 Содержание диоксида углерода

Диоксид углерода (CO_2) обычно не влияет на работу топливных элементов. Он уменьшает содержание водорода в топливе, тем самым влияет на эффективность работы энергоустановки на топливных элементах в целом. Кроме того, диоксид углерода при концентрации более 25 % об. может быть каталитически преобразован посредством обратной реакции конверсии водяного газа в монооксид углерода, который, в свою очередь, отравляет катализатор. При нормальных рабочих условиях такое высокое содержание CO_2 в анодном пространстве маловероятно.

В.6 Содержание монооксида углерода

Монооксид углерода (CO) является сильным каталитическим ядом, который отрицательно влияет на работу топливных элементов, и поэтому его содержание в водородном топливе необходимо поддерживать на очень низком уровне. Несмотря на то, что влияние на производительность может быть устранено путем изменения рабочих условий и/или состава газа, эти меры могут оказаться неэффективными. В установках с использованием риформинга (категории 1 и 2) влияние изначально более высоких уровней CO уменьшается за счет выбора материалов и/или конструкции и условий эксплуатации системы, тем не менее длительное воздействие CO является неблагоприятным фактором, особенно для топливных элементов с низким содержанием катализатора.

В.7 Содержание серосодержащих соединений

Серосодержащие соединения представляют собой каталитические яды, которые даже при очень малых концентрациях могут оказывать необратимое воздействие на топливные элементы. Необходимо минимизировать содержание таких соединений серы, как сероводород (H_2S), карбонилсульфид (COS), сероуглерод (CS_2), меркаптаны (например, метилмеркаптан), которые могут присутствовать в водороде, полученном риформингом природного газа. Следует контролировать общее содержание серы. Электроды с низким содержанием катализатора особенно чувствительны к каталитическому отравлению серосодержащими соединениями.

В.8 Содержание формальдегида и муравьиной кислоты

Формальдегид (HCHO) и муравьиная кислота (HCOOH) оказывают такое же влияние на топливные элементы, как и CO. Влияние HCHO и HCOOH на работу топливных элементов может быть более значительным, чем у CO, из-за более медленной кинетики восстановления, а также из-за более низких предельных значений, чем у CO. Электроды с низким содержанием катализатора особо чувствительны к наличию данных соединений.

В.9 Содержание аммиака

Аммиак (NH_3) оказывает необратимое воздействие на работу топливного элемента, загрязняя протонообменную мембрану и вступая в реакцию с протонами в мембране с образованием NH_4^+ ионов. Испытания на устой-

чивость к аммиаку должны включать определение ионообменной способности мембраны и/или электродов. Электроды с низким содержанием катализатора особенно чувствительны к каталитическому отравлению аммиаком.

B.10 Содержание галогенсодержащих соединений

Галогенсодержащие соединения вызывают необратимое снижение производительности топливных элементов. Потенциальные источники включают процессы производства хлора и щелочи, а также хладагенты.

B.11 Частицы

Максимальная концентрация и размер частиц, указанные в настоящем стандарте, определены с учетом того, чтобы используемые фильтры не засорялись и/или твердые частицы не попадали в топливно-энергетическую систему с ПОМ и не влияли на работу клапанов или других элементов. Ионы калия и натрия, присутствующие в аэрозолях, приводят к необратимому снижению производительности, загрязняя протонообменную мембрану. Железосодержащие частицы даже в очень низких концентрациях вызывают сильный износ мембраны.

Приложение С
(справочное)

Короткоцикловая адсорбция и применимость содержания монооксида углерода в качестве индикатора присутствия других примесей

С.1 Основные примеси в водородном топливе при производстве и очистке

При производстве водорода паровым риформингом с последующим выделением в процессе короткоцикловой адсорбции (КЦА) CO может служить индикатором наличия других примесей, перечисленных в таблице 3, поскольку он имеет наибольшую вероятность присутствия в топливе, полученном таким образом. Определение того, что содержание CO меньше установленного предела, указывает на то, что другие примеси, кроме инертных газов, присутствуют в меньшем количестве, чем их допустимая концентрация.

Максимальное содержание инертных газов в продукте можно оценить, используя максимальное содержание инертных примесей в сырье, а также по увеличению потока в установке парового риформинга и уменьшению расхода на выходе из установки КЦА. Увеличение потока в установке парового риформинга и уменьшение потока на выходе из установки КЦА могут быть рассчитаны по составу сырья, соотношению пара к углероду и коэффициенту конверсии водорода.

С.2 Оперативный мониторинг индикатора

Анализ содержания CO непосредственно в процессе получения рекомендуется для того, чтобы показать, что его содержание в водородном топливе меньше допустимого значения. Это будет также свидетельствовать о том, что содержание других загрязняющих веществ меньше допустимого значения. Для этой цели можно использовать коммерчески доступные инфракрасные анализаторы CO. В случае производства водорода паровым риформингом с последующей очисткой в процессе короткоцикловой адсорбции (КЦА) анализатор должен быть на выходе из блока КЦА во избежание загрязнения оборудования ниже по потоку.

С.3 Анализ партии

Рекомендуется проводить отбор проб водорода и их лабораторный анализ на определение наличия всех видов примесей, перечисленных в таблице 3, с целью контроля содержания CO. Пробу партии следует отбирать в пограничной точке. Частоту отбора проб и анализ определяет поставщик водорода. Следует применять аналитические методы, описанные в 6.2 и 6.3.

Приложение ДА
(справочное)

Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов национальным стандартам

Таблица ДА.1

Обозначение ссылочного международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего национального стандарта
ISO 19880-8	—	*
ISO 21087	IDT	ГОСТ Р ИСО 21087—2023 «Газовый анализ. Методы анализа водородного топлива для топливных элементов с протонообменными мембранами»

* Соответствующий национальный стандарт отсутствует. До его принятия рекомендуется использовать перевод на русский язык данного международного стандарта.

Примечание — В настоящей таблице использовано следующее условное обозначение степени соответствия стандартов:

- IDT — идентичный стандарт.

Библиография

[1] ISO/TR 15916, Basic considerations for the safety of hydrogen systems

[2] ISO 19880-1, Gaseous hydrogen — Fuelling stations — Part 1: General requirements

[3] ISO 21087, Gas analysis — Analytical methods for hydrogen fuel — Proton exchange membrane (PEM) fuel cell applications for road vehicles

[4] SAE J2719, Hydrogen Fuel Quality for Fuel Cell Vehicles

[5] Angelo M., Bender G., Dorn S., Bethune K., Hossain T., Posey D. et al., The Impacts of Repetitive Carbon Monoxide Poisoning on Performance and Durability of a Proton Exchange Membrane Fuel Cell. ECS Trans. 2008, 16 (2) pp. 669-676

[6] Angelo M.S., Bethune K.P., Rocheleau R.E., The Impact of sub ppm Carbon Monoxide and ppm Level CO/Toluene and Methylcyclohexane/CO Mixtures on PEMFC Performance and Durability. ECS Trans. 2010, 28 (23) pp. 169—181

[7] Akai M., Uchida H., Tatsumi M., Watanabe S. Influences of Impurities in Hydrogen on Fuel Cell Performance, 15th World Hydrogen Energy Conference, 2004, 30C-05

[8] Bender G., Angelo M., Bethune K., Dorn S., Thampan T., Rocheleau R., Method Using Gas Chromatography to Determine the Molar Flow Balance for Proton Exchange Membrane Fuel Cells Exposed to Impurities. J. Power Sources. 2009, 193 pp. 713—722

[9] Hashimasa Y., Matsuda Y., Akai M., Effects of Platinum Loading on PEFC Power Generation Performance Deterioration by Carbon Monoxide in Hydrogen Fuel. ECS Trans. 2010, 26 (1) pp. 131—142

[10] Imamura D., Ebata D., Hashimasa Y., Akai M., Watanabe S. Impact of Hydrogen Fuel Impurities on PEMFC Performance, 2007 JSAE/SAE International Fuels and Lubricants Meeting, 2007, First Issue, pp. 100-104

[11] Imamura D., Hashimasa Y., Effect of Sulfur-Containing Compounds on Fuel Cell Performance. ECS Trans. 2007, 11 (1) pp. 853—862

[12] ECS Trans. 2007. T. 11 (1). C. 853

[13] Matsuda Y., Hashimasa Y., Imamura D., Akai M., Watanabe S., Accumulation Behavior of Impurities in fuel Cell Hydrogen Circulation System. Review of Automotive Engineering. 2009, 30 pp. 167—172

[14] St-Pierre J., PEMFC Contamination Model: Competitive Adsorption Followed by an Electrochemical Reaction. J. Electrochem. Soc. 2009, 156 (3) pp. B291—B300

[15] St-Pierre J., PEMFC contaminant tolerance limit—CO in H2. Electrochim. Acta. 2010, 55 pp. 4208—4211

[16] Thampan T., Rocheleau R., Bethune K., Wheeler D. Effect of Trace Contaminants on PEM Fuel Cell Performance, in Generation, Storage and Fuel Cells, edited by Anne Dillon, Charles Olk, Constantina Filiou, Jim Ohi (Mater. Res. Soc. Symp. Proc. 885, Warrendale, PA), 0885-A01-05, 2005

[17] Watanabe S., Motoaki Akai, Masahito Tatsumi. Hydrogen Quality Standard for Fuel of Fuel Cell Vehicles. Fuel Cell Seminar Abstracts, 2004, pp. 248—51

[18] Li H., Wang H., Qian W., Zhang S., Wessel S., Cheng T.T.H., Shen J., Wu S. Chloride contamination effects on proton exchange membrane fuel cell performance and durability. Journal of Power Sources, 2011, 196, issue 15 August 1, 2011, pp. 6249-6255

УДК 355.695.1:006.354 ОКС 71.100.20

Ключевые слова: водородное топливо, требования к качеству водородного топлива, обеспечение качества топлива, отбор проб, классификация водородного топлива

Редактор *Н.А. Аргунова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *М.И. Першина*
Компьютерная верстка *Л.А. Круговой*

Сдано в набор 07.02.2024. Подписано в печать 11.03.2024. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 2,32. Уч.-изд. л. 1,90.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении в ФГБУ «Институт стандартизации»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.

gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru