

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ  
И МЕТРОЛОГИИ

Федеральное государственное бюджетное учреждение  
«Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы»

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора  
по производственной метрологии  
ФГБУ «ВНИИМС»



А.Е. Коломин

2024 г.

М.П.

Государственная система обеспечения единства измерений

Плотномеры Агат-П

Методика поверки

МП 208-077-2024

**Содержание**

1	Общие положения .....	3
2	Перечень операций поверки.....	3
3	Требования к условиям проведения поверки .....	4
4	Метрологические и технические требования к средствам поверки.....	4
5	Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки .....	5
6	Внешний осмотр средства измерений.....	5
7	Подготовка к поверке и опробование средства измерений.....	6
8	Проверка программного обеспечения средства измерений.....	7
9	Определение метрологических характеристик СИ и подтверждение соответствия СИ метрологическим требованиям .....	8
10	Оформление результатов поверки .....	9
	Приложение А (обязательное) Схема подключения плотномера при поверке.....	11

## 1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на плотномеры Агат-П (далее – плотномеры), изготавливаемые АО «Моринсис-Агат-КИП» (г. Рязань), и устанавливает методы и средства первичной и периодических поверок.

1.2 Прослеживаемость плотномеров к государственному первичному эталону единицы плотности ГЭТ18-2014 обеспечивается в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений плотности, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 1 ноября 2019 года № 2603, к государственному первичному эталону единицы температуры в диапазоне от 0 °С до 3200 °С ГЭТ34-2020 и государственному первичному эталону единицы температуры – кельвина в диапазоне от 0,3 К до 273,16 К ГЭТ35-2021 обеспечивается в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений температуры, утверждённой приказом Росстандарта от 23 декабря 2022 г. № 3253.

1.3 При определении метрологических характеристик поверяемого средства измерений используются метод непосредственных сличений и прямые измерения.

1.4 В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведённые в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические требования

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений плотности рабочей среды, кг/м <sup>3</sup>	от 750 до 1300
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений плотности, кг/м <sup>3</sup>	±1,5
Диапазон измерений температуры рабочей среды, °С	от -2 до +90
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры, °С	±0,5

## 2 Перечень операций поверки

2.1 При проведении поверки плотномера должны выполняться операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер пункта методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	да	да	6
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	да	да	7
Проверка программного обеспечения средства измерений	да	да	8
Определение метрологических характеристик СИ и подтверждение соответствия СИ метрологическим требованиям	да	да	9
Оформление результатов поверки	да	да	10



### 3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха в помещении, °С..... $20 \pm 5$ ;
- относительная влажность окружающего воздуха, %.....от 20 до 80;
- атмосферное давление, кПа.....от 84 до 106.

3.2 Электропитание плотномера должно осуществляется от сети постоянного тока с напряжением  $24 \text{ В} \pm 10 \%$ .

3.3 При проведении поверки скорость изменения температуры жидкости должна быть не более  $\pm 0,05 \text{ }^{\circ}\text{C}/\text{мин}$ .

3.4 Вблизи от места проведения поверки должны отсутствовать источники вибрации, электромагнитных излучений, акустических шумов высокой частоты.

### 4 Метрологические и технические требования к средствам поверки

4.1 При проведении поверки применяют средства измерений (СИ) и вспомогательное оборудование, указанные в таблице 3.

Таблица 3 – Средства поверки

Пункт методики поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки и оборудованию, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
Основные средства		
9.1.1	Стандартные образцы плотности жидкости, аттестованные в диапазоне значений плотности от 750 до 1350 кг/м <sup>3</sup>	Стандартные образцы плотности жидкости: РЭП-3 (ГСО 8581-2004), плотность от 772,2 до 787,2 кг/м <sup>3</sup> ; РЭП-5 (ГСО 8583-2004), плотность от 998,0 до 999,0 кг/м <sup>3</sup> ; РЭП-7 (ГСО 8585-2004), плотность от 1316,7 до 1343,0 кг/м <sup>3</sup>
9.1.2	Рабочий эталон плотности в соответствии с приказом Росстандарта от 01 ноября 2019 г. № 2603. Диапазон измерений от 0,75 до 1,3 г/см <sup>3</sup> , ПГ $\pm 0,0001 \text{ г/см}^3$	Измеритель плотности жидкостей вибрационный ВИП-2МР, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде (далее – рег. №) 27163-09
9.2	Средство измерений температуры, диапазон измерений от $-2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+90 \text{ }^{\circ}\text{C}$ , ПГ $\pm 0,2 \text{ }^{\circ}\text{C}$	Термометр лабораторный ЛТ-300, рег. № 61806-15
Вспомогательные средства		
7.1	Средство измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от $10 \text{ }^{\circ}\text{C}$ до $30 \text{ }^{\circ}\text{C}$ , ПГ $\pm 0,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ; средство измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 20 до 80 %, ПГ $\pm 3 \%$ ; средство измерений атмосферного давления в диапазоне от 86 до 106 кПа, ПГ $\pm 0,5 \text{ кПа}$	Термогигрометр ИВА-6Н-Д, рег. 46434-11



Пункт методики поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки и оборудованию, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
9	Термостат жидкостной, диапазон воспроизводимых температур от $-2^{\circ}\text{C}$ до $+90^{\circ}\text{C}$ , нестабильность поддержания заданной температуры $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$	Термостат переливной прецизионный серии ТПП-1, рег. № 33744-07
7, 9	Источник питания постоянного тока, диапазон измерений от 20 до 30 В, ПГ $\pm 3\%$	Источник питания постоянного тока Б5-78/7, рег. № 29625-05
7, 9	—	Технологическая персональная ЭВМ (ПЭВМ) с установленной программой QLink (CD диск с ПО из комплекта поставки)
7, 9	—	Адаптер интерфейса RS-485
7, 9	—	Технологическая ёмкость
7, 9	—	Вода дистиллированная по ГОСТ Р 58144-2018 (объём в соответствии с техническими характеристиками термостата)
9	—	Антифриз или спирт этиловый (объём в соответствии с техническими характеристиками термостата)
Примечание – Допускается использовать при поверке другие утверждённые и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утверждённого типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.		

## 5 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

5.1 При подготовке и проведении поверки плотномера необходимо соблюдать требования «Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок» и «Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей», а также требования безопасности, изложенные в РЭ на плотномер.

5.2 Помещения, в которых проводят поверку, должны быть оснащены приточно-вытяжной вентиляцией, а также пожарной сигнализацией и средствами пожаротушения в соответствии с ГОСТ 12.4.009-83.

5.3 При использовании стандартных образцов РЭП соблюдать правила безопасности, указанные в документации на них.

## 6 Внешний осмотр средства измерений

6.1 При проведении внешнего осмотра плотномера проверяется соответствие следующим требованиям:

- соответствие комплектности эксплуатационной документации;
- соответствие внешнего вида описанию типа;
- сохранность маркировки, её соответствие поверяемому изделию;
- отсутствие механических повреждений плотномера, а также иных дефектов и загрязнений, которые могут повлиять на его работоспособность.

Примечание – Плотномеры с механическими повреждениями к поверке не допускаются.



6.2 Результаты внешнего осмотра считать положительными, если выполняются вышеуказанные требования.

## 7 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

7.1 Перед проведением поверки необходимо выполнить следующие действия:

- подготовить средства поверки, необходимые для проведения измерений (раздел 4), проверить соблюдение условий проведения поверки (раздел 3);
- подготовить поверяемый плотномер к работе в соответствии с руководством по эксплуатации.

7.2 Перед проведением поверки поверхности, контактирующие с измеряемой средой, промыть моющим средством с водой, промыть этиловым спиртом с целью полного удаления остатков моющего средства и просушить струей воздуха.

7.3 Плотномер подключить в соответствии со схемой, приведённой в приложении А.

7.4 Установить плотномер в технологическую ёмкость, заполненную дистиллированной водой.

7.5 Плотномер включить и выдержать во включенном состоянии в течение 15 мин.

7.6 На технологической ПЭВМ запустить программу QLink. На экране ПЭВМ должно появиться окно, вид которого представлен на рисунке 1.

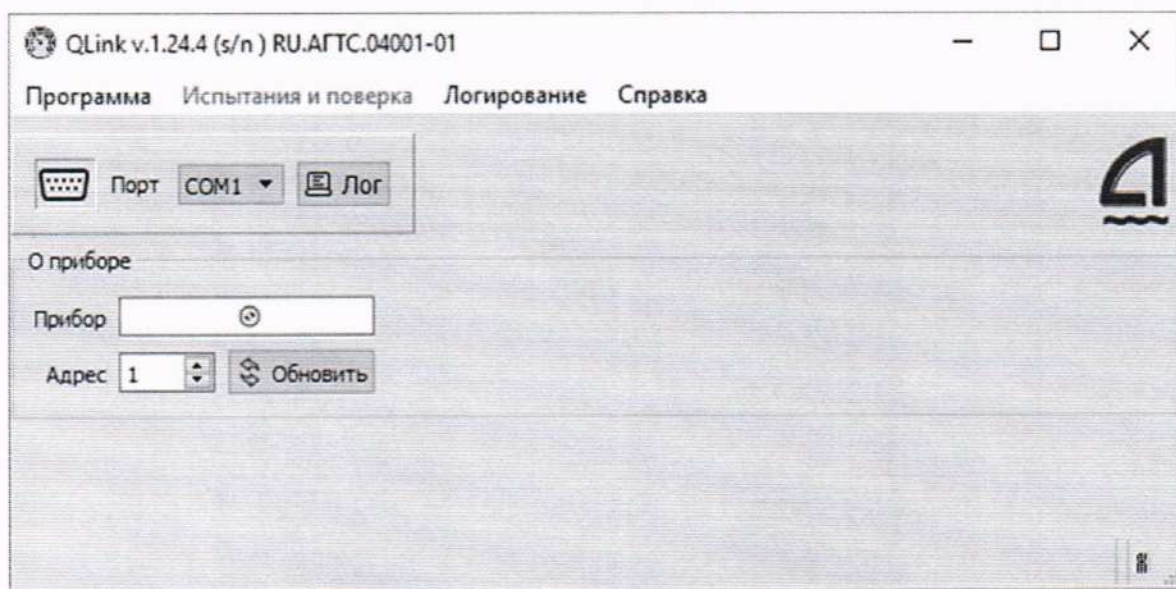


Рисунок 1 – Главное окно программы QLink

7.7 В поле «Порт» (левая верхняя часть окна) выбрать имя порта соответствующего адаптеру интерфейса RS-485, используемого для подключения плотномера к технологической ПЭВМ. Для этого необходимо нажать экранную кнопку «▼» в поле «Порт» и выбрать соответствующее имя порта в появившемся списке. Имя порта определяется средствами операционной системы (в меню «Свойства» адаптера в диспетчере устройств).

7.8 Нажать экранную кнопку «Обновить», в результате чего будут отображены идентификационные данные плотномера (рисунок 2):

- Прибор – тип прибора;
- Зав. № – заводской номер;
- Версия ПО – версия внутреннего программного обеспечения;
- Выпуск – год выпуска прибора.



7.9 Нажать экранную кнопку «Опрос», после чего в поле «Плотность» будет отображаться текущее значение измеряемой плотности в  $\text{кг/м}^3$ , а в поле «Температура» будет отображаться текущее значение температуры среды в  $^{\circ}\text{C}$ .

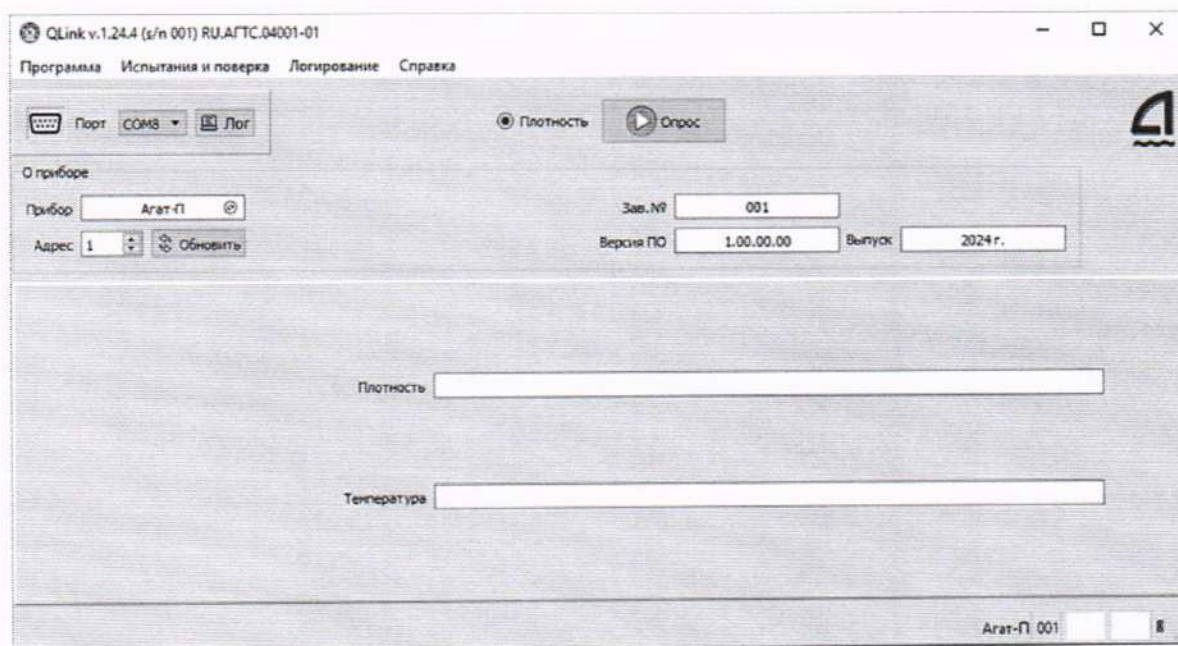


Рисунок 2 – Окно программы с данными о подключенном приборе

7.10 Зарегистрировать установившееся значение выходного сигнала в полях «Плотность» и «Температура».

7.11 Результаты опробования считать положительными, если измеренное значение плотности находится в диапазоне от 950 до 1080  $\text{кг/м}^3$ , а измеренное значение температуры находится в диапазоне от 15  $^{\circ}\text{C}$  до 25  $^{\circ}\text{C}$ .

7.12 Допускается опробование совместить с определением метрологических характеристик.

## 8 Проверка программного обеспечения средства измерений

8.1 Подключить плотномер к ПЭВМ. Контрольную сумму метрологически значимой части metrolog\_kit1.dll внешнего программного обеспечения (далее — ПО) QLink рассчитать, используя встроенные средства операционной системы Windows или стороннего ПО, например HashTab. Для проверки встроенными средствами операционной системы Windows необходимо скопировать файл metrolog\_kit1.dll в корень диска C:\, запустить командную строку операционной системы Windows и ввести следующую команду:

```
certutil -hashfile C:\metrolog_kit1.dll SHA256
```

При запуске QLink проверить номер версий внутреннего (встроенного) и внешнего ПО.

Номер версии внутреннего (встроенного) ПО отображается на главном окне в поле «Версия ПО». Идентификационное наименование внутреннего (встроенного) ПО не отображается и проверке не подвергается.

Номер версии внешнего ПО отображается в окне «О программе», вызываемом из вкладки «Справка» главного окна.



Результаты поверки по данному пункту считаются положительными, если идентификационные данные ПО соответствуют таблице 4.

Таблица 4 — Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование внутреннего ПО	agat-p.hex
Номер версии (идентификационный номер) внутреннего ПО	1.xx.xx.xx
Идентификационное наименование внешнего ПО	QLink
Номер версии (идентификационный номер) внешнего ПО	1.xx.x
Метрологически значимая часть ПО	metrolog_kit1.dll
Цифровой идентификатор метрологически значимой части (алгоритм SHA256)	67b759b930a347c30f97a9efcdbf5a81 3350526f74bfcdc3009e51298331d5a8
Примечания: 1. «х» может принимать значение от 1 до 9 и не относится к метрологически значимой части ПО. 2. Просмотр значения номера версии (идентификационного номера) внутреннего ПО доступен только в программе QLink.	

## 9 Определение метрологических характеристик СИ и подтверждение соответствия СИ метрологическим требованиям

### 9.1 Определение абсолютной погрешности измерений плотности

Определение погрешности измерений плотности может проводиться любым из нижеприведённых методов.

9.1.1 Определение погрешности измерений плотности при использовании стандартных образцов

9.1.1.1 Определение абсолютной погрешности измерений плотности проводят на трёх стандартных образцах плотности жидкости, аттестованных при температуре 20 °С:

- РЭП-3 (ГСО 8581-2004) плотностью от 772,2 до 787,2 кг/м<sup>3</sup>;
- РЭП-5 (ГСО 8583-2004) плотностью от 998,0 до 999,0 кг/м<sup>3</sup>;
- РЭП-7 (ГСО 8585-2004) плотностью от 1316,7 до 1343,0 кг/м<sup>3</sup>.

9.1.1.2 Датчик плотномера промыть моющим средством с водой, промыть этиловым спиртом с целью полного удаления остатков моющего средства и просушить струей воздуха. Установить плотномер в технологическую ёмкость, заполненную ГСО РЭП-5. Установить технологическую ёмкость с плотномером в термостат. Установить температуру термостата, равную (20,0 ± 0,1) °С. Термостатировать не менее 30 мин, после чего убедиться в установлении стабильной температуры (20,0 ± 0,1) °С поверочной жидкости, измеряя температуру термометром. При термостатировании рекомендуется проводить постоянное перемешивание образца плотности жидкости.

9.1.1.3 Включить плотномер. Выполнив действия, указанные в пп. 7.6 - 7.9 настоящей методики в течение 1 мин провести запись измерений в программе QLink и занести в протокол измеренное значение плотности (поле «Плотность» в окне программы).

9.1.1.4 Рассчитать абсолютную погрешность измерений плотности  $\Delta\rho$ , кг/м<sup>3</sup>, по формуле

$$\Delta\rho = \rho_i - \rho_0, \quad (1)$$



где  $\rho_0$  – плотность по стандартному образцу (эталоны), кг/м<sup>3</sup>;  
 $\rho_i$  – плотность, измеренная плотномером, кг/м<sup>3</sup>.

9.1.1.5 Извлечь датчик плотномера из ёмкости с поверочной жидкостью, протереть ветошью, промыть моющим средством с водой, промыть этиловым спиртом с целью полного удаления остатков моющего средства и просушить струей воздуха. Аналогичные процедуры провести с ёмкостью.

9.1.1.6 Действия по пп. 9.1.1.2 – 9.1.1.2 повторить для остальных стандартных образцов плотности жидкости.

9.1.1.7 Результаты поверки по данному пункту считать положительными, если абсолютная погрешность измерений плотности для каждого ГСО плотности не превышает пределов, указанных в таблице 1.

9.1.2 Определение погрешности измерений плотности при использовании рабочего эталона плотности

Подготовить три образца жидкости плотностью от 750 до 850 кг/м<sup>3</sup>, от 850 до 1000 кг/м<sup>3</sup>, 1000 до 1300 кг/м<sup>3</sup>.

Выполнить действия аналогично пп. 9.1.1.2 – 9.1.1.5 с первым образцом жидкости.

Повторить для остальных образцов жидкости.

Результаты поверки по данному пункту считать положительными, если абсолютная погрешность измерений плотности для каждого образца жидкости не превышает пределов, указанных в таблице 1.

9.2 Определение абсолютной погрешности измерений температуры

Определение абсолютной погрешности измерений температуры среды проводят в трёх точках диапазона измерений в жидкостном термостате.

Датчик плотномера полностью погрузить в рабочий объём термостата, заполненного антифризом или этиловым спиртом. Эталонный термометр должен быть расположен в термостате на глубине датчика. Установить значение температуры в термостате равным минус 2 °С. Подать электропитание на плотномер. После стабилизации показаний эталонного термометра, провести измерения, выполнив действия, указанные в пп. 7.6 - 7.9 настоящей методики и занести в протокол значения измеренной плотномером температуры из программы QLink (поле «Температура» в окне программы), и температуры по эталонному термометру.

Рассчитать абсолютную погрешность измерений температуры  $\Delta t$ , °С, по формуле

$$\Delta t = t_i - t_0, \quad (2)$$

где  $t_0$  – температура, измеренная термометром, °С;  
 $t_i$  – температура, измеренная плотномером, °С.

Повторить измерения в термостате, заполненном дистиллированной водой при значениях температуры плюс 20,0 °С и плюс 89,5 °С и рассчитать погрешность по формуле (2).

Результаты поверки по данному пункту считать положительными, если абсолютная погрешность измерений температуры для каждого заданного значения температуры не превышает пределов, указанных в таблице 1.

## 10 Оформление результатов поверки

10.1 Результаты поверки оформляют протоколом произвольной формы.

10.2 Сведения о результатах поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

10.3 Положительные результаты поверки удостоверяются отметкой в формуляре (паспорте) и (или) дополнительно по заявлению владельца свидетельством о поверке, оформленным в соответствии с действующими нормативными документами в области обеспечения единства измерений.

10.4 Знак поверки на СИ не наносится.

10.5 При отрицательных результатах поверки СИ к эксплуатации не допускают и дополнительно по заявлению владельца оформляют извещение о непригодности в соответствии с действующими нормативными документами в области обеспечения единства измерений.

Разработали:

Начальник отдела 208 ФГБУ «ВНИИМС»

Ведущий инженер ФГБУ «ВНИИМС»

Б.А. Иполитов

А.А. Сулин



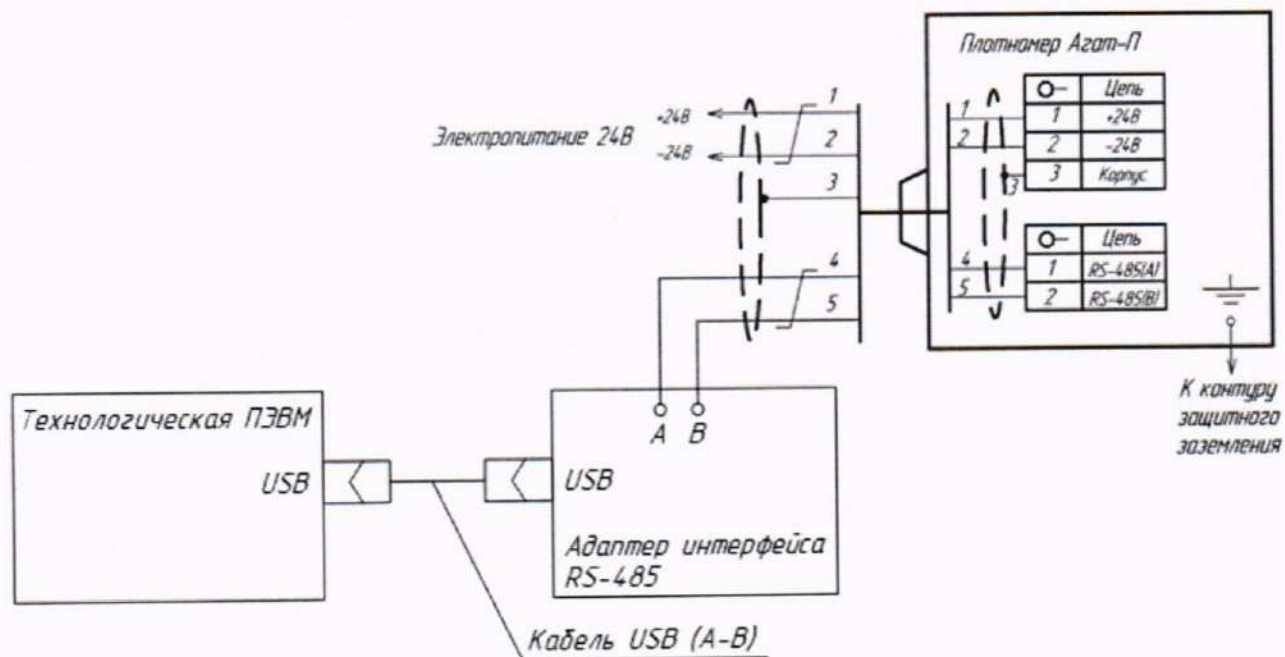
**Приложение А**  
**(обязательное)****Схема подключения плотногомера при поверке**

Рисунок А.1 – Схема электрическая подключения плотногомера при поверке