

Акционерное общество «Метролог»

АО «Метролог»



«18» апреля 2021 г.

«ГСИ. Резервуары стальные вертикальные цилиндрические РВС»

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 0012-2021

Самара 2021 г.

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Настоящая методика распространяется на резервуары стальные вертикальные цилиндрические РВС, изготовленные в следующих модификациях: РВС-400, РВС-700, РВС-1000, РВС-10000, далее резервуары, расположенный по адресу: 150023, Российская Федерация, город Ярославль, Московский проспект, дом 130, ПАО «Славнефть-ЯНОС», и предназначенный для измерения объема нефтепродуктов, а также для их приема, хранения и отпуска. И устанавливает методику первичной, периодической и внеочередной поверок геометрическим методом, с применением лазерного сканера.

Резервуары РВС-400 с заводскими номерами 564, 565, 625, 627, 628; РВС-700 с заводскими номерами 195, 562, 563, 473, 454, 624; РВС-1000 с заводским номером 623; РВС-10000 с заводским номером 210 прослеживаются к государственному первичному специальному эталону единицы длины ГЭТ 199-2018 и к государственному первичному эталону единицы длины – метра ГЭТ 2-2021 согласно Приказу Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 7 февраля 2018 года № 256 Приложение В часть 3.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Для поверки резервуара должны быть выполнены следующие операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела
	первичной поверки	периодической поверки	
Внешний осмотр	да	да	7
Подготовка к поверке	да	да	8
Определение метрологических характеристик средства измерений	да	да	9
Подтверждение соответствия СИ метрологическим требованиям тоже является операцией поверки	да	да	10

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки резервуара соблюдают следующие условия.

3.1 Температура окружающего воздуха от -10 °С до +35 °С.

3.2 Резервуар при поверке должен быть порожним.

3.3 Внутренняя поверхность резервуара должна быть очищена до состояния, позволяющего проводить измерения.

3.5 Предельная допустимая концентрация (ПДК) вредных паров и газов в воздухе, измеренная анализатором – течеискателем вблизи или внутри резервуара на высоте 2000 мм., не должна превышать ПДК, определенной по ГОСТ 12.1.005 и соответствовать санитарным правилам СанПиН 1.2.3685-21

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 Измерения параметров при калибровке проводит группа лиц (не менее двух человек), включая не менее одного человека, прошедшего курсы повышения квалификации.

4.2 К проведению работ допускают лиц, изучивших настоящую методику, техническую документацию на резервуары и его конструкцию, средства измерений и прошедших инструктаж по безопасности труда в соответствии с ГОСТ 12.0.004.

4.3 Лица, проводящие работы, используют спецодежду по ГОСТ 12.4.310, спецобувь по ГОСТ 12.4.137, строительную каску по ГОСТ 12.4.087.

4.4 При необходимости для дополнительного освещения при проведении измерений параметров резервуара применяют переносные светильники.

4.5 Перед началом работ проверяют исправность лестниц, перил и помостов с ограждениями.

4.6 Интервал между поверками – 5 лет.

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

При проведении поверки резервуара должны применяться следующие основные и вспомогательные средства поверки, приведенные в таблице 2.

Таблица 2

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки	
Основные средства поверки			
п.9 Определение метрологических характеристик средства измерений	Средства измерений расстояний и углов: диапазон измерения: - расстояний, м - поле зрения по вертикали, ° - поле зрения по горизонтали, °	1...25 320 360	Координатно-измерительная машина FARO LaserScanner Focus3D; рег.№ 45392-10
	- пределы основной допускаемой абсолютной погрешности, мм - шаг по вертикали, ° - шаг по горизонтали, °	±5 0,009 0,009	
п.9 Определение метрологических характеристик средства измерений	Средства измерения длины: Номинальная длина шкалы рулетки, м	20	Рулетка измерительная металлическая типа Р20Н2Г; рег. № 51171-12
	Допускаемое отклонение действительной длины интервалов шкал рулеток от нанесенной на шкале при температуре окружающей среды 20 С, мм, не более	± (0,30 + 0,15(L-1))	
8 Подготовка к поверки	Средства измерения температуры: Диапазон измерения температуры окружающего воздуха, °С	-10 до +50	Приборы контроля параметров воздушной среды Метеометр типа МЭС-200А; рег. № 27468-04
	Пределы допускаемой абсолютной погрешности, °С	± 0,2	

Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

К работе по проведению поверки резервуара допускаются лица, прошедшие обучение и аттестованные по безопасности труда в соответствии с ГОСТ 12.0.004.

Поверитель перед началом проведения работ должен изучить порядок работы с применяемым при поверке оборудованием.

При проведении поверки с целью сохранения жизни и здоровья поверителей, предельно допустимая концентрация (ПДК) вредных паров и газов в воздухе, измеренная анализатором – течейскаателем вблизи или внутри резервуара на высоте 2000 мм., не должна превышать ПДК, определенной по ГОСТ 12.1.005-88 и соответствовать санитарным правилам СанПиН 1.2.3685-21.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 При внешнем осмотре резервуара проверяют:

- соответствие конструкции и внутренних деталей резервуара технической документации;
- исправность лестниц и перил;
- чистоту внутренней поверхности резервуара.

7.2 Определяют перечень внутренних деталей, оборудования, влияющих на вместимость резервуара

7.3 Фиксируют мелом точку касания днища грузом рулетки и устанавливают в ней марку.

7.4 В результате внешнего осмотра поверитель принимает решение по проведению дальнейшей поверки или устранению выявленных дефектов до проведения поверки. В случае невозможности устранения дефектов проведение поверки прекращается.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

8.1 При подготовке к поверке проводят следующие работы:

- изучают техническую документацию на резервуар, основные и вспомогательные средства поверки;
- подготавливают их к работе согласно технической документации, утвержденные в установленном порядке
- измеряют температуру окружающей среды и внутреннюю поверхность обечайки резервуара;
- измеряют состояние воздуха внутри или снаружи резервуара.

8.2 Результаты измерений вносят в протокол, форма которого приведена в приложении Б

8.3 При проведении периодической (внеочередной) поверки получают следующие документы, выданные соответствующими службами:

- акт на зачистку резервуара;
- наряд-допуск на проведение работ с повышенной опасностью.

9 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Измерение базовой высоты резервуара

9.1.1 Опускают измерительную рулетку с грузом через измерительный люк резервуара до точки касания днища грузом рулетки. Фиксируют мелом точку касания днища грузом рулетки и устанавливают в ней марку.

9.1.2 Отсчет значения базовой высоты проводят от риски измерительного люка или от его верхнего среза.

Измерения проводят не менее двух раз. Результаты двух измерений не должны превышать 2 мм. Если расхождение результатов измерений превышает 2 мм, то измерения продолжают до получения расхождения двух результатов, не превышающих 2 мм. Результаты измерений и место измерений базовой высоты вносят в протокол, форма которого приведена в приложении Б.

9.2 Сканирование внутренней полости резервуара

При проведении сканирования внутренней полости резервуара проводят следующие операции.

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

9.2.2 Определяют необходимое количество станций сканирования и место их расположения, обеспечивающих исключение не просканированного пространства (теней).

Количество станций должно быть не менее трех.

9.2.3 Сканирование проводят последовательно с каждой станции в режиме кругового обзора (360°). Дискретность сканирования устанавливают в пределах: от 3 до 5 мм.

9.2.4 Операции сканирования и взаимной привязки станций проводят в соответствии с требованиями технической документации на прибор.

Результаты измерений автоматически фиксируются и записываются в памяти процессора сканера в заранее сформированном файле.

Схема сканирования приведена в приложении А.

9.3 Обработка результатов измерений и составление градуировочной таблицы

9.3.1 Обработка результатов измерений

Обработку результатов измерений при поверке проводят в соответствии с приложением Д.

9.3.2 Составление градуировочной таблицы резервуара

Градуировочную таблицу составляют, с шагом $\Delta H_{и} = 1$ см, начиная с исходного уровня до предельного уровня, равного суммарной высоте поясов резервуара.

Вместимость резервуара, соответствующую уровню жидкости $H_{пр} = 1$ см, вычисляют при приведении к стандартной температуре 20 °С – по формуле:

$$V = (H)^{в} = V_t [1 + 2 \alpha_{ст} (20 - t_{ст})],$$

где $t_{ст}$ – температура стенки резервуара;

$\alpha_{ст}$ – коэффициент линейного расширения материала стенки резервуара, для стали принимают значение: $12,5 \cdot 10^{-6} 1/°C$.

В пределах каждого пояса вычисляют коэффициент вместимости, равный вместимости, приходящейся на 1 мм высоты наполнения.

При составлении градуировочной таблицы значения вместимости округляют до 1 дм³.

9.4 Вычисления относительной погрешности вместимости резервуара, приведены в приложении В.

10 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

10.1 Обработку результатов измерений проводят с применением программного обеспечения пакет прикладных программ «VGS» рабочий программный модуль VER_3 или аналогичного программного обеспечения.

10.2 Критерием для принятия решения по подтверждению соответствия резервуаров метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, является выполнение всех требований, изложенных в п.п. 7 – 9 настоящей методики поверки и результатов обработки измерений.

11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

12.1 При подтверждении соответствия резервуара метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, результаты поверки считают положительным и оформляют свидетельство о поверке в соответствии с действующими нормативными и правовыми актами оформления результатов поверки.

При отрицательных результатах поверки оформляют извещение о непригодности.

12.2 К свидетельству о поверке прикладывают:

а) градуировочную таблицу;

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

12.3 Форма протокола измерений параметров резервуаров приведена в приложении Б. Форма титульного листа градуировочной таблицы и форма градуировочной таблицы приведены в приложении Г.

Титульный лист и последнюю страницу градуировочной таблицы подписывает поверитель.

12.4 Градуировочную таблицу утверждает руководитель или уполномоченное лицо организации, аккредитованной на право поверки.

12.5 Знак поверки наносится в свидетельство о поверке

12.6 Сведения о результатах поверки резервуара передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с порядком создания и ведения Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(справочное)

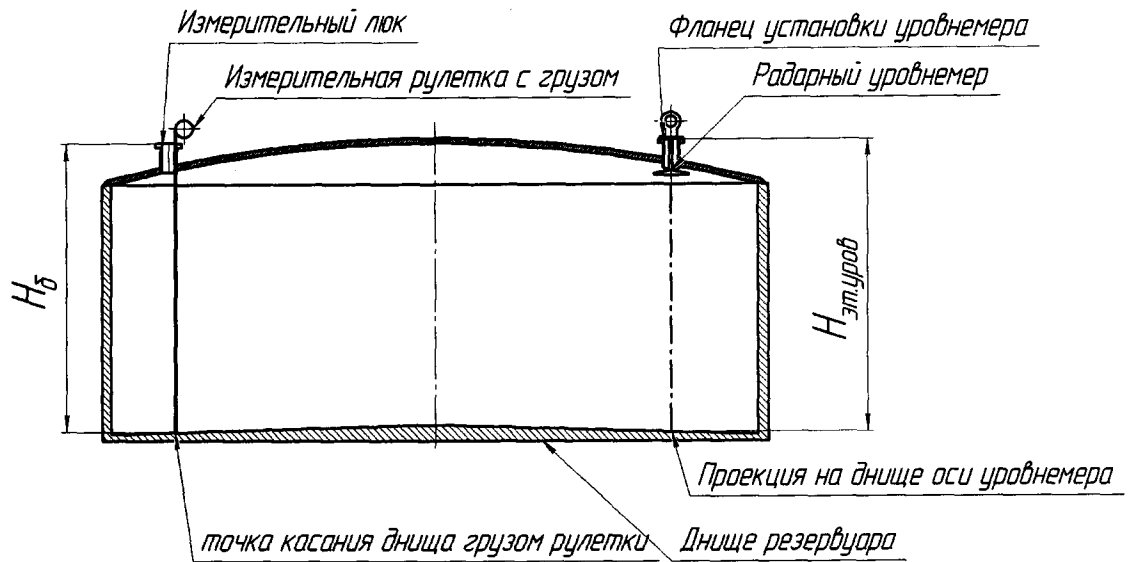
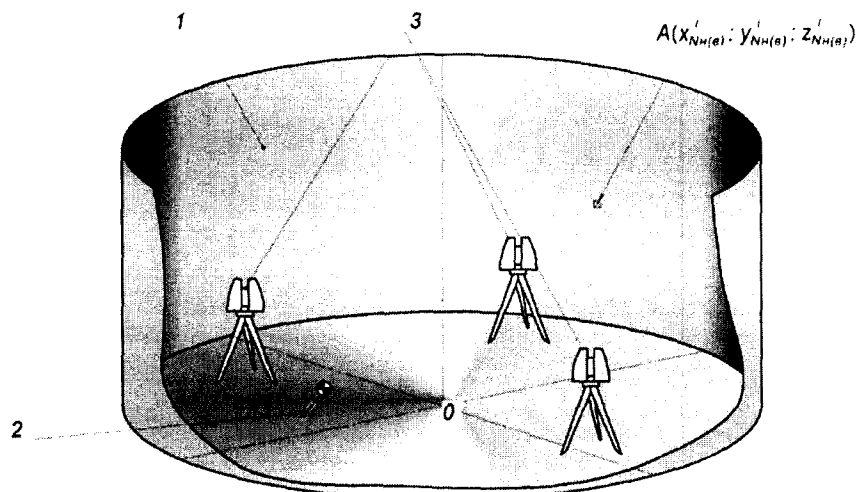


Рисунок А.1 – Схема измерения базовой высоты резервуара и эталонного расстояния уровнемера



1 – внутренняя полость резервуара; 2 – точка установки сферической марки в точке касания дна грузом рулетки; 3 – точки стояния станций съемки

Рисунок А.2 – Схема сканирования внутренней полости резервуара

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(рекомендуемое)

ПРОТОКОЛ
измерений параметров резервуара

Таблица Б.1– Общие данные

Код документа	Регистрационный номер	Дата			Основание для проведения поверки
		число	месяц	год	
1	2	3	4	5	6

Продолжение таблицы Б.1

Место проведения	Средства поверки
7	8

Окончание таблицы Б.1

Резервуар	
Тип	Номер
9	10

Таблица Б.2– Условия проведения измерений и параметры резервуара

Температура, °С		Загазованность, мг/м ³
воздуха	стенки	
1	2	3

Таблица Б.3– Базовая высота резервуара

В миллиметрах

Точка измерения базовой высоты H_6	Номер измерения	
	1	2

Должности

Подписи Инициалы, фамилии

ПРИЛОЖЕНИЕ В

(обязательное)

В.1 Доверительную границу случайной погрешности результата измерений объема (вместимости), м³, определяют по формуле (1):

$$\varepsilon(P) = Z_{p/2} \cdot S(V) \quad (1)$$

где

$Z_{p/2}$ – P/2 точка нормированной функции Лапласа, отвечающая вероятности P. При выбранной доверительной вероятности P=0,95, принимают значение $Z_{p/2}$ равным 2;

S(V) - суммарное среднее квадратичное отклонение (далее – СКО) измерений объема (вместимости), м³, вычисляется по формуле (2):

$$S(V) = \sqrt{(S_Y)^2 \cdot (H_i \cdot (1 + 3 \cdot \alpha \cdot \Delta t))^2} \quad (2)$$

где

S_Y - СКО измерений площади сечения м², «кольца» облака точек.

H_i – шаг градуировки;

α – коэффициента теплового расширения материала стенок резервуара в (°C⁻¹);

Δt – пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры, значение берется из свидетельства о поверке средства измерений температуры, °C;

В.2 Доверительную границу не исключенной систематической погрешности (далее – НСП) результата измерения объема (вместимости), м³, определяют по формуле (3):

$$\theta(P) = k \sqrt{\{S_i \cdot (1 + 3\alpha \cdot \Delta t) \cdot H\}^2 + (3\alpha \cdot V_i \cdot \Delta t)^2} \quad (3)$$

k - поправочный коэффициент. При выбранной доверительной вероятности P=0,95, принимают значение k, равным 1,1;

S_i – площадь сечения резервуара, м²;

H – высота соответствующая 0,001 м;

α – коэффициента теплового расширения материала стенок резервуара в (°C⁻¹);

Δt – пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры, значение берется из свидетельства о поверке средства измерений температуры, °C;

V_i - значение объема жидкости на вычисляемом уровне, м³.

В.3 Проверяем условие:

Если $\frac{\theta(P)}{S(V)} < 0,8$, то НСП пренебрегают и в качестве доверительной границы погрешности результата измерений объема (вместимости) принимают доверительные границы случайных погрешностей измерений объема (вместимости), м³, которые определяют по формуле (4):

$$\Delta P = \varepsilon(P) \quad (4)$$

где

$\varepsilon(P)$ - доверительные границы случайной погрешности результата измерений объема (вместимости), м³, вычисленные по формуле (1).

Если $\frac{\theta(P)}{S(V)} > 8$, то пренебрегают случайными погрешностями и в качестве доверительной границы погрешности результата измерений объема (вместимости) принимают доверительные границы НСП измерений объема (вместимости), м³, которые определяют по формуле (5):

$$\Delta P = \theta(P) \quad (5)$$

где

$\theta(P)$ - доверительные границы НСП результата измерения объема (вместимости), м³, вычисленные по формуле (3).

Если $0,8 \leq \frac{\theta(P)}{S(V)} \leq 8$, то доверительную границу погрешности результата измерений объема (вместимости) на заданном уровне, м³, вычисляют по формуле (6):

$$\Delta P = K \cdot \{\varepsilon(P) + \theta(P)\} \quad (6)$$

где

K – коэффициент, значение которого для доверительной составляющей $P=0,95$, принимаем равным $0,76$;

$\varepsilon(P)$ – доверительная граница случайной погрешности результата измерений объема (вместимости), м^3 ;

$\theta(P)$ – доверительная граница НСП результата измерения объема (вместимости), м^3 .

Доверительную границу относительную погрешность результата измерений объема (вместимости), % вычисляют по формуле (7):

$$\delta P_{\text{отн}} = \frac{\Delta P}{V_i} \cdot 100\% \quad (7)$$

где

ΔP – значение доверительной границы погрешности результата измерений объема (вместимости), м^3 , вычисленной по формуле (4), либо (5), либо (6);

V_i – значение объема жидкости на вычисляемом уровне, м^3 .

Значение относительной погрешности вместимости резервуара, не должна превышать значения предела допускаемой относительной погрешности вместимости резервуара, указанного в паспорте.

ПРИЛОЖЕНИЕ Г
(рекомендуемое)

Форма титульного листа градуировочной таблицы и форма градуировочной таблицы

Г.1 Форма титульного листа градуировочной таблицы

УТВЕРЖДАЮ

«__» _____ 20__ г.

ГРАДУИРОВОЧНАЯ ТАБЛИЦА
на резервуар

РВС _____ № _____

Организация _____

Данные соответствуют стандартной температуре 20 °С

Пределы допускаемой относительной погрешности вместимости резервуара

Участок ниже Нмп = мм для государственных учетных и торговых операций с нефтью и нефтепродуктами, взаимных расчетов между поставщиком и потребителем не используется

Срок очередной поверки _____

Поверитель

Подпись

должность, инициалы, фамилия

Г.2 Форма градуировочной таблицы
 Организация _____
 Резервуар № _____
 Место расположения _____

Т а б л и ц а Г.1 – Посантиметровая вместимость поясов резервуара

Уровень наполнения, см	Вместимость, м ³	Средний коэффициент вместимости, м ³ /мм	Уровень наполнения, см	Вместимость, м ³	Средний коэффициент вместимости, м ³ /мм
$H_{мп}$			H_{i+1}		
$H_{мп} + 1$...		
$H_{мп} + 2$...		
...			...		
...			...		
...			...		
H_i			...		

Т а б л и ц а Г.2 – Вместимость в пределах «мертвой» полости резервуара

Уровень наполнения, см	Вместимость, м ³	Уровень наполнения, мм	Вместимость, м ³
0		...	
1		...	
...		$H_{мп}$	

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

(обязательное)

Д.1 Алгоритм обработки результатов измерений при применении сканера и функциональные требования к программному обеспечению (ПО)

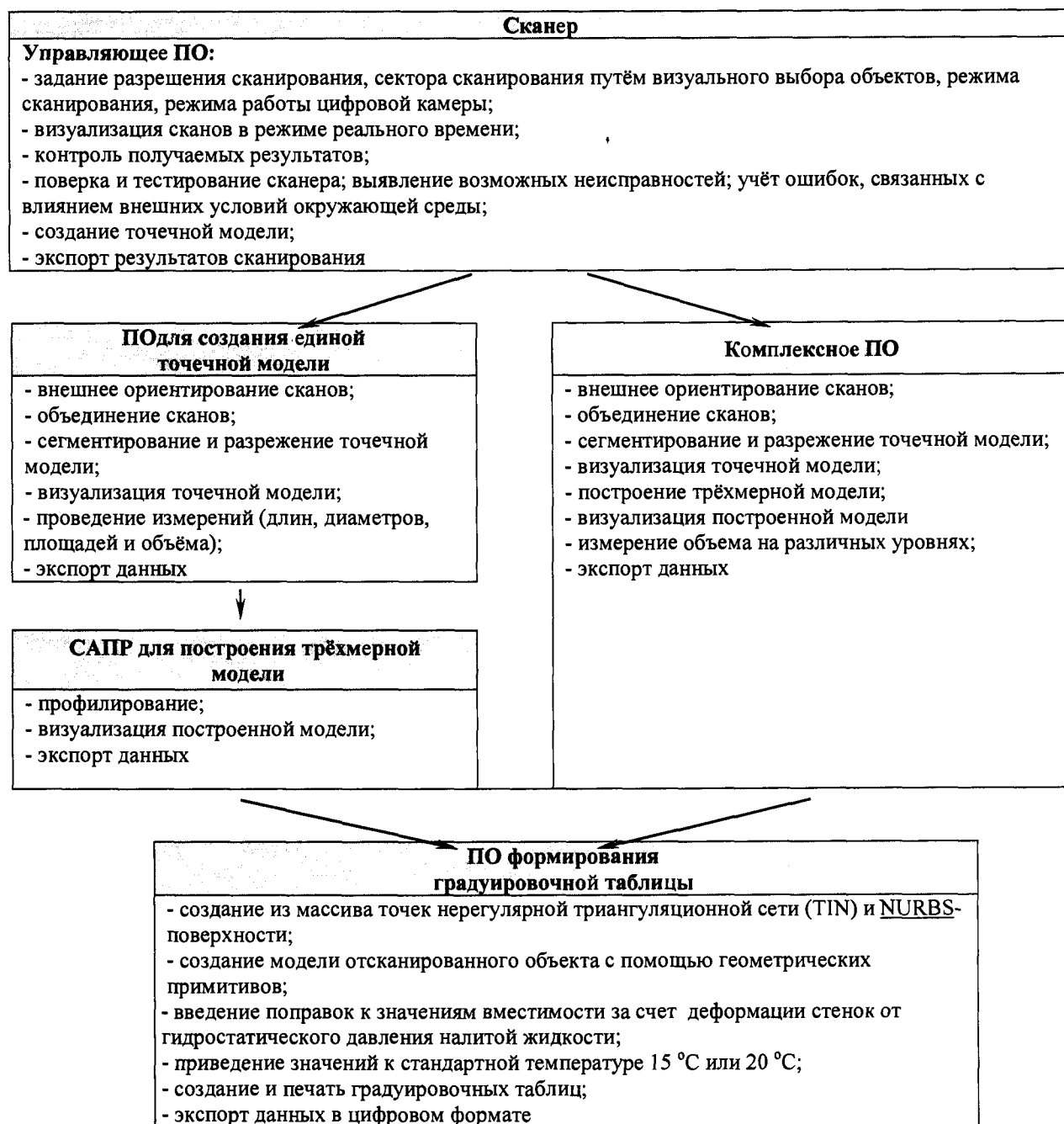
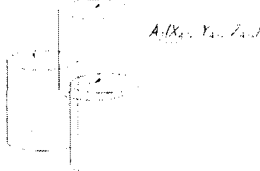
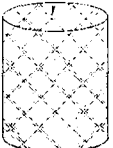
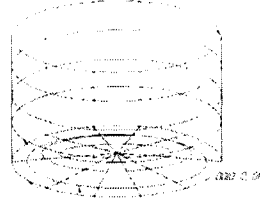
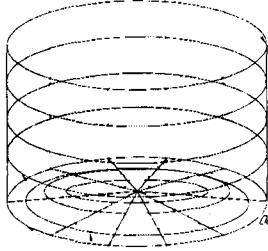

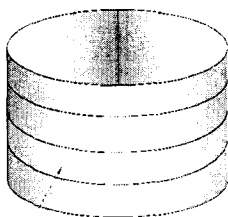
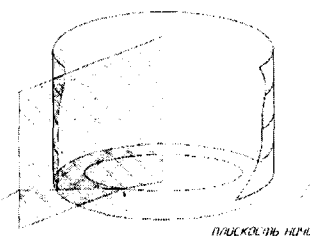
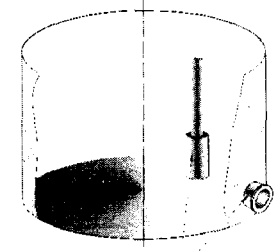

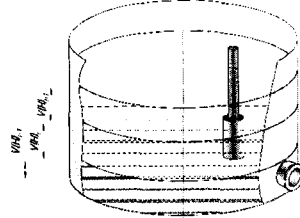


Таблица Д.1

Наименование этапа	Объект реализации/режим/параметры	Результат
<p>Этап 1</p> <ul style="list-style-type: none"> - внешнее ориентирование сканов; - объединение сканов; 	<p>ПО для создания единой точечной модели</p>	<p>$A_1(X_1, Y_1, Z_1)$ $A_2(X_2, Y_2, Z_2)$</p> 
<p>Этап 2</p> <ul style="list-style-type: none"> - сегментирование и разрезание точечной модели; - визуализация точечной модели 	<p>ПО для создания единой точечной модели</p>	<p>$A_0(X_0, Y_0, Z_0)$</p> 
<p>Этап 3</p> <p>создание из массива точек нерегулярной триангуляционной сети (TIN) и NURBS-поверхности</p>	<p>САПР/3D эскиз/узловые точки или ПО формирования градуировочной таблицы</p>	<p>$A(X_{i0}, Y_{i0}, Z_{i0})$</p>  <p>сплайны по узловым точкам</p>
<p>Этап 4</p> <p>Построение сплайнов по узловым точкам</p>	<p>САПР/3D эскиз/узловые точки или ПО формирования градуировочной таблицы</p>	<p>$A(X_{i0}, Y_{i0}, Z_{i0})$</p>  <p>сплайны по узловым точкам</p>
<p>Этап 5</p> <p>Формирование поверхности дна</p>	<p>САПР/3D эскиз/сплайны на днище или ПО формирования градуировочной таблицы</p>	 <p>поверхность дна резервуара</p>
<p>Этап 6</p> <p>Формирование поверхности стенки резервуара по поясам</p>	<p>САПР/3D эскиз/сплайны на поясах резервуара или ПО формирования градуировочной таблицы</p>	 <p>поверхность стенки резервуара</p>

<p>Этап 7 Формирование плоскости А и плоскости начала отсчета</p>	<p>САПР/3D модель или ПО формирования градуировочной таблицы</p>	 <p>плоскость начала отсчета точка касания дна с грузом рулетки плоскость А</p>
<p>Этап 8 Моделирование внутренних де-талей</p>	<p>САПР/3D модель/параметры внутренних деталей или ПО формирования градуировочной таблицы</p>	 <p>внутренняя деталь</p>
<p>Этап 9 Измерение объема «мертвой» полости</p>	<p>САПР/3D модель/сечение плоскостью на уровне высоты «мертвой» полости параллельной плоскости начала отсчета</p>	 <p>K_{ср}</p>
<p>Этап 10 Измерения посантиметровой вместимости резервуара</p>	<p>ПО формирования градуировочной таблицы</p>	
<p>Этап 11 Внесение поправки от деформации стенок к вместимости при стандартной температуре</p>	<p>Формулы п.Д.2</p>	<p>Значение поправки от деформации стенок к вместимости при стандартной температуре</p>
<p>Этап 12 Формирование градуировочной таблицы и протокола измерений</p>	<p>ПО формирования градуировочной таблицы</p>	<p>Оформленная градуировочная таблица с протоколом измерений</p>

Д.2 Вычисление вместимости резервуара

Д.2.1 Вместимость, приведенную к стандартным условиям, вычисляют по формуле

$$V = (H)^n = V_t [1 + 2 \alpha_{ст} (20 - t_{ст})],$$

где $t_{ст}$ – температура стенки резервуара;

$\alpha_{ст}$ – коэффициент линейного расширения материала стенки резервуара, для стали принимают значение: $12,5 \cdot 10^{-6} 1/^\circ\text{C}$;

V_t – объем на уровне H_t .

Д.2.2 Поправку к вместимости резервуара за счет гидростатического давления столба налитой жидкости $\Delta V_{г.і}$ при наполнении k -го пояса вычисляют по формуле:

$$\Delta V_{г.к} = A_2 \cdot \left\{ \frac{0,8H_1}{\delta_1} \left(\sum_{j=1}^k H_j - \frac{H_1}{2} \right) + \sum_{j=1}^i \left[\frac{H_k}{\delta_k} \left(\sum_{j=1}^k H_j - \frac{H_k}{2} \right) \right] \right\},$$

где H_1, δ_1 – высота уровня и толщина стенки первого пояса;

H_k, δ_k – высота уровня и толщина k -го вышестоящего пояса;

k – номер наполненного пояса;

A_2 – постоянный коэффициент для резервуара, вычисляемый по формуле

$$A_2 = \frac{\rho_{ж.х} \cdot g \cdot \pi D_1^2 \cdot \sqrt{1 + \eta^2}}{4 \cdot 10^{12} \cdot E},$$

где g – ускорение свободного падения, m/c^2 ($g = 9,8066 m/c^2$);

$\rho_{ж.х}$ – плотность хранимой жидкости;

D_1 – внутренний диаметр 1-го пояса, мм.;

E – модуль упругости материала, Па, (для стали $E = 2,1 \cdot 10^{11}$ Па).