

**Committee of Experts on the Transport of Dangerous Goods
and on the Globally Harmonized System of Classification
and Labelling of Chemicals**

19 September 2017

**Sub-Committee of Experts on the
Transport of Dangerous Goods**

Fifty-second session

Geneva, 26 November-6December 2017

Item 6 (c) of the provisional agenda

Listing, classification and packing

Russian version of document ST/SG/AC.10/C.3/2017/40

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА и
ПРЕДЛАГАЕМЫЕ ПОПРАВКИ (ПРИЛОЖЕНИЯ А, Б и В) к
РЕКОМЕНДАЦИЯМ ООН ПО ПЕРЕВОЗКЕ ОПАСНЫХ ГРУЗОВ
(“ОРАНЖЕВАЯ КНИГА”)

Distr.: General
06 July 2017
Original: Russian

**Committee of Experts on the Transport of Dangerous Goods
and on the Globally Harmonized System of Classification
and Labelling of Chemicals**

**Sub-Committee of Experts on the Transport
of Dangerous Goods**

Fifty-second session

Geneva, 27 November - 6 December 2017

Item 6 (c) of the provisional agenda

Miscellaneous proposals for amendments to the Model Regulations on the Transport of Dangerous Goods: Portable tanks

**Одобрение поправок к Типовым правилам ООН по перевозке
опасных грузов ("Оранжевая книга")**

Передано Российской Федерацией

Основание

- 1 Мультимодальные перевозки съемных цистерн (включая контейнеры-цистерны) играют важную роль в мировой транспортной отрасли. Морские перевозки являются основной ее частью.
- 2 Мировая численность контейнеров-цистерн по данным последнего отчета Международной Организации по контейнерам-цистернам (ИТСО) составляет примерно 458.200 единиц. 90% контейнеров-цистерн используется для перевозки химических и нефтехимических продуктов.
- 3 На данный момент 100% сосудов, находящихся в эксплуатации контейнеров-цистерн, сертифицированных для мультимодальных перевозок, изготовлены из металла (большой частью сталь, алюминий).
- 4 МК МПОГ ИМО и "Оранжевая книга" Экономического и Социального Совета ООН не содержат требований к иным материалам для сосудов съемных цистерн, кроме указанных выше стали и алюминия, подходящих для морских перевозок. Между тем, требования к цистернам из полимерных композиционных материалов (далее – ПКМ), закрепленным на шасси, съемным цистернам, контейнерам-цистернам и съемным кузовам цистерн для смешанных перевозок автомобильным и железнодорожным

транспортом включены в Международные правила перевозки опасных грузов по железным дорогам (МПОГ) и Европейское соглашение о международной дорожной перевозке опасных грузов (ДОПОГ).

5 Однако инновации в области технологии производства ПКМ в последнее время позволяют заменить металл в сосудах съемных цистерн для мультимодальных перевозок на сосуды из ПКМ.

6 Наряду с растущими потребностями отрасли в Российской Федерации наблюдается постоянный рост объемов перевозки кислот в настоящее время, в том числе соляной кислоты (№ UN 1789).

7 Срок эксплуатации имеющихся контейнеров-цистерн для агрессивных жидкостей в большей степени ограничивается соответствующей защитой внутренней поверхности, в то время как сосуды, выполненные из ПКМ не требуют дополнительной защиты поверхности от воздействия основных агрессивных сред.

8 Мировая практика показывает большую эффективность изделий из ПКМ в областях, которые считались традиционными для применения металлических материалов (космическая техника, самолетостроение, кораблестроение, мостостроение и т.д.).

9 Физические и механические свойства конструкций из ПКМ превышают аналогичные свойства конструкций из традиционных конструкционных металлических материалов:

- Удельный вес – ниже (до 40%);
- Коррозионная стойкость – срок службы практически не ограничен;
- Теплопроводность – ниже, чем у металлов (до 40%, особенно полезна для сохранения заранее заданных температур продукта в ходе перевозки);
- Возможность получения различных характеристик в пределах одного состава.

10 Преимущества материалов из ПКМ:

- Пониженная энергоемкость производства изделий из ПКМ (не требуется литье, штамповка или сварка);
- Улучшенные аспекты ремонтопригодности;
- Снижение массы готовых изделий (тары), что позволяет увеличить массу груза;
- Улучшенная стойкость к ударным воздействиям (демпфирование);
- Не требуется применение специальных технологий для очистки от остатков перевозимых агрессивных веществ.

Документы, предложенные к рассмотрению в Подкомитете

11 С учетом предлагаемых Российской Федерацией изменений в МК МПОГ ИМО Российская Федерация предлагает связанные с ними изменения в "Оранжевую книгу".

12 Такие изменения позволят гармонизировать требования обоих документов и обеспечить должное и правильное исполнение их требований во всех транспортных отраслях.

13 Российская Федерация получила значительный опыт в отношении материалов из ПКМ, технологиях и испытаниях.

15 Российская Федерация считает, что наступило соответствующее время для внесения поправок в "Оранжевую книгу" с добавлением соответствующих требований по проектированию, изготовлению, испытаниям и проверке съемных цистерн с сосудами из ПКМ.

16 Принимая к сведению вышесказанное, Документ содержит следующие предлагаемые поправки в Типовые Правила ООН по перевозке опасных грузов:

- Предлагаемые поправки к Правилу 4.2.5.2.6 Типовых правил ООН по перевозке опасных грузов (Приложение А);
- Предлагаемые поправки к Главе 6.7 Типовых правил ООН по перевозке опасных грузов (Приложение Б); и
- Предлагаемые поправки к Типовым правилам ООН по перевозке опасных грузов – введение новой Главы 6.9 "Положения о конструкции, изготовлении, проверке и испытании съемных цистерн с сосудом из полимерных композиционных материалов (ПКМ), предназначенных для перевозки веществ и классов 3, 5.1, 6.1, 6.2, 8 и 9" (Приложение В).

Запрашиваемые действия

17 Российская Федерация предлагает Подкомитету рассмотреть данный вопрос и должным образом внести изменения в Типовые Правила ООН по перевозке опасных грузов.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
ПРЕДЛАГАЕМЫЕ ПОПРАВКИ К ПРАВИЛУ 4.2.5.2.6 ТИПОВЫХ ПРАВИЛ ООН ПО
ПЕРЕВОЗКЕ ОПАСНЫХ ГРУЗОВ

Предлагается изменить существующее Правило 4.2.5.2.6, как указано ниже:

(Предлагаемые изменения отмечены как **добавления/удаления**)

4.2.5.2.6. Инструкции по съемным цистернам

В инструкциях по переносным цистернам указаны требования, применимые к переносным цистернам, используемым для перевозки конкретных веществ. В инструкциях по переносным цистернам T1–T22 указаны применимое минимальное испытательное давление; минимальная толщина корпуса (в мм стандартной стали), **или минимальная толщина корпуса сосуда, изготовленного из полимерных композиционных материалов (ПКМ)**; требования в отношении устройств для сброса давления и донных отверстий.

T1–T22		ИНСТРУКЦИИ ПО СЪЕМНЫМ ЦИСТЕРНАМ		T1–T22	
Настоящие инструкции <i>по переносным</i> цистернам применяются к жидким и твердым веществам класса 1 и классов 3–9. Должны быть выполнены общие положения раздела 4.2.1 и требования раздела 6.7.2.					
Инструкции по съемным цистернам с корпусом из полимерных композиционных материалов (ПКМ) применяются к жидким веществам классов 3, 5.1, 6.1, 6.2, 8 и 9.					
Дополнительно к съемным цистернам с корпусом из ПКМ должны применяться требования раздела 6.9.					
Инструкция по съемным цистернам	Минимальное испытательное давление (бар)	Минимальная толщина корпуса ^c (в мм стандартной стали) (см. 6.7.2.4)	Устройства для сброса давления ^a (см. 6.7.2.8)	Донные отверстия ^b (см. 6.7.2.6)	
T1	1,5	См. 6.7.2.4.2	Обычные	См. 6.7.2.6.2	
T2	1,5	См. 6.7.2.4.2	Обычные	См. 6.7.2.6.3	
T3	2,65	См. 6.7.2.4.2	Обычные	См. 6.7.2.6.2	
T4	2,65	См. 6.7.2.4.2	Обычные	См. 6.7.2.6.3	
T5	2,65	См. 6.7.2.4.2	См. 6.7.2.8.3	Не разрешены	
T6	4	См. 6.7.2.4.2	Обычные	См. 6.7.2.6.2	
T7	4	См. 6.7.2.4.2	Обычные	См. 6.7.2.6.3	
T8	4	См. 6.7.2.4.2	Обычные	Не разрешены	
T9	4	6 мм	Обычные	Не разрешены	
T10	4	6 мм	См. 6.7.2.8.3	Не разрешены	
T11	6	См. 6.7.2.4.2	Обычные	См. 6.7.2.6.3	
T12	6	См. 6.7.2.4.2	См. 6.7.2.8.3	См. 6.7.2.6.3	
T13	6	6 мм	Обычные	Не разрешены	
T14	6	6 мм	См. 6.7.2.8.3	Не разрешены	
T15	10	См. 6.7.2.4.2	Обычные	См. 6.7.2.6.3	
T16	10	См. 6.7.2.4.2	См. 6.7.2.8.3	См. 6.7.2.6.3	
T17	10	6 мм	Обычные	См. 6.7.2.6.3	
T18	10	6 мм	См. 6.7.2.8.3	См. 6.7.2.6.3	
T19	10	6 мм	См. 6.7.2.8.3	Не разрешены	
T20	10	8 мм	См. 6.7.2.8.3	Не разрешены	
T21	10	10 мм	Обычные	Не разрешены	
T22	10	10 мм	См. 6.7.2.8.3	Не разрешены	

a В случаях, когда указано слово "Обычные", применяются все требования 6.7.2.8, за исключением 6.7.2.8.3.

b В тех случаях, когда в этой колонке указано "Не разрешены", наличие донных отверстий не разрешается, если вещество, подлежащее перевозке, является жидкостью (см. 6.7.2.6.1). Если вещество, подлежащее перевозке, является твердым веществом при любых температурах, возникающих в нормальных условиях перевозки, донные отверстия, соответствующие требованиям 6.7.2.6.2, допускаются.

c **В отношении сосудов, изготовленных из ПКМ, минимальная толщина должна определяться в соответствии с требованиями 6.9.5.**

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

ПРЕДЛАГАЕМЫЕ ПОПРАВКИ К ГЛАВЕ 6.7 ТИПОВЫХ ПРАВИЛ ООН ПО ПЕРЕВОЗКЕ ОПАСНЫХ ГРУЗОВ

Предлагается ввести примечание к Главе 6.7, как указано ниже:

(Предлагаемые изменения отмечены как **добавления**/~~удаления~~)

"Примечание: положения настоящей главы применяются также к съемным цистернам с сосудом из полимерных композиционных материалов в объеме, указанном в главе 6.9".

ПРИЛОЖЕНИЕ В

ПРЕДЛАГАЕМЫЕ ПОПРАВКИ К ТИПОВЫМ ПРАВИЛАМ ООН ПО ПЕРЕВОЗКЕ ОПАСНЫХ ГРУЗОВ – НОВАЯ ГЛАВА 6.9

После существующей Главы 6.8 предлагается добавить новую Главу 6.9 следующего содержания:

Глава 6.9

Положения о конструкции, изготовлении, проверке и испытании съемных цистерн с сосудом из полимерных композиционных материалов (ПКМ), предназначенных для перевозки веществ и классов 3, 5.1, 6.1, 6.2, 8 и 9.

6.9.1 Применение и общие положения

6.9.1.1 Положения настоящей главы применяются к съемным цистернам с сосудом из ПКМ, предназначенным для перевозки грузов классов опасности 3, 5.1, 6.1, 6.2, 8 и 9 всеми видами транспорта. В дополнение к положениям настоящей главы, если не указано иное, любая съемная цистерна с сосудом из ПКМ, используемая в мультимодальных перевозках и отвечающая определению «контейнер» по терминологии Международной конвенции по безопасным контейнерам (КБК) 1972 г. с поправками, должны отвечать применимым положениям этой Конвенции.

6.9.1.2 Положения настоящей главы не применяются к съемным цистернам, с которыми выполняются операции в открытом море, а также к съемным цистернам, с инструкцией ООН UN T50 (положения раздела 6.7.3), инструкцией ООН UN T75 (положения раздела 6.7.4) и многоэлементным газовым контейнерам (МЭГК) (положения раздела 6.7.5).

6.9.1.3 Положения 4.2 и 6.7.2 применимы к съемным цистернам с сосудами из ПКМ, за исключением положений, касающихся применения металлических материалов для изготовления корпуса (сосуда) съемной цистерны и дополнительных требований, изложенных в настоящей главе.

6.9.1.4 В признание достижений науки и техники, технические положения настоящей главы могут быть изменены альтернативными мерами. Эти альтернативные меры должны обеспечивать не меньший уровень безопасности по сравнению с уровнем, определяемым положениями настоящей главы в отношении совместимости с перевозимыми веществами и способности съемной цистерны выдерживать ударные нагрузки, нагрузки от перевозимого вещества и условия пожара. Для случая международных перевозок, съемные цистерны с сосудом из ПКМ, имеющие альтернативное устройство, должны быть утверждены соответствующими компетентными органами.

6.9.2 Определения, требования к конструкции и материалам

6.9.2.1 Определения

Для целей настоящего раздела применяются определения 6.7.2.1, за исключением определений касающихся металлических материалов («Мелкозернистая сталь/Fine grain steel», «Мягкая сталь/Mild steel» и «Стандартная сталь/Reference steel») для изготовления корпуса (сосуда) съемной цистерны.

Дополнительно к съемным цистернам с сосудом из ПКМ применяются следующие определения:

Полимерный композиционный материал (ПКМ) - материал конструкционного назначения, состоящий из армирующих волокон (наполнителя) и полимерного связующего (матрицы), образующийся непосредственно при изготовлении сосуда из ПКМ и его элементов.

Компоненты ПКМ - армирующие волокна (наполнитель), полимерное связующее (матрица), адгезионные составы и заполнители.

Мат – волокнистый армирующий наполнитель на основе хаотично расположенных в плоскости рубленых или скрученных волокон, склеенных между собой, в виде листов разной длины и толщины

Вуаль – тонкий мат, обычно 0,18-0,51 мм толщиной, обладающий высокой впитывающей способностью, в большинстве случаев используемый в слоях изделий из ПКМ, где требуется избыточное содержание полимерной матрицы (гладкости поверхности, химической стойкости, герметичности, и т.д.).

Ровинг (жгут) - большое количество волокон, соединенных вместе.

Лента – большое количество ровингов, соединенных вместе поперечной сшивкой. Применяется в технологии филаментной намотки.

Химстойкий слой - слои на внутренней поверхности многослойной оболочки сосуда из ПКМ, обеспечивающий защиту конструкционного слоя сосуда от химического воздействия перевозимого груза.

Лэйнер - замкнутое изделие, включающее химстойкий слой и подкрепляющие его армированные слои ПКМ.

Конструкционные слои - однонаправленные или двунаправленные слои ПКМ в структуре многослойной оболочки сосуда, воспринимающие нагрузки в процессе эксплуатации съемной цистерны.

Огнезащитный слой - слой на наружной поверхности сосуда обеспечивающий его защиту от внешнего огневого воздействия.

Сосуд из ПКМ - замкнутое изделие цилиндрической формы, имеющее внутренний объем, предназначенное для хранения и транспортировки жидких агрессивных веществ, продуктов химии и нефтехимии.

Цистерна с сосудом из ПКМ - сосуд из ПКМ с установленной на нем запорной арматурой, предохранительными устройствами и другим вспомогательным оборудованием.

Филаментная намотка - метод изготовления ПКМ путем намотки на вращающуюся оправку наполнителя (ровинг, ленты, ткани), пропитанного полимерным связующим.

Вакуумная инфузия - метод изготовления ПКМ путем пропитки под вакуумным мешком сухого наполнителя, предварительного выложенного вручную или автоматизированным методом.

Пропитка под давлением (RTM – метод) - метод изготовления ПКМ в герметичных формах с использованием избыточного давления для пропитки волокна.

Контактное формование - метод изготовления ПКМ путем послойной выкладки и пропитки наполнителя, сопровождаемое уплотнением сформированного пакета.

Расчетные характеристики – характеристики прочности и жесткости ПКМ, получаемые на основании результатов испытаний элементарных образцов с учетом нормативных требований к коэффициентам запаса прочности и жесткости, критериев прочности, принимаемых при проектировании сосуда.

Элементарный образец – образец ПКМ, изготавливаемый и испытываемый в соответствии с национальными и/или международными стандартами для определения расчетных характеристик ПКМ.

Образец–свидетель - образец, изготавливаемый по технологии идентичной технологии изготовления соответствующей части сосуда из ПКМ.

Контрольный образец – образец, вырезаемый из сосуда для установления идентичности серийных изделий прототипу/ головному образцу.

6.9.3 Общие положения о конструкции и изготовлении

6.9.3.1 На конструкцию съемных цистерн с сосудом из ПКМ распространяются положения 6.7.1 и 6.7.2.2, за исключением 6.7.2.2.1, 6.7.2.2.2.2, 6.7.2.2.2.3, 6.7.2.2.5, 6.7.2.2.6, 6.7.2.2.9.1, 6.7.2.2.13 (если относится к сосуду из ПКМ), 6.7.2.2.14 и 6.7.2.2.17 касающихся конструкции корпусов цистерн из металлических материалов.

6.9.3.2. В дополнении к 6.7.2.2 должны применяться следующие положения:

6.9.3.2.1 Цистерны с сосудом из ПКМ должны быть спроектированы и изготовлены организациями, у которых имеется система обеспечения качества, признанная компетентным органом, а также в соответствии с признанными компетентным органом Правилами для сосудов из ПКМ под давлением с учетом национальных и/или международных стандартов.

6.9.3.2.2 Цистерна с сосудом из ПКМ должна быть жестко соединена с элементами каркаса. Опоры и крепления цистерны к каркасу не должны вызывать опасных местных концентраций напряжений в сосуде из ПКМ в соответствии с положениями, изложенными в настоящей главе.

6.9.3.2.3 Для цистерн с сосудом из ПКМ не допускается использование нагревательных элементов.

6.9.3.2.4 При изготовлении сосуда из ПКМ должны применяться компоненты и материалы совместимые с перевозимыми грузами в диапазоне расчетных температур от -40°C до $+50^{\circ}\text{C}$. Для съемных цистерн, эксплуатируемых в более жестких климатических условиях, диапазон расчетных температур должен быть согласован с компетентным органом.

6.9.3.2.5 Многослойная оболочка сосуда из ПКМ должна включать следующие три элемента:

- внутренний химстойкий слой (лэйнер),
- конструкционные слои,
- наружный слой.

.1 Внутренний химстойкий слой (лэйнер) должен быть спроектирован таким образом, чтобы служить основным барьерным слоем, обеспечивающим длительное сопротивление химическому воздействию перевозимых веществ и препятствующим любой опасной реакции с содержимым сосуда или образованию опасных соединений, а также любому существенному снижению прочности конструкционных слоев сосуда в результате диффузии перевозимого продукта через внутренний слой (лэйнер). Внутренний слой (лэйнер) может изготавливаться как из армированного волокнами терморепактивного ПКМ, так и термопластичного ПКМ.

Лэйнер из армированного волокнами терморепактивного ПКМ должен включать:

- поверхностный химстойкий слой (“гель - покрытие”), состоящий из смолы, армированный вуалью, совместимой со смолой и перевозимыми веществами. Этот слой должен содержать не более 30% вуали по массе и иметь толщину не менее 0.25 -0.60 мм;
- упрочняющий слой, состоящий из одного или нескольких слоев общей толщиной не менее 2 мм, содержащий не менее 900 г/м² стекломата или ПКМ хаотично армированного рубленными волокнами с массовой долей стекловолокна не менее 30%, если эквивалентный уровень безопасности не продемонстрирован при более низком содержании стекловолокна.

Лэйнер из термопластичного ПКМ должен состоять из листов, указанных в 6.9.3.2.6.3, соединяемых с конструкционными слоями сосуда.

.2 Конструкционные слои сосуда должны воспринимать расчетные и испытательные нагрузки в соответствии с требованиями 6.7.2.2.12, 6.9.4.2 и 6.9.4.4 и 6.9.4.6. Эта часть сосуда должна состоять состоит из нескольких армированных волокнами слоев, ориентированных в заданных направлениях.

.3 Наружный слой должен состоять из одного слоя с высоким содержанием смол, имеющего толщину не менее 0,2 мм. При толщине более 0,5 мм должен использоваться мат. Массовое содержание стекловолокна в таком слое должно составлять не более 30%. Этот слой должен выдерживать воздействие перевозимых веществ при случайных контактах с ними (проливы и пр.). Смола наружного слоя должна содержать наполнители и добавки, обеспечивающие защиту конструкционных слоев сосуда от разрушения при воздействии ультрафиолетового излучения.

Допускается применять другие материалы, обеспечивающие эквивалентную, указанную выше, защиту стенки сосуда от воздействия внешних факторов.

6.9.3.2.6 Исходные материалы и компоненты:

.1 Смолы. При изготовлении связующего и/или смесей на основе исходных смол должны строго соблюдаться рекомендации изготовителя. При изготовлении сосудов из ПКМ могут использоваться следующие виды смол:

- ненасыщенные полиэфирные смолы;
- винилэфирные смолы;
- эпоксидные смолы;
- фенольные смолы.

Температура тепловой деформации (ТТД) смолы, определяемая в соответствии со стандартом ИСО 75-1:2013, должна по меньшей мере на 20°C превышать максимальную рабочую температуру сосуда из ПКМ и во всех случаях составлять не менее 70°C.

.2 Армирующие волокна. В качестве армирующего материала конструкционных слоев сосуда должны использоваться стекловолокна типа *E* или *ECR* по стандарту ИСО 2078:1993. Лэйнер может изготавливаться из стекловолокна типа *C* по стандарту ИСО 2078:1993. Термопластичные вуали могут использоваться при изготовлении лэйнера лишь при условии подтверждения их совместимости с грузами, предполагаемыми к перевозке.

.3 При изготовлении термопластичного лэйнера могут использоваться непластифицированный поливинилхлорид (ПВХ-Н), полипропилен (ПП), поливинилиденфторид (ПВДФ), политетрафторэтилен (ПТФЭ).

.4 Добавки. Добавки, необходимые для обработки смол, такие как катализаторы, ускорители, отвердители и тиксотропные вещества, а также материалы, используемые для улучшения эксплуатационных качеств сосуда, такие как наполнители, красители, пигменты и т.д., не должны вызывать снижения прочности материала сосуда, учитывая срок эксплуатации и рабочие температуры, на которые рассчитан данный тип конструкции съемной цистерны с сосудом из ПКМ.

6.9.3.2.7 Сосуд из ПКМ, его крепежные элементы, а также сервисное оборудование должны проектироваться таким образом, чтобы в течение расчетного срока эксплуатации выдерживать без потери содержимого (без учета газовой фазы груза, выходящей через газовыпускные отверстия) нагрузки, указанные в 6.7.2.2.12, 6.9.4.2, 6.9.4.4 и 6.9.4.6.

6.9.3.2.8 Цистерны с сосудом из ПКМ, используемые для перевозки легковоспламеняющихся жидкостей класса опасности 3 с температурой вспышки ниже 60°C, должны быть сконструированы таким образом, чтобы обеспечивать снятие статического электричества с различных составных частей цистерны во избежание накопления опасных электростатических зарядов.

.1 Величина поверхностного сопротивления на внутренней и наружной поверхностях сосуда, установленная путем измерений, не должна превышать 10^9 Ом. Этого можно достичь путем использования добавок к смоле или установки межслоевых электропроводных металлических или углеродных сеток.

.2 Сопротивление разряду на землю, установленное путем измерений, не должно превышать 10^7 Ом.

.3 Все элементы сосуда должны иметь электрический контакт друг с другом, с металлическими деталями сервисного и конструкционного оборудования цистерн и с транспортным средством. Сопротивление между контактирующими элементами и оборудованием не должно превышать 10 Ом.

6.9.3.2.9 Цистерна должна быть сконструирована таким образом, чтобы без значительной потери содержимого выдерживать огневое воздействие при полном охвате пламенем в течение 30 минут в соответствии с требованиями к испытаниям, предусмотренным в пункте 6.9.8.2.3. С согласия компетентного органа испытания допускается не проводить, если на основе результатов испытаний цистерн сопоставимой конструкции могут быть представлены достаточные доказательства.

6.9.3.2.10 Технология изготовления сосудов из ПКМ

.1 Для изготовления сосудов из ПКМ могут применяться технологии филаментной намотки, контактного формования и вакуумной инфузии.

.1.1 Массовое содержание армирующих волокон наполнителя должно находиться в допуске +10%...-0% от массового содержания, указанного в технологической инструкции по изготовлению сосуда. Допускается применение армирующих волокон, указанных в 6.9.3.2.6.2.

.1.2 Допускается применение смол, указанных в 6.9.3.2.6.1. Не допускается применение пигментных добавок и красителей к смоле не указанных в технологической инструкции по изготовлению сосуда.

.2 Филаментная намотка. Конструкционные слои сосуда изготавливаются путем намотки пропитанных смолой однонаправленных лент.

.2.1 Намотка конструкционных слоев должна проводиться в соответствии со схемой, указанной в технологической инструкции по изготовлению сосуда. Схема намотки сосуда должна обеспечивать восприятие нагрузок, указанных в 6.7.2.2.12, 6.9.4.2, 6.9.4.4, 6.9.4.6.

.2.2 Натяжение волокон в процессе намотки должно контролироваться для того, чтобы обеспечить равномерное нагружение волокон в составе конструкционных слоев сосуда при действии нагрузок, указанных в 6.7.2.2.12, 6.9.4.2, 6.9.4.4, 6.9.4.6.

.2.3 Скорость намотки ограничивается только требованиями обеспечения заданного натяжения волокон, реализации заданной схемы намотки и соответствующей пропитки наматываемых лент смолой.

.2.4 Ширина наматываемых препропитанных лент и зазор между ними должны контролироваться на соответствие требованиям, указанным в технологической инструкции по изготовлению сосуда.

.3 Контактное формование. Конструкционные слои сосуда изготавливаются с применением коротких волоконных филаментов, длина которых случайным образом может изменяться от 25 до 100 мм, и/или двунаправленных тканей.

.1 При изготовлении конструкционных слоев сосуда маты и ткани выкладываются как отдельные слои с перекрытием. Пропитка слоев осуществляется для каждого слоя.

4 Вакуумная инфузия. Допускается применение технологи вакуумной инфузии для изготовления эллиптических или полусферических частей конструкционных слоев сосуда с использованием стеклотканей.

6.9.4 Критерии для расчета

6.9.4.1 Корпуса цистерн (оболочки) изготовленных из ПКМ должны иметь круглое поперечное сечение и конструкцию, для которой возможно выполнить анализ напряжений математическими методами, измерить их экспериментально при помощи тензометрии, либо воспользоваться иными методами, утвержденными компетентным органом.

6.9.4.2 Корпуса цистерн должны быть сконструированы и изготовлены таким образом, чтобы выдерживать испытательное гидравлическое давление, составляющее не менее чем 1,5 расчетного давления. Для некоторых веществ установлены особые положения в соответствующей инструкции для съемных цистерн, как указано в столбце 13 Перечня опасных грузов и изложено в разделе 4.2.5, или в специальном положении для съемных цистерн, как указано в столбце 14 Перечня опасных грузов и изложено в п. 4.2.5.3. Минимальная толщина стенок корпуса не должна быть менее, указанной для этих цистерн в 6.9.5.

6.9.4.3 При действии указанного внутреннего испытательного давления, максимальная деформация сосуда в произвольном направлении не должна превышать величину удлинения смолы при разрыве.

6.9.4.4 При действии внутреннего расчетного давления, внешнего расчетного давления, статически приложенных нагрузках, указанных в 6.7.2.2.12 и статических силах тяжести, вызываемых содержимым с максимальной плотностью, указанной для данного типа конструкции съемной цистерны с сосудом из ПКМ, при максимальной степени наполнения сосуда в каждом конструкционном слое сосуда должен выполняться критерий прочности в виде соотношения:

$$F_1\sigma_{11} + F_2\sigma_{22} + F_{11}\sigma_{11}^2 + F_{22}\sigma_{22}^2 + F_{33}\sigma_{12}^2 + 2F_{12}\sigma_{11}\sigma_{22} < 1$$

где

$$F_1 = \frac{1}{\sigma_1^+} + \frac{1}{\sigma_1^-}; F_2 = \frac{1}{\sigma_2^+} + \frac{1}{\sigma_2^-}; F_{11} = \frac{1}{\sigma_1^+\sigma_1^-};$$

$$F_{22} = \frac{1}{\sigma_2^+\sigma_2^-}; F_{33} = \frac{1}{\sigma_{12}^2}; F_{12} = -1/2\sqrt{F_{11}F_{22}}.$$

$$\sigma_1^+ = \sigma_{1B}^+/K; \sigma_1^- = \sigma_{1B}^-/K; \sigma_2^+ = \sigma_{2B}^+/K;$$

$$\sigma_2^- = \sigma_{2B}^-/K; \sigma_{12B}^- = \sigma_{12B}^-/K$$

K – коэффициент безопасности;

σ_{11} -действующие напряжения в однонаправленном слое ПКМ в направлении вдоль волокон.

σ_{22} -действующие напряжения в однонаправленном слое ПКМ в направлении поперек волокон.

σ_{12} -действующие напряжения сдвига в однонаправленном слое ПКМ.

σ_{1B}^+ - прочность однонаправленного слоя ПКМ при растяжении вдоль волокон, определяемая по стандарту ИСО 527-5:2009;

σ_{1B}^- - прочность однонаправленного слоя ПКМ при сжатии вдоль волокон, определяемая по стандарту ИСО 14126:1999;

σ_{2B}^+ - прочность однонаправленного слоя ПКМ при растяжении поперек волокон, определяемая по стандарту ИСО 527-5:2009;

σ_{2B}^- - прочность однонаправленного слоя ПКМ при сжатии поперек волокон, определяемая по стандарту ИСО 14126:1999;

σ_{12B} - прочность однонаправленного слоя ПКМ при сдвиге в плоскости слоя, определяемая по стандарту ИСО 14129:1997.

Испытания для определения расчетных характеристик ПКМ σ_1^+ , σ_1^- , σ_2^+ , σ_2^- , $\bar{\sigma}_{12B}$ должны проводиться в соответствии с требованиями указанных стандартов ИСО по меньшей мере на шести элементарных образцах, характерных для данного типа конструкции сосуда и технологии его изготовления.

Массовое содержание волокон в исследуемых образцах должно составлять от 90% до 100% от минимального массового содержания волокон в конструкционных слоях, указанного в технологической инструкции по изготовлению сосуда.

Расчет действующих напряжений σ_{11} , σ_{22} и σ_{12} в каждом конструкционном слое сосуда из ПКМ должен проводиться методом конечных элементов.

В обоснованных случаях для подтверждения прочности конструкции сосуда из ПКМ допускается применение других соотношений для критерия прочности по согласованию с компетентным органом.

Коэффициент безопасности

$$K = K_0 \times K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4$$

где:

K_0 - коэффициент запаса прочности. Для цистерн обычной конструкции значение K_0 должно быть не менее 1.5. Для цистерн, предназначенных для перевозки веществ, требующих повышенной степени прочности значение K_0 должно быть умножено на коэффициент 2, если сосуд не снабжен защитой от повреждений, состоящей из полного металлического каркаса, включающего продольные и поперечные конструкционные элементы;

K_1 - коэффициент ухудшения свойств материала вследствие ползучести или старения и в результате химического воздействия перевозимых веществ. Этот коэффициент рассчитывается по формуле:

$$K_1 = \frac{1}{\alpha\beta}$$

где α - коэффициент ползучести и β - коэффициент старения, определяемый в соответствии со стандартом EN 978:1997 после испытания, проводимого согласно стандарту EN 977:1998. В качестве альтернативы можно использовать консервативное значение $K_1 = 2$. Для определения значений коэффициентов α и β величину доверительного интервала следует принимать равной 2σ ;

K_2 - коэффициент, зависящий от рабочей температуры и тепловых свойств смолы, определяемый согласно следующему уравнению с минимальным значением, равным 1:

$$K_2 = 1.25 - 0,0125(\text{ТТД} - 70), \text{ где ТТД — температура тепловой деформации смолы в } ^\circ\text{C};$$

K_3 - коэффициент усталости материала; надлежит использовать значение $K_3 = 1,75$, если компетентным органом не утверждена иная величина. При действии нагрузок, указанных в 6.7.2.2.12 применяется значение K_3 равное 1,1;

K_4 - коэффициент отверждения, имеющий следующие значения:

- 1,1, если отверждение производится по утвержденной технологии с соответствующей документацией;
- 1,5 - в других случаях.

Минимальное значение коэффициента безопасности K при действии нагрузок указанных в 6.7.2.2.12, 6.9.4 и 6.9.4.6 должно быть не менее 4.

6.9.4.5 При любой из нагрузок, упомянутых в 6.7.2.2.12 и 6.9.4.4, удлинение сосуда из ПКМ в любом направлении не должно превышать наименьшую из следующих величин: 0,2% или 0,1 относительного удлинения смолы при разрыве определяемого по стандарту ИСО 527-1:2012.

6.9.4.6 При действии внешнего расчетного давления конструкция сосуда должна обеспечивать минимальный коэффициент запаса по нагрузке потери устойчивости конструкционных слоев сосуда не менее 5.

6.9.4.7 Зоны соединений конструкционных слоев сосуда из ПКМ, включая соединительные стыки торцевых днищ и цилиндрической части сосуда, а также соединительные стыки волногасящих переборок и перегородок с сосудом, должны выдерживать указанные в 6.7.2.2.12, 6.9.4.2, 6.9.4.4 и 6.9.4.6 нагрузки. Во избежание концентрации напряжений в зонах соединений конусность соединения должна быть не менее 1:6. Прочность на сдвиг в местах указанных соединений должна составлять не менее:

$$\tau = \frac{Q}{l} \leq \frac{\tau_R}{K},$$

где:

τ_R - прочность соединения на сдвиг в соответствии со стандартом ИСО 14125:1998. При отсутствии соответствующих результатов испытаний принимается $\tau_R = 10 \text{ Н/мм}^2$;

Q – нагрузка на единицу ширины соединения;

K – коэффициент безопасности, определяемый в соответствии с 6.9.4.4;

l – длина перехлеста слоев в соединении.

Допускаются другие методы расчета зон соединений конструкционных слоев с учетом особенностей конструкции сосуда согласованные компетентным органом.

6.9.4.8 Отверстия в сосуде должны быть усилены, с тем чтобы обеспечивались, по меньшей мере, такие же коэффициенты запаса прочности при воздействии нагрузок, указанных в 6.7.2.2.12, 6.9.4.2, 6.9.4.4 и 6.9.4.6, как и коэффициенты для самого сосуда из ПКМ. Количество отверстий в сосуде должно быть минимальным. Отношение осей овальных отверстий не должно превышать 2.

6.9.4.9 Поверочные расчеты прочности контейнера-цистерны с сосудом из ПКМ проводятся на основании конечно-элементных моделей, которые воспроизводят ориентацию и зоны соединений конструкционных слоев сосуда, соединения сосуда и рамы съемной цистерны, зоны установки люков, запорной арматуры и предохранительных устройств.

6.9.5 Минимальная толщина стенок корпуса

6.9.5.1 Минимальные толщины стенок и днищ сосуда из ПКМ должны подтверждаться на основании поверочных расчетов прочности сосуда из ПКМ с учетом указанных в 6.9.4.4 требований прочности.

6.9.5.2 Минимальные значения толщины конструкционного слоя сосуда из ПКМ должны определяться в соответствии с положениями 6.9.4.4, однако в любом случае минимальная толщина конструкционного слоя не должна быть менее 6 мм.

6.9.6 Элементы оборудования для съемных цистерн с сосудом из ПКМ.

6.9.6.1 Сервисное оборудование, донные отверстия, устройства для сброса давления, контрольно-измерительные приборы, опоры, рамы, устройства для подъема и крепления съемной цистерны должны соответствовать положениям 6.7.2.5-6.7.2.17.

6.9.7 Утверждение типа конструкции

6.9.7.1 Утверждение типа конструкции съемных цистерн с сосудом из ПКМ должно проводиться в соответствии положениями 6.7.2.18.

6.9.7.2 Дополнительно к съемным цистернам с сосудом из ПКМ должны применяться следующие положения:

6.9.7.2.1 Протокол испытаний прототипа для целей утверждения типа конструкции дополнительно должен включать следующие сведения:

.1 результаты испытаний материалов, применяемых для изготовления сосуда из ПКМ, в соответствии с положениями 6.9.8.2.1;

.2 результаты испытаний на удар падающим шаром в соответствии со стандартом EN 976-1:1997 и положениями 6.9.8.2.2;

.3 результаты испытаний на огнестойкость сосуда из ПКМ к открытому огню в соответствии с положениями 6.9.8.2.3.

6.9.8 Проверки и испытания

6.9.8.1 Проверки и испытания съемных цистерн с сосудом из ПКМ должны проводиться в соответствии положениями 6.7.2.19.

6.9.8.2 Дополнительно к съемным цистернам с сосудом из ПКМ должны применяться следующие положения:

6.9.8.2.1 Испытания материалов:

.1 Смолы. Величина относительного удлинения смол при разрыве определяется в соответствии со стандартом ИСО 527-2:2012, температура тепловой деформации - в соответствии со стандартом ИСО 75-1:2013.

.2 Контрольные образцы ПКМ. Перед проведением испытаний все покрытия с образцов снимаются. Если контрольные образцы невозможно вырезать из сосуда, допускается использовать образцы-свидетели. В ходе испытаний должны определяться следующие параметры:

.2.1 толщина конструкционных слоев сосуда обечайки и днищ;

.2.2 массовое содержание стекловолокна по стандарту ИСО 1172:1996, ориентация и расположение армирующих слоев;

.2.3 предел прочности на разрыв, удлинение при разрыве и модули упругости в соответствии со стандартами ИСО 527-4:1997 или ИСО 527-5:2009 образцов, вырезанных в окружном и продольном направлениях.

.2.4 модуль упругости при изгибе и величина прогиба, определяются при испытании на ползучесть по стандарту ИСО 14125:1998 в течение 1000 часов на образце шириной не менее 50 мм с расстоянием между опорами, не менее 20 толщин конструкционной оболочки сосуда. Кроме того, в соответствии со стандартом EN 978:1997 в ходе данного испытания определяются α – коэффициент ползучести и β – коэффициент старения.

.2.5 прочность межслоевых соединений (при наличии таковых) на сдвиг измеряется в ходе испытания образцов в соответствии со стандартом ИСО 14130:1997.

.3 Коэффициент ползучести α и коэффициент старения β определяются в соответствии со стандартами EN 978:1997 и EN 977:1998 для последующего расчета величины коэффициента ухудшения свойств материала K_1 вследствие ползучести или старения (6.9.4.4).

.4 Химическая совместимость сосуда из ПКМ с перевозимыми веществами должна быть доказана с помощью одного из нижеследующих положений. Такое доказательство должно касаться, как минимум, совместимости материалов сосуда и установленного на него оборудования с перевозимыми веществами, включая химическую деградацию свойств материалов сосуда, начало критических реакций в перевозимом веществе и опасные реакции между сосудом и перевозимым веществом.

.4.1 Контрольные образцы, включающие часть лэйнера (со сварными швами в случае изготовления лэйнера из термопластичных ПКМ), подвергаются испытанию на химическую стойкость в течение 1000 часов при температуре 50°C в соответствии со стандартом ИСО 175:2010. Допускается снижение модуля упругости, измеренного при испытании на изгиб в соответствии со стандартом EN 978:1997 не более чем на 25% относительно характеристик образцов в исходном состоянии. Не допускается появление трещин, вздутий, точечной коррозии, расслоений в конструкционных слоях, отслоений лэйнера и шероховатостей.

.4.2 По согласованию с компетентным органом допускается применять другие методы подтверждения химической совместимости.

6.9.8.2.2 Испытания на удар падающим шаром в соответствии со стандартом EN 976-1:1997.

6.9.8.2.3.1 Прототип подвергается испытанию на удар падающим шаром в соответствии со стандартом EN 976-1:1997, № 6.6.

При этом не должно быть видимых повреждений внутри или снаружи цистерны.

6.9.8.2.3 Испытания на огнестойкость сосуда из ПКМ к открытому огню.

6.9.8.2.3.1 Контейнер-цистерна с его сервисным и конструкционным оборудованием, наполненный водой до 80% его максимальной вместимости, подвергается в течение 30 минут полному охвату пламенем с использованием открытого резервуара, наполненного нефтяным топливом, или любым другим видом пламени, оказывающим такое же воздействие. Резервуар должен иметь размеры, превышающие размеры цистерны не менее чем на 50 см с каждой стороны, а расстояние между уровнем поверхности топлива и сосудом цистерны должно находиться в пределах 50-80 см. Остальные элементы цистерны, расположенные ниже уровня жидкости, включая отверстия и затворы, должны оставаться герметичными, за исключением незначительного просачивания.

6.9.9 Маркировка

6.9.9.1 Требования положения 6.7.2.20.1 применяются к табличке с данными по цистерне с сосудом из ПКМ за исключением положений 6.7.2.20.1 (d) (vi) и (f) (ii);

6.9.9.2 В 6.7.2.20.1 (f) (i) указать «материал корпуса сосуда – ПКМ и номер Технических условий/Технической спецификации на изготовление сосуда из ПКМ»;

6.9.9.3 По согласованию с заказчиком дополнительно может быть установлена табличка с описанием допустимых эксплуатационных повреждений сосуда из ПКМ».

6.9.9.4 Требования положения 6.7.2.20.2 применяются к съемной цистерне с сосудом из ПКМ.
