


Европейская экономическая комиссия

Комитет по внутреннему транспорту

**Рабочая группа по перевозкам
скоропортящихся пищевых продуктов**

Семьдесят третья сессия

Женева, 10–13 октября 2017 года

Пункт 5 b) предварительной повестки дня

Предложения по поправкам к СПС:
новые предложения
**Методология допущения холодильной установки,
в которой используется сжиженный газ, отдельно
от транспортного средства**
Передано правительствами Нидерландов и Франции

<i>Резюме</i>	
Существо предложения:	<p>В настоящее время отмечается разработка холодильных установок с термодинамическим циклом, работающих на сжиженном газе, в качестве альтернативы компрессорным установкам.</p> <p>Далее излагаются три предложения:</p> <p>а) возможность проведения испытаний холодильных установок, работающих на сжиженном газе, отдельно от кузова транспортного средства;</p> <p>б) методология испытаний, предполагающая измерение холодопроизводительности установок, работающих на сжиженном газе, в монотемпературном или мультитемпературном режиме работы, и методология расчета параметров транспортного средства, оборудованного установкой, работающей на сжиженном газе;</p> <p>с) протокол испытания установки, работающей на сжиженном газе.</p>
Предлагаемое решение:	Изменить добавление 2 к приложению 1.
Справочные документы:	



Введение

1. В настоящее время отмечается разработка холодильных установок с термодинамическим циклом, работающих на сжиженном газе, в качестве альтернативы компрессорным установкам. Чаще всего в них используется система непрямого впрыска жидкого азота (N_2) или углекислого газа (CO_2).
2. СПС уже предусматривает возможность сертификации транспортных средств с установкой, работающей на сжиженном газе, однако сертификация такой установки отдельно от кузова транспортного средства пока невозможна.
3. В настоящем предложении описана методология измерения холодопроизводительности установки, работающей на сжиженном газе, и расчета параметров транспортного средства, оборудованного установкой, работающей на сжиженном газе.

I. Предложения

4. Ниже излагаются следующие три предложения:
 - a) предусмотреть возможность проведения испытаний холодильной установки, работающей на сжиженном газе, отдельно от кузова транспортного средства;
 - b) предусмотреть методологию испытаний, предполагающую измерение холодопроизводительности установок, работающих на сжиженном газе, в монотемпературном или мультитемпературном режиме работы, и методологию расчета параметров транспортного средства, оборудованного установкой, работающей на сжиженном газе;
 - c) включить протокол испытания холодильной установки, работающей на сжиженном газе.
5. Эти предложения затрагивают холодильные установки с «непрямым» впрыском, т.е. без подачи газа внутри изотермического кузова.

Предлагаемая поправка № 1 к Соглашению

6. Предлагается включить в СПС (в дополнение 2 к приложению 1) следующие три новые пункты (пункт 3.1.7, пункт 3.1.8 и пункт 3.1.9):

«3.1.7 Если холодильная установка, упомянутая в пункте 3.1.3 с), со всеми приспособлениями прошла отдельно испытание, предусмотренное в разделе 9 настоящего добавления, для определения ее полезной холодопроизводительности при предусмотренной заданной температуре и получила положительную оценку компетентного органа, то данное транспортное средство может считаться транспортным средством-рефрижератором без проведения каких-либо испытаний эффективности при условии, что полезная холодопроизводительность данной установки будет выше потерь тепла в постоянном режиме через стенки кузова для рассматриваемого класса транспортных средств, умноженных на коэффициент 1,75.

- 3.1.8 Если холодильная установка заменяется установкой иного типа, то компетентный орган может:

- a) либо потребовать, чтобы транспортное средство было подвергнуто измерениям и контролю, предусмотренным в пунктах 3.1.3–3.1.5;
- b) либо удостовериться в том, что полезная холодопроизводительность новой холодильной установки при температуре, предусмотренной для данного класса транспортных средств, равна или выше полезной холодопроизводительности замененной установки;

- с) либо удостовериться в том, что полезная холодопроизводительность новой холодильной установки удовлетворяет положениям пункта 3.1.7.

3.1.9 Холодильная установка, работающая на сжиженном газе, считается установкой того же типа, что и установка, подвергнутая испытанию, если:

- в ней используется тот же хладагент;
- испаритель имеет ту же холодопроизводительность;
- система регулировки имеет те же характеристики;
- емкость со сжиженным газом имеет тот же тип конструкции, что указан в протоколе испытания, и равную или большую вместимость;
- питающая ее магистраль имеет идентичный диаметр и тип».

Предлагаемая поправка № 2 к Соглашению

7. Предлагается включить в СПС (дополнение 2 к приложению 1) новый пункт 9 следующего содержания:

«9. ПРОЦЕДУРА ИЗМЕРЕНИЯ ХОЛОДОПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК, РАБОТАЮЩИХ НА СЖИЖЕННОМ ГАЗЕ, И ПАРАМЕТРОВ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ, ИСПОЛЬЗУЮЩИХ ЭТИ УСТАНОВКИ

9.1 Определения

- a) Холодильная установка, работающая на сжиженном газе, состоит из емкости, содержащей сжиженный газ, системы регулировки, соединительной системы, в соответствующих случаях глушителя и одного и более испарителей;
- b) первичный испаритель: любая минимальная комплектная установка, работающая на сжиженном газе, которая предназначена для поглощения тепла в изотермической камере;
- c) испаритель: любой комплект, состоящий из первичных испарителей, расположенных в изотермической камере;
- d) испаритель с максимальной номинальной мощностью: любой комплект, состоящий из первичных испарителей, расположенных в одной или нескольких изотермических камерах;
- e) холодильная установка, работающая на сжиженном газе, с монотемпературным режимом: холодильная установка, работающая на сжиженном газе, с емкостью со сжиженным газом, соединенной с одним испарителем для регулирования температуры в одной изотермической камере;
- f) холодильная установка, работающая на сжиженном газе, с мультитемпературным режимом: холодильная установка, работающая на сжиженном газе, с емкостью для сжиженного газа, соединенная как минимум с двумя испарителями, каждый из которых регулирует температуру в одной отдельной изотермической камере данного многокамерного транспортного средства;
- g) монотемпературный режим работы: эксплуатация холодильной установки, работающей на сжиженном газе, с моно- или мультитемпературным режимом, в которой работает только один испаритель, обеспечивающий поддержание температуры в одной камере однокамерного или многокамерного транспортного средства;

- h) многотемпературный режим работы: эксплуатация установки, работающей на сжиженном газе, с мультитемпературным режимом, в которой работают как минимум два испарителя, обеспечивающие поддержание двух различных уровней температуры в изотермических камерах многокамерного транспортного средства;
- i) максимальная номинальная холодопроизводительность ($P_{\max-nom}$): холодопроизводительность, указанная изготовителем установки, работающей на сжиженном газе, в качестве максимальной;
- j) номинальная установленная холодопроизводительность ($P_{nom-ins}$): максимальная холодопроизводительность, которая может быть обеспечена данной конфигурацией испарителей установки, работающей на сжиженном газе, в пределах максимальной номинальной холодопроизводительности;
- к) индивидуальная холодопроизводительность ($P_{ind-evap}$): максимальная холодопроизводительность каждого испарителя, когда установка, работающая на сжиженном газе, функционирует в монотемпературном режиме;
- l) полезная холодопроизводительность ($P_{eff-frozen-evap}$): холодопроизводительность при наименьшей температуре испарителя, когда установка, работающая на сжиженном газе, функционирует в режиме, предписанном в пункте 9.2.4.

9.2 Процедура испытания установок, работающих на сжиженном газе

9.2.1 Общая процедура

Процедура испытания соответствует предписаниям раздела 4 добавления 2 к приложению 1 к СПС с учетом нижеследующих требований.

Испытания проводят для различных первичных испарителей. Каждый первичный испаритель испытывают на отдельном калориметре, если это применимо, и в одном испытательном боксе в условиях регулируемой температуры.

В случае установки, работающей на сжиженном газе, с монотемпературным режимом проводят только измерение холодопроизводительности регулирующей установки с испарителем максимальной номинальной мощности. В соответствии с пунктом 4 добавления 2 к приложению 1 к СПС добавляется третий уровень температуры.

В случае установки, работающей на сжиженном газе, с мультитемпературным режимом измеряется индивидуальная холодопроизводительность для всех первичных испарителей, каждый из которых функционирует в монотемпературном режиме, как предписано в пункте 9.2.3.

Определение холодопроизводительности производят с использованием емкости со сжиженным газом, предусмотренной изготовителем и позволяющей провести полное испытание без промежуточной дозаправки.

Все узлы холодильной установки, работающей на сжиженном газе, помещают в термостатический бокс при температуре $30 \pm 0,5$ °C.

В ходе каждого испытания также регистрируют:

расход, температуру и давление сжиженного газа, который выходит из используемой емкости;

напряжение, силу тока и общее потребление электроэнергии оборудованием, работающим на сжиженном газе (вентилятором и т.д.).

В ходе данного испытания расход газа должен быть равен среднему потреблению сжиженного газа по массе.

Помимо определения расхода сжиженного газа каждая величина определяется физически за установленный период продолжительностью не более 10 секунд, а каждая зарегистрированная величина – за период максимальной продолжительностью 2 минуты при условии, что:

каждое зарегистрированное значение температуры в точке забора воздуха испарителем, охлаждаемым вентилятором, или каждое зарегистрированное значение температуры воздуха внутри камеры в случае испарителя, который не вентилируется, соответствует температуре данного класса с допуском $\pm 1\text{K}$.

Если электрооборудование установки, работающей на сжиженном газе, может питаться более чем от одного источника энергии, то испытания повторяются соответствующее число раз.

Если испытания показывают эквивалентность максимальной номинальной холодопроизводительности независимо от режима работы холодильной установки, работающей на сжиженном газе, то в этом случае испытания можно ограничить электропитанием с учетом потенциального воздействия на расход воздуха, нагнетаемого, в соответствующих случаях, испарителями. Эквивалентность подтверждается, если:

$$\frac{2 \left| P_{\text{ном-макс},1}^{\square} - P_{\text{ном-макс},2}^{\square} \right|}{P_{\text{ном-макс},1}^{\square} + P_{\text{ном-макс},2}^{\square}} \leq 0,035 ,$$

где:

$P_{\text{ном-макс},1}^{\square}$: Максимальная номинальная холодопроизводительность оборудования, работающего на сжиженном газе, для данного вида электропитания;

$P_{\text{ном-макс},2}^{\square}$: Вторая по величине максимальная номинальная холодопроизводительность оборудования, работающего на сжиженном газе, для иного вида электропитания.

9.2.2 Измерение максимальной номинальной холодопроизводительности установки, работающей на сжиженном газе

Испытание проводится при исходных температурах $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $0\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Номинальную холодопроизводительность установки, работающей на сжиженном газе, при $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ рассчитывают методом линейной интерполяции значений холодопроизводительности при $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $0\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Измерение максимальной номинальной холодопроизводительности регулирующей установки, работающей в монотемпературном режиме, производится с испарителем, работающим на максимальном номинальном режиме, предложенном изготовителем. Этот испаритель является первичным охлаждающим испарителем или входит в состав таких испарителей.

Испытание проводят с оборудованием, работающим при одной и той же исходной температуре, соответствующей температуре в месте забора воздуха в случае вентилируемых испарителей или температуре воздуха внутри камеры в случае невентилируемых испарителей.

Оценку максимальной номинальной холодопроизводительности производят на каждом температурном уровне следующим образом:

Первое испытание продолжительностью не менее четырех часов проводится с термостатом (холодильной установки) для выравнивания теплопередачи между внутренней и наружной частями калориметрической камеры.

После повторного наполнения емкости (в случае необходимости) проводится второе испытание продолжительностью не менее трех часов для измерения максимальной номинальной холодопроизводительности, при котором:

- a) заданный уровень температуры установки, работающей на сжиженном газе, устанавливают на выбранную испытательную температуру, в случае необходимости с заданным отклонением, в соответствии с инструкциями заказчика испытаний;
- b) поглощенную электроэнергию в калориметрической камере корректируют в течение всего испытания в целях поддержания исходной температуры на постоянном уровне.

Отклонение холодопроизводительности во время второго испытания должно быть менее 5%/час по методу скользящей средней и в пределах 10% в течение всей продолжительности испытания. В этом случае полученная холодопроизводительность соответствует минимальной зарегистрированной в течение всего испытания холодопроизводительности.

Только в случае измерения максимальной номинальной холодопроизводительности установки, работающей на сжиженном газе, проводят одно дополнительное испытание продолжительностью один час с использованием наименьшей по объему емкости, продаваемой в комплекте с данной установкой, в целях определения количественного воздействия ее вместимости на регулирование холодопроизводительности. Полученное новое значение холодопроизводительности не должно отличаться более чем на 5% от меньшего значения или от значения, полученного для емкости, использованной для целей испытания продолжительностью не менее трех часов. В случае более существенного воздействия в официальном протоколе испытания указывается ограничение на вместимость емкости.

9.2.3 Измерение индивидуальной холодопроизводительности каждого первичного испарителя установки, работающей на сжиженном газе

Индивидуальную холодопроизводительность каждого первичного испарителя измеряют при его работе в монотемпературном режиме. Испытание проводят при температурах $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ и в соответствии с методологией, изложенной в пункте 9.2.2.

Индивидуальную холодопроизводительность при $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ рассчитывают методом линейной интерполяции холодопроизводительности при $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $0\text{ }^{\circ}\text{C}$.

9.2.4 Измерение остаточной полезной холодопроизводительности установки, работающей на сжиженном газе, при работе в мультитемпературном режиме, с учетом исходной теплонагрузки

Определение остаточной полезной холодопроизводительности холодильной установки, работающей на сжиженном газе, требует одновременного использования двух или трех испарителей с соблюдением следующих условий:

- в случае установки с двумя камерами – охлаждающих испарителей с наибольшей и наименьшей индивидуальной холодопроизводительностью;
- в случае установки с тремя и более камерами – тех же охлаждающих испарителей, указанных в пункте выше, и необходимого количества других испарителей с промежуточным значением холодопроизводительности.

Регулировка исходной тепловой нагрузки:

- заданную температуру всех испарителей, за исключением одного, регулируют таким образом, чтобы получить температуру в месте забора воздуха или, если это не применимо, температуру воздуха внутри кузова, составляющую $0\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- тепловую нагрузку прилагают к каждой паре калориметр/испаритель в термостатическом режиме, за исключением той, к которой это не относится;

- тепловая нагрузка должна составлять 20% индивидуальной холодопроизводительности каждого рассматриваемого охлаждающего испарителя при $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Остаточную полезную холодопроизводительность испарителя измеряют при температуре в месте забора воздуха или, если это не применимо, при температуре воздуха внутри кузова, составляющей $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$.

По окончании измерения остаточной полезной холодопроизводительности испарителя испытание повторяют после круговой перестановки пар соответствующих классов температуры.

9.3 Холодопроизводительность испарителей

Определить потребность в охлаждающих испарителях холодильной установки можно на основе результатов испытаний на проверку холодопроизводительности первичных испарителей. Холодопроизводительность и потребление сжиженного газа испарителями соответствуют арифметической сумме соответственно холодопроизводительности и потребления сжиженного газа первичными испарителями в диапазоне максимальной номинальной холодопроизводительности и обусловленного им расхода сжиженного газа.

9.4 Определение параметров и сертификация транспортных средств – рефрижераторов, работающих на сжиженном газе, с мультитемпературным режимом

Определение параметров и сертификацию транспортных средств – рефрижераторов с холодильными установками, работающими на сжиженном газе, производят в соответствии с процедурой, изложенной в разделе 3.2.6, – для транспортных средств с монотемпературным режимом с учетом следующих эквивалентов холодопроизводительности:

$$P_{\text{nom-ins}} = P_{\text{eff}} \text{ (полезная холодопроизводительность)}$$

или в разделе 7.3 – для транспортных средств – рефрижераторов с мультитемпературным режимом с учетом следующих эквивалентов холодопроизводительности:

$$P_{\text{nom-max}} = P_{\text{nominal}}$$

Кроме того, полезный объем емкостей для сжиженного газа должен давать установке, работающей на сжиженном газе, возможность поддерживать температуру данного класса в течение как минимум 12 часов.»

Предлагаемая поправка № 3 к Соглашению

8. Предлагается включить в пункт 8 добавления 2 к приложению 1 к СПС следующий образец:

«Образец № ...»

ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЯ,

составленный в соответствии с положениями Соглашения о международных перевозках скоропортящихся пищевых продуктов и о специальных транспортных средствах, предназначенных для этих перевозок (СПС)

Протокол испытания №

Определение полезной холодопроизводительности холодильной установки в соответствии с разделом 9 добавления 2 к приложению 1 к СПС

Испытания, проведенные с дд/мм/гггг по дд/мм/гггг

Станция, уполномоченная проводить испытания

Название:

Адрес:

Холодильная установка представлена (кем):
 [(если заявитель не является изготовителем, то представляется заявление изготовителя)]

а) Технические характеристики установки:

Марка/фирменное название :
 Название типа :
 Тип сжиженного газа :
 Серийный номер :

Дата изготовления (месяц/год): (Испытанная установка должна быть построена не ранее чем за 1 год до испытаний в соответствии с СПС)

Описание:

.....

Регулирующий клапан (в случае использования вентиляторов различных типов повторить информацию ниже по каждому типу)

Марка/фирменное название :
 Тип :
 Серийный номер :

Емкость (в случае использования вентиляторов различных типов повторить информацию ниже по каждому типу)

Марка/фирменное название :
 Тип :
 Серийный номер :
 Вместимость [1] :
 Давление газа на выходе
 из емкости :
 Вид изоляции :
 Материал внутренней емкости :
 Материал внешней оболочки :

Подача сжиженного газа : (внутреннее давление, давление на уровне теплообменника, насоса)¹

Регулятор давления

Марка/фирменное название :
Тип :
Серийный номер :
Давление газа на выходе :

Питающий трубопровод сжиженного газа (на испытательном стенде)

Диаметр :
Длина :
Материал :
Число соединений :

Устройство для размораживания (электродвигатель/двигатель внутреннего сгорания)¹

Марка/фирменное название :
Тип :
Подача :
Заявленная мощность
отопительного устройства :

Регулятор

Марка/фирменное название :
Тип :
Версия аппаратной платформы:
Версия программного
обеспечения :
Серийный номер :
Источник питания :

Возможность работы в мультитемпературном режиме: (да/нет)¹

Число камер, способных работать в нескольких температурных режимах:

ТЕПЛООБМЕННИКИ

		Конденсатор	Испаритель
Марка-тип			
Количество контуров			
Количество рядов			
Количество слоев термоизоляции			
Количество трубок			
Шаг оребрения (мм)			
Трубопроводы: характер и диаметр (мм)			
Общая поверхность теплообмена (м ²):			
Фронтальное сечение теплообменника (м ²)			
ВЕНТИЛЯТОРЫ	Марка-тип		
	Количество		
	Количество лопастей на вентилятор		
	Диаметр (мм)		
	Мощность (Вт)		
	Номинальная скорость вращения (об/мин)		
	Общий номинальный объем воздушного потока на выходе (м ³ /ч) при давлении 0 Па		
	Вид привода (Описание: постоянный/переменный ток, частота и т.д.)		

b) Метод испытания и результаты:

Метод испытания¹: по тепловому балансу/разнице энтальпии

В калориметрической камере со средней поверхностью = м²

Измеренная величина коэффициента U калориметрической камеры вместе с установкой, работающей на сжиженном газе: Вт/°C,

при средней температуре стенок: °C.

В установке на транспортном средстве

Измеренная величина коэффициента U транспортного средства вместе с установкой, работающей на сжиженном газе:Вт/°C,

при средней температуре стенок: °C.

Формула, использованная для определения поправки к величине U калориметрической камеры на среднюю температуру стенок:

.....

Максимальные погрешности при определении:

Значение величины U для кузова:

Холодопроизводительность установки, работающей на сжиженном газе:

.....

II. Обоснование

9. Изложенные предложения позволяют использовать методологию измерения холодопроизводительности установок, работающих на сжиженном газе. Данная методология строится на основе методологии, которая уже используется в СПС для холодильных установок.

III. Последствия для окружающей среды

10. Эти предложения позволяют существенно сократить количество испытаний и тем самым уменьшить их воздействие на окружающую среду. Кроме того, они позволяют не ставить в невыгодное положение надежную альтернативу использованию парокомпрессорных установок на основе хладагентов, обладающих высоким потенциалом глобального потепления (ПГП), которые в настоящее время регулируются международными протоколами, касающимися ограничения выбросов парниковых газов.

IV. Экономические последствия

11. Расходы, связанные с проведением этих испытаний, после того как они будут предусмотрены для широкого ассортимента изотермических установок, существенно снизятся. Затраты изготовителей и, следовательно, их клиентов резко уменьшатся.
