

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 расходометрии  
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.
<b>1 Область применения</b> .....	<b>4</b>
<b>2 Нормативные ссылки</b> .....	<b>4</b>
<b>3 Определения</b> .....	<b>4</b>
<b>4 Метод поверки</b> .....	<b>5</b>
<b>5 Технические требования</b> .....	<b>5</b>
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
<b>6 Требования к организации проведения поверки</b> .....	<b>7</b>
<b>7 Требования к квалификации специалистов, проводящих поверку и требования безопасности</b> ..	<b>7</b>
<b>8 Подготовка к проведению поверки</b> .....	<b>7</b>
<b>9 Операции поверки</b> .....	<b>8</b>
<b>10 Проведение поверки танка</b> .....	<b>8</b>
10.1 Внешний осмотр .....	8
10.2 Определение эталонного расстояния уровнемера .....	8
10.3 Сканирование внутренней полости танка .....	9
<b>11 Обработка результатов измерений и составление градуировочной таблицы</b> .....	<b>9</b>
11.1 Обработка результатов измерений .....	9
11.2 Составление градуировочной таблицы танка .....	9
<b>12 Оформление результатов поверки</b> .....	<b>10</b>
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 м<sup>3</sup> (РГС-22000 № 9246621/1); 35000 м<sup>3</sup> (РГС-35000 № 9246621/4); 40000 м<sup>3</sup> (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	$\pm 2$
Температура стенки танка, °С	$\pm 2$

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  $\pm 2$  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  $\pm 2$  °С.

5.2.2 Вспомогательные средства:

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

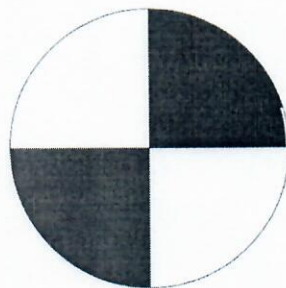


Рисунок 1 – Пример изображения марки.

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  $162^{\circ}\text{C}$  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)

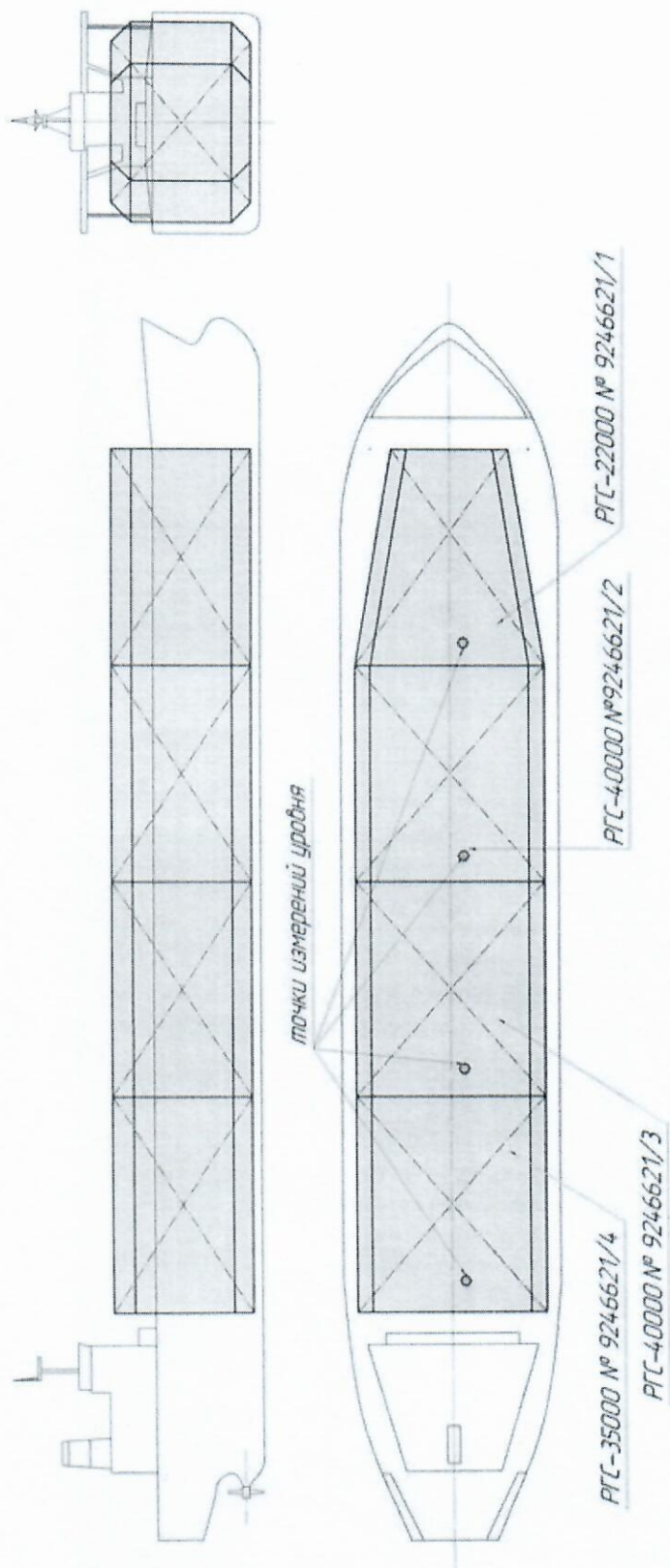
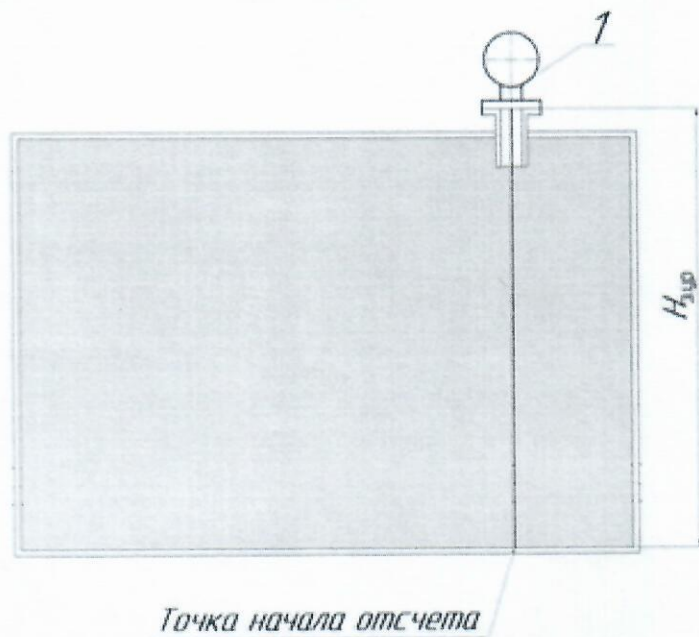
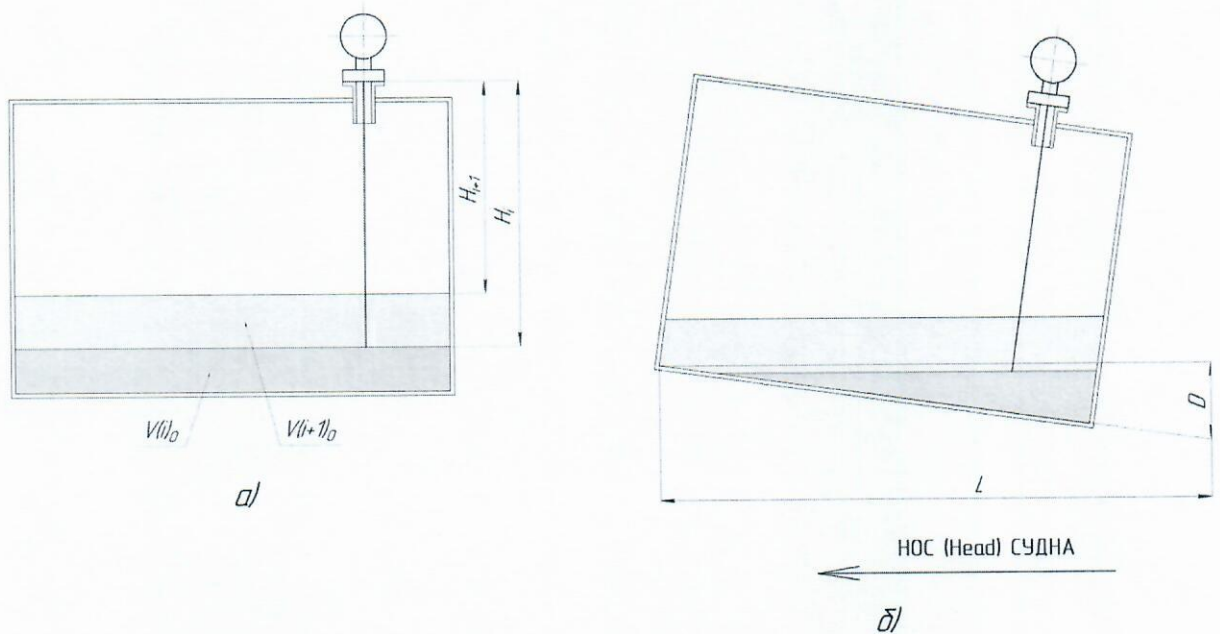


Рисунок А.1 – Схема размещения танков судна-хранилища



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 <sup>3</sup>
окружающего воздуха	стенок 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 <sup>3</sup> , 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 <sup>3</sup> , 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

---