

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

Федеральное государственное унитарное предприятие
«Всероссийский научно-исследовательский институт расходомерии»
Государственный научный метрологический центр
ФГУП «ВНИИР»



Заместитель директора по
развитию

А. С. Тайбинский

«07» августа 2019 г.

ИНСТРУКЦИЯ

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

**Резервуары (танки) стальные горизонтальные
РГС-22000, РГС-35000, РГС-40000**

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 1017-7-2019

Начальник НИО-7

 Кондаков А.В.

Тел. (843) 272-62-75; 272-54-55

Казань 2019 г.

Предисловие

1 РАЗРАБОТАНА Федеральным государственным унитарным предприятием
Всероссийским научно-исследовательским институтом расходомерии
Государственным научным метрологическим центром
(ФГУП «ВНИИР»)

ИСПОЛНИТЕЛИ: А.В. Кондаков, В. М. Мигранов

2 УТВЕРЖДЕНА ФГУП «ВНИИР» «07» августа 2019 г.

3 ВВЕДЕНА ВПЕРВЫЕ

Содержание

	Стр.
1 Область применения	4
2 Нормативные ссылки	4
3 Определения	4
4 Метод поверки	5
5 Технические требования	5
5.1 Требования к точности измерений параметров танка	5
5.2 Требования по применению рабочих эталонов и вспомогательных средств.....	6
5.3 Требования к условиям поверке	6
6 Требования к организации проведения поверки	7
7 Требования к квалификации специалистов, проводящих поверку и требования безопасности ..	7
8 Подготовка к проведению поверки	7
9 Операции поверки	8
10 Проведение поверки танка	8
10.1 Внешний осмотр	8
10.2 Определение эталонного расстояния уровнемера	8
10.3 Сканирование внутренней полости танка	9
11 Обработка результатов измерений и составление градуировочной таблицы	9
11.1 Обработка результатов измерений	9
11.2 Составление градуировочной таблицы танка	9
12 Оформление результатов поверки	10
Приложение А	11
Приложение Б	13
Приложение В	14
Библиография	16

Государственная система обеспечения единства измерений

Резервуары (танки) стальные горизонтальные

РГС-22000, РГС-35000, РГС-40000

Методика поверки МП 1017-7-2019

1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящая инструкция распространяется на стальные горизонтальные резервуары (танки), номинальной вместимостью: 22000 м³ (РГС-22000 № 9246621/1); 35000 м³ (РГС-35000 № 9246621/4); 40000 м³ (РГС-40000 № 9246621/2, № 9246621/3), расположенные на судне-газовозе СПГ «Портовый» IMO 9246621, предназначенные для измерения объема, а также для приема, хранения и отпуска сжиженного природного газа (СПГ).

2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящей инструкции использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 12.0.004—2015	Система стандартов безопасности труда. Организация обучения безопасности труда. Общие положения
ГОСТ 12.1.005—88	Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны
ГОСТ 12.4.087—84	Система стандартов безопасности труда. Строительство. Каски строительные. Технические условия
ГОСТ 12.4.137—2001	Обувь специальная с верхом из кожи для защиты от нефти, нефтепродуктов, кислот, щелочей, нетоксичной и взрывоопасной пыли. Технические условия
ГОСТ 12.4.310—2016	Система стандартов безопасности труда. Одежда специальная для защиты работающих от воздействия нефти, нефтепродуктов. Технические требования
ГОСТ 28243—96	Пирометры. Общие технические требования

3 ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В настоящей инструкции применяют следующие термины с соответствующими определениями.

3.1 резервуар (танк) стальной горизонтальный: Стальной сосуд прямоугольной формы со скосом днища и кровли с вертикальными непроницаемыми продольными и поперечными переборками (стенками), с индивидуальной градуировочной таблицей, предназначенный для хранения сжиженного природного газа (СПГ) и измерения его объема (массы) совместно со средствами измерений уровня, плотности и температуры.

Переборки представляют собой обшивку из листовой нержавеющей стали, подкрепленную силовым набором.

3.2 **градуировочная таблица:** Зависимость вместимости резервуара от уровня наполнения танка при нормированном значении температуры, равной минус 162°С. Таблицу прилагают к свидетельству о поверке танка и применяют для определения объема жидкости в нем.

3.3 **градуировка танка:** Операция по установлению зависимости вместимости танка от уровня его наполнения с целью составления градуировочной таблицы.

3.4 **полная вместимость танка:** Внутренний объем танка от точки начала отсчета до кровли.

3.5 **номинальная вместимость танка:** Вместимость танка, соответствующая предельному уровню наполнения его, установленная нормативным документом..

3.6 **действительная (фактическая) полная вместимость танка:** Вместимость танка, соответствующая предельному уровню его наполнения, полученная по результатам измерений параметров танка при поверке.

3.7 **посантиметровая вместимость танка:** Объем в танке, соответствующий уровню налитых в него доз жидкости, приходящихся на 1 см высоты наполнения.

3.8 **точка начала отсчета:** Точка проекции вертикальной оси радарного уровнемера на опорную (отражающую) площадку измерительной трубы от которой проводят измерения уровня СПГ.

3.9 **эталонная высота уровнемера $H_{э,ур}$:** Расстояние от точки начала отсчета до контрольной точки уровнемера (рисунок А.2).

3.10 **сканер:** Лазерная координатно-сканирующая система, реализующая функцию линейных и угловых высокоскоростных измерений, с целью определения пространственного положения точек измеряемой поверхности в трехмерной системе координат.

3.11 **станция:** Место установки сканера во время проведения измерений.

3.12 **сканирование:** Операция по измерению линейных и угловых координат точек, лежащих на поверхности стенок танка, внутренних деталей и оборудовании.

3.13 **программное обеспечение (ПО):** Совокупность программ системы обработки информации и программных документов, необходимых для эксплуатации этих программ.

3.14 **скан:** Визуализированное трехмерное изображение облака точек.

3.15 **3D-моделирование:** Построение трехмерной модели объекта (mesh-модели), по объединенному («сшитому») облаку точек специализированным программным обеспечением.

3.16 **тень:** Не отсканированная область танка, возникающая при перекрытии луча сканера внутренними деталями и другими объектами.

4 МЕТОД ПОВЕРКИ

4.1 Поверку танка проводят геометрическим методом с применением сканера.

4.2 При поверке танка, его вместимость определяют на основании вычисления объемов на различных уровнях наполнения по 3D-модели танка, построенной с помощью специализированного программного обеспечения по результатам измерений пространственных координат точек, лежащих на внутренней поверхности.

5 ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ

5.1 Требования к точности измерений параметров танка

5.1.1 Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений параметров танка приведены в таблице 1.

Т а б л и ц а 1

Наименование параметра	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений параметров танка
Измерение расстояний, мм	± 2
Температура стенки танка, °С	± 2

5.1.2 При соблюдении пределов допускаемой абсолютной погрешности измерений, указанных в таблице 1, пределы относительной погрешности определения вместимости танка не превышают $\pm 0,30$ %.

5.2 Требования по применению рабочих эталонов и вспомогательных средств

5.2.1 При поверке применяют следующие рабочие эталоны, средства измерений и вспомогательные средства:

5.2.1.1 Сканер с верхним значением диапазона измерений не менее 20 м и пределами допускаемой абсолютной погрешности во всем диапазоне измерений не более ± 2 мм,

Применяемое ПО - 3DReshaper или аналогичное программное обеспечение с результатами сличения с 3DReshaper не превышающими $\pm 0,05$ % (далее – ПО).

5.2.1.2 Термометр (пирометр) инфракрасный с диапазоном измерений температуры поверхности от минус 10 °С до плюс 65 °С, с пределами допускаемой абсолютной погрешности ± 2 °С.

5.2.2 Вспомогательные средства:

- анализатор-течеискатель типа АНТ-3М;
- марки, листы формата А4 с контрастным изображением (рис. 1).

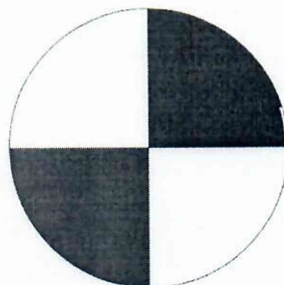


Рисунок 1 – Пример изображения марки.

5.2.3 Рабочие эталоны должны быть аттестованы в установленном порядке, средства измерений поверены в установленном порядке.

5.2.4 Допускается применение других, вновь разработанных или находящихся в эксплуатации эталонов и средств измерений, удовлетворяющих по точности и пределам измерений требованиям настоящей инструкции.

5.3 Требования к условиям поверке

При проведении поверки соблюдают следующие условия:

5.3.1 Температура окружающего воздуха:.....от минус 10 °С до плюс 35 °С .

5.3.2 Относительная влажность воздуха:.....не более 95 %.

5.3.3 Атмосферное давление.....от 84,0 до 106,7 кПа.

5.3.4 Допуск к производству работ осуществляется по наряду-допуску организации – владельца (эксплуатанта).

5.3.5 Танк должен быть порожним.

5.3.6 Внутренняя поверхность танка должна быть очищена, до состояния, позволяющего проводить измерения.

5.3.7 Загазованность в воздухе вблизи или внутри танка должна быть не более ПДК вредных веществ, установленных по ГОСТ 12.1.005-88 и соответствующей [1].

6 ТРЕБОВАНИЯ К ОРГАНИЗАЦИИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 Поверку танка проводят:

- первичную – после завершения строительства танка или капитального ремонта и его гидравлических испытаний – перед вводом его в эксплуатацию;

- периодическую – по истечении срока интервала между поверками.

6.2 Интервал между поверками - 5 лет.

7 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ СПЕЦИАЛИСТОВ, ПРОВОДЯЩИХ ПОВЕРКУ И ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

7.1 Измерения параметров при поверке танка проводит группа лиц (не менее двух человек), включая не менее одного специалиста, прошедшего курсы повышения квалификации, и других лиц (при необходимости).

7.2 К проведению работ допускают лиц, изучивших настоящую инструкцию, техническую документацию на резервуар и его конструкцию, средства измерений и прошедших инструктаж по безопасности труда в соответствии с ГОСТ 12.0.004-2015.

7.3 Лица, проводящие работы, используют спецодежду по ГОСТ 12.4.310-2016, спецобувь по ГОСТ 12.4.137-2001, строительную каску по ГОСТ 12.4.087-84.

7.4 Предельно допустимая концентрация (ПДК) вредных паров и газов в воздухе, измеренная газоанализатором вблизи или внутри танка на высоте 2000 мм, не должна превышать ПДК, определенной по ГОСТ 12.1.005 и соответствовать гигиеническим нормативам ГН 2.2.5.3532.

7.5 При необходимости для дополнительного освещения при проведении измерений параметров танка применяют переносные светильники.

7.6 Перед началом работ проверяют исправность лестниц, перил и ограждений площадок.

7.7 В процессе измерений параметров танка обеспечивают двух- или трехкратный обмен воздуха внутри танка. При этом анализ воздуха на содержание вредных паров и газов проводят через каждый час.

Продолжительность работы внутри танка не более 4-х часов, после каждой четырехчасовой работы – перерыв на один час.

7.8 Обработку результатов сканирования должен проводить специалист с опытом работы с облаками точек.

8 ПОДГОТОВКА К ПРОВЕДЕНИЮ ПОВЕРКИ

8.1 При подготовке к поверке проводят следующие работы:

8.1.1 Изучают техническую документацию на танк.

8.1.2 Подготавливают рабочие эталоны, средства измерений и вспомогательные средства согласно технической документации на них, утвержденной в установленном порядке.

8.1.3 Проводят измерение температуры стенки танка с применением пирометра (см.5.2.1.3). Измерение температуры стенки танка проводят на 4 равноудаленных точках стенки танка по всей его высоте.

Значение температуры стенки принимают как среднее арифметическое значение измеренных значений.

8.1.4 Результаты измерений вносят в протокол, форма которого приведена в приложении Б (таблица Б.2).

8.1.5 Получают следующие документы, выданные соответствующими службами владельца (эксплуатанта) судна:

- акт на зачистку танка;
- заключение лаборатории о состоянии воздуха внутри танка, о соответствии концентрации вредных веществ нормам ГОСТ 12.1.005;
- наряд-допуск на проведение работ.

9 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

9.1 При выполнении измерений геометрических параметров внутренней полости танка выполняют операции указанные в таблице 2.

Т а б л и ц а 2

Наименование операции	Номер подраздела
Внешний осмотр	10.1
Определение эталонного расстояния уровнемера	10.2
Сканирование внутренней полости танка	10.3

10 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ ТАНКА

10.1 Внешний осмотр

10.1.1 При внешнем осмотре танка проверяют:

- соответствие конструкции и внутренних деталей танка технической документации (паспорту, технологической карте на резервуар);

- наличие необходимой арматуры и оборудования;
- исправность лестниц, перил и ограждений площадок;
- чистоту внутренней поверхности танка.

10.1.2 Определяют перечень внутренних деталей, оборудования, влияющих на вместимость танка, например, заполненные продуктом трубопроводы, перфорированные колонны (и т.д.) и фиксируют их для дальнейшего исключения из расчета.

10.1.3 Устанавливают марку в точку начала отсчета (см. 3.8).

10.2 Определение эталонного расстояния уровнемера

10.2.1 Эталонную высоту уровнемера $H_{э,ур}$, мм, принимают по его паспорту (рисунок А.2).

Результат $H_{э,ур}$ вносят в протокол, форма которого приведена в приложении Б (таблица Б.3).

10.3 Сканирование внутренней полости танка

При проведении сканирования внутренней полости танка проводят следующие операции.

10.3.1 Подготавливают сканер к работе в соответствии с требованиями его технической документации.

10.3.2 Определяют необходимое количество станций сканирования и места их расположения, обеспечивающих исключение теней.

Количество станций определяется индивидуально для каждого танка в зависимости от расположения внутренних деталей и отражающей способности внутренней поверхности танка.

10.3.3 Сканирование проводят последовательно с каждой станцией.

10.3.4 Операции сканирования и взаимной привязки станций проводят в соответствии с требованиями технической документации на сканер и применяемого ПО.

Результаты измерений автоматически фиксируются и записываются.

11 ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ И СОСТАВЛЕНИЕ ГРАДУИРОВОЧНОЙ ТАБЛИЦЫ

11.1 Обработка результатов измерений

11.1.1 Обработку результатов измерений проводят в соответствующем ПО.

11.2 Составление градуировочной таблицы танка

11.2.1 Вместимость танка на заданном уровне наполнения, вычисляют с применением ПО (см. 5.2.1.2).

11.2.2 Вместимость танка определяют с шагом $\Delta H_{и} = 1$ см.

11.2.3 Вместимость танка определяют при значениях дифферента, указанных в таблице 3.

Т а б л и ц а 3 – Значения дифферента

Дифферент, м										
на корму (By Stern)										ровный киль
-5,00	-4,50	-4,00	-3,50	-3,00	-2,50	-2,00	-1,50	-1,00	-0,50	0,00

продолжение таблицы 3

Дифферент, м			
на нос (By Head)			
0,50	1,00	1,50	2,00

11.2.4 При значениях вместимости на различных дифферентах, указанных в таблице 3, определяют вместимость при углах крена судна, приведенных в таблице 4.

Т а б л и ц а 4 – Значения углов крена

крен, градус												
на левый борт (To Port)						Ровный киль	на правый борт (To Starboard)					
-3,00	-2,50	-2,00	-1,50	-1,00	-0,50	0,00	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00

Форма титульного листа и градуировочной таблицы приведена в приложении В.

11.2.5 Вместимость танка, соответствующую уровню жидкости H , $V(H)$, приведенную к стандартной температуре минус 162°C вычисляют по формуле

$$V(H) = V_t [1 + 3\alpha_{\text{ст}} (t_{\text{ст}} - 162)], \quad (1)$$

где $t_{\text{ст}}$ – температура стенки резервуара, принимаемая по таблице Б.2 (графа 2);

$\alpha_{\text{ст}}$ – коэффициент линейного расширения материала стенки резервуара, для стали внутренней обшивки танков принимают значение: $13,8 \cdot 10^{-6} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$.

11.2.7 Обработку результатов измерений проводят с помощью программного обеспечения.

12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

12.1 Результатом поверки танка является свидетельство о поверке [2].

12.2 К свидетельству прикладывают:

а) градуировочную таблицу;

б) протокол (оригинал прикладывают к первому экземпляру градуировочной таблицы);

12.3 Форма титульного листа градуировочной таблицы и форма градуировочной таблицы приведены в приложении В. Протокол подписывает специалист по поверке.

Титульный лист и последнюю страницу градуировочной таблицы подписывает специалист по поверке.

12.4 Градуировочную таблицу утверждает руководитель или уполномоченное лицо организации.

Приложение А
(обязательное)

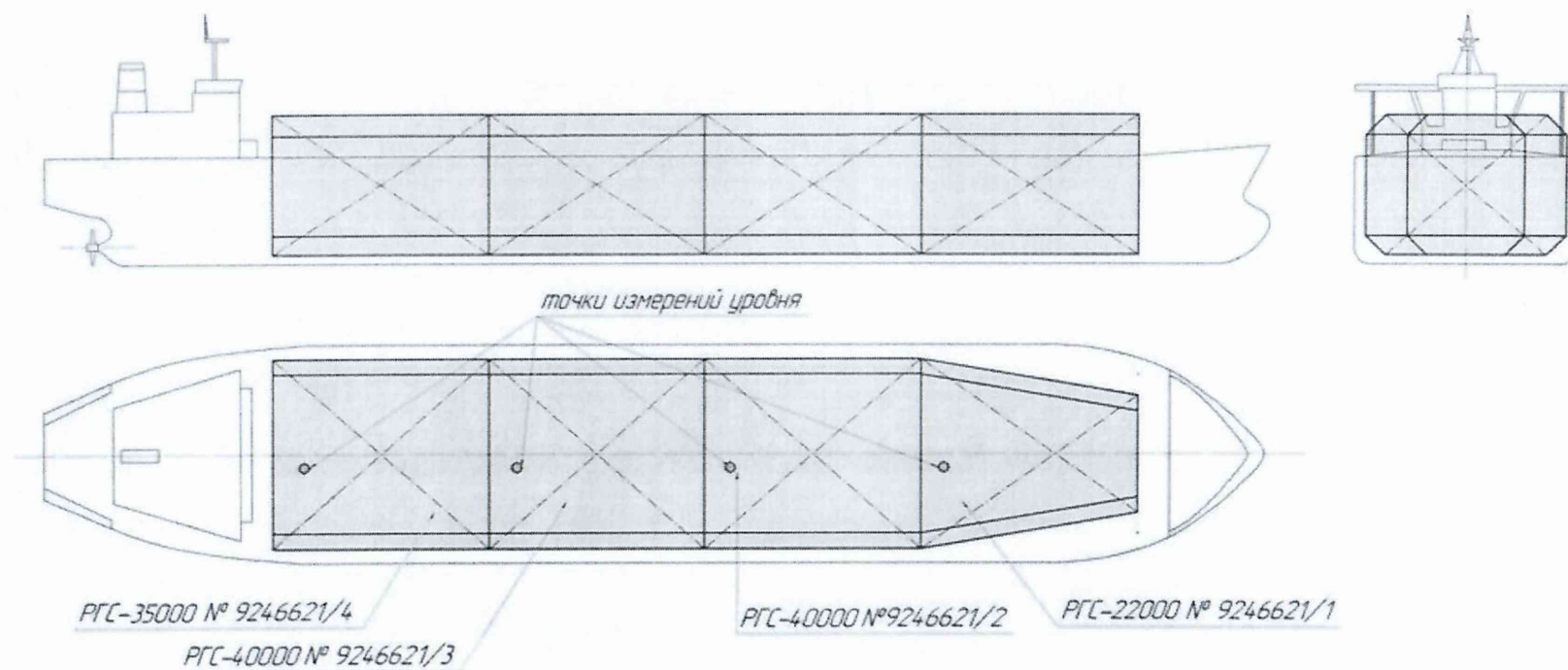
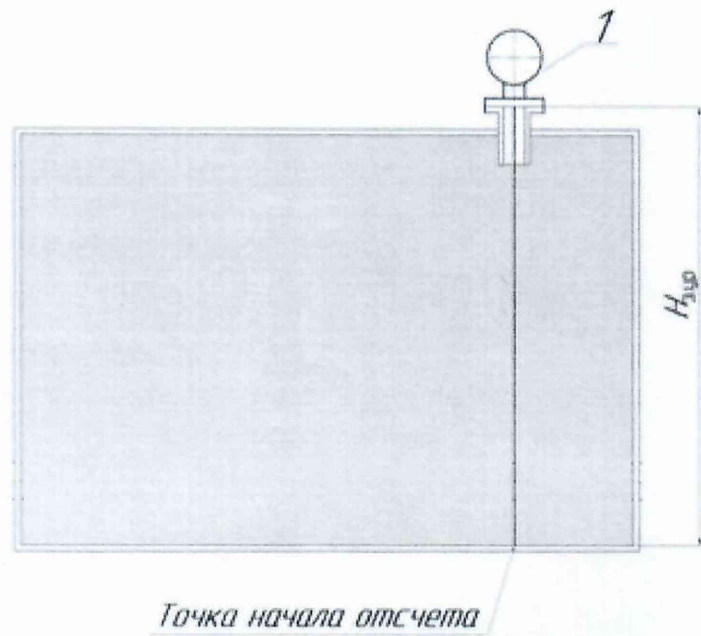
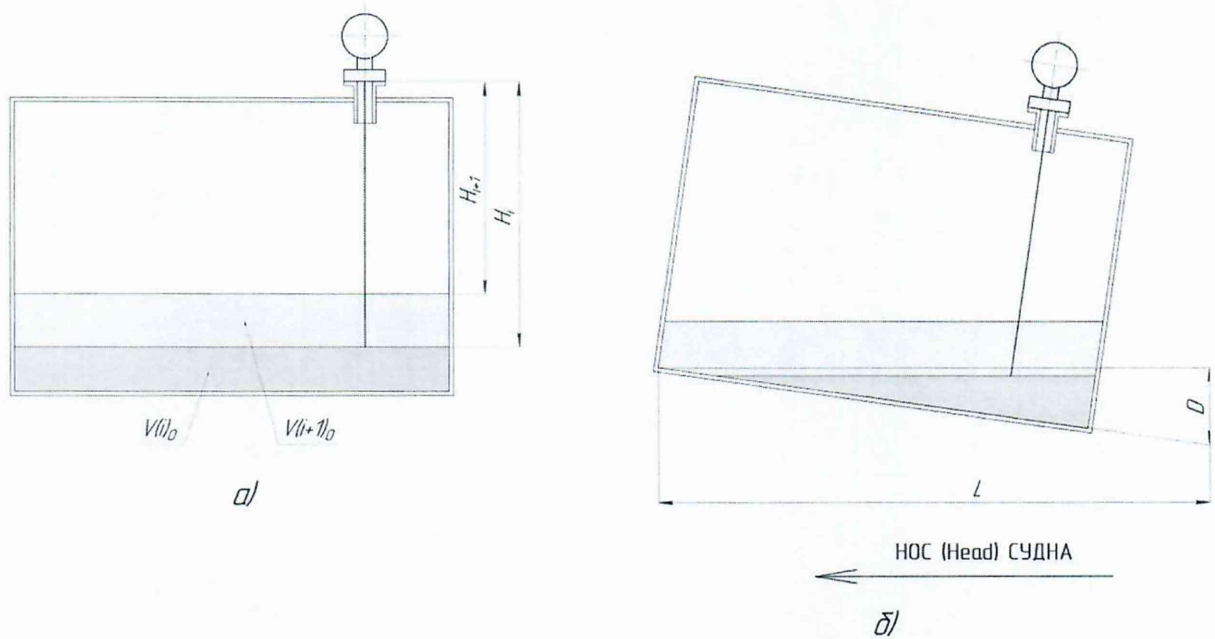


Рисунок А.1 – Схема размещения танков судна-хранилища



1 – радарный уровнемер

Рисунок А.2 – Схема измерений эталонного расстояния уровнемера



а) сечение плоскостями при положении судна на ровном «киле»; б) сечение плоскостями при различных значениях дифферента судна; L – длина судна по КВЛ, мм; D – осадка судна по грузовым маркам

Рисунок А.3 – Схема сечений при различных дифферентах

**Приложение Б
(обязательное)**

Форма протокола поверки танка

**ПРОТОКОЛ
поверки танка**

Т а б л и ц а Б.1 - Общие данные

Код документа	Регистрационный номер	Дата			Основание для проведения поверки
		число	месяц	год	

Продолжение таблицы Б.1

Место проведения поверки	Средства измерения
1	2

Окончание таблицы Б.1

Танк			
Номер	Тип	Назначение	Погрешность определения вместимости, %
3	4	5	6
			0,30

Таблица Б.2 - Условия проведения измерений

Температура, °С		Загазованность, мг/м ³
окружающего воздуха	стенки танка	

Таблица Б.3 - Условия проведения измерений

Эталонная высота уровнемера $H_{э,ур}$, мм

Должность

Подпись

Инициалы, фамилия

Приложение В
(обязательное)

Форма титульного листа градуировочной таблицы и форма градуировочной таблицы

В.1 Форма титульного листа градуировочной таблицы

УТВЕРЖДАЮ

« ____ » _____ 20__ г.

ГРАДУИРОВОЧНАЯ ТАБЛИЦА
на резервуар (танк) стальной горизонтальный РГС - _____

№ _____

Организация _____

Погрешность определения вместимости $\pm 0,30$ %.

Срок очередной поверки _____

Поверитель:

личная подпись

должность, инициалы, фамилия

В.2 Форма градуировочной таблицы танка

Организация _____

Танк № _____

Т а б л и ц а В.1 – Таблица при нулевом дифференте

Танк № ____, дифферент 0 м													
Уровень, мм	Объем жидкости, м ³ , при крене равном:												
	КРЕН, градусы												
	на ЛЕВЫЙ борт						0	на ПРАВЫЙ борт					
	-3,0	-2,5	-2,0	-1,5	-1,0	-0,5		0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
0													
10													
...													
$H_{пр}$													

Т а б л и ц а В.2 – Таблица при дифференте на НОС 0,5м

Танк № ____, дифферент 0,5 м на НОС													
Уровень, мм	Объем жидкости, м ³ , при крене равном:												
	КРЕН, градусы												
	на ЛЕВЫЙ борт						0	на ПРАВЫЙ борт					
	-3,0	-2,5	-2,0	-1,5	-1,0	-0,5		0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
0													
10													
...													
$H_{пр}$													

Библиография

- [1] Гигиенические нормативы Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны, утвержден Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 13.02.2018 г. № 25
ГН 2.2.5.3532-18
- [2] Приказ Минпромторга России от 30.11.2009 № 1081 (рег от 25.06.2013) «Об утверждении Порядка проведения испытаний стандартных образцов или средств измерений в целях утверждения типа, Порядка утверждения типа стандартных образцов или типа средств измерений, Порядка выдачи свидетельств об утверждении типа стандартных образцов или типа средств измерений, установления и изменения срока действия указанных свидетельств и интервала между поверками средств измерений, требований к знакам утверждения типа стандартных образцов или типа средств измерений и порядка их нанесения» (Зарегистрировано в Минюсте России 25.12.2009 № 15866)
- [3] Определение объема резервуаров по результатам лазерного сканирования//Измерительная техника/И. П. Анашкин, Ф.Ф. Мухамадиева, А. В. Кондаков, В. М. Мигранов/2018 №7, С 18-20.

УДК 53.089.6: 621.642.2/3.001.4:531.73:006.354 ОКС 17.020 Т88.3 ОКСТУ 0008

Ключевые слова: танк, судно-накопитель, вместимость, уровень, поверка, градуировка, высота, измерение, погрешность, температура
