



**KERN & Sohn GmbH**

Ziegelei 1  
D-72336 Balingen  
E-mail: [info@kern-sohn.com](mailto:info@kern-sohn.com)

Тел.: +49-[0]7433- 9933-0  
Факс: +49-[0]7433-9933-149  
Интернет: [www.kern-sohn.com](http://www.kern-sohn.com)

# Руководство по эксплуатации Набор для определения плотности аналитических весов KERN ABJ / ABS

## KERN ABS-A02

Версия 1.0  
04/2010  
RUS



ABS-A02-BA-rus-1010



# KERN ABS-A02

Версия 1.0 04/2010

Руководство по эксплуатации

Набор для определения плотности для аналитических  
весов KERN ABJ / ABS

## Содержание:

<b>1</b>	<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	<b>3</b>
1.1	Объем поставки .....	3
<b>2</b>	<b>ПРИНЦИП ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПЛОТНОСТИ</b> .....	<b>5</b>
2.1	Влияющие величины и источники ошибок.....	6
<b>3</b>	<b>МОНТАЖ НАБОРА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПЛОТНОСТИ</b> .....	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОТНОСТИ ТВЕРДЫХ ТЕЛ</b> .....	<b>9</b>
4.1	Активация функции .....	9
4.2	ВВЕДЕНИЕ ПЛОТНОСТИ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ЖИДКОСТИ.....	10
4.3	ИЗМЕРЕНИЕ ПЛОТНОСТИ ТВЕРДОГО ТЕЛА .....	11
4.3.1	Определение плотности твердых тел плотностью менее, чем $1 \text{ г/см}^3$ .....	11
<b>5</b>	<b>ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОТНОСТИ ЖИДКОСТИ</b> .....	<b>12</b>
5.1	Активация функции .....	12
5.2	ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОТНОСТИ СТЕКЛЯННОГО ПОГРУЖНОГО ГРУЗИКА .....	13
5.3	Ввод объема стеклянного погружного грузика.....	14
5.4	ИЗМЕРЕНИЕ ПЛОТНОСТИ ЖИДКОСТИ .....	15
<b>6</b>	<b>УСЛОВИЯ ПРЕЦИЗИОННЫХ ИЗМЕРЕНИЙ</b> .....	<b>16</b>
6.1	ПЕРЕСЧЕТ РЕЗУЛЬТАТОВ.....	16
6.2	ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ПОГРЕШНОСТЬ ИЗМЕРЕНИЯ.....	17
6.2.1	Пузырьки воздуха.....	17
6.2.2	Проба твердого тела .....	17
6.2.3	Жидкости .....	17
6.2.4	Поверхность .....	17
6.2.5	Стеклянный погружной грузик для выполнения измерений жидкости.....	18
6.3	ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ.....	18
6.3.1	Плотность / относительная плотность .....	18
6.3.2	Дрейф показаний весов.....	18
<b>7</b>	<b>ТАБЛИЦА ПЛОТНОСТИ ЖИДКОСТИ</b> .....	<b>19</b>
<b>8</b>	<b>НЕУВЕРЕННОСТЬ ИЗМЕРЕНИЙ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ПЛОТНОСТИ ТВЕРДЫХ ТЕЛ</b> ....	<b>20</b>
<b>9</b>	<b>УКАЗАНИЯ, КОТОРЫХ СЛЕДУЕТ ПРИДЕРЖИВАТЬСЯ</b> .....	<b>21</b>

# 1 Введение



- Для обеспечения надежной и беспроблемной эксплуатации следует внимательно прочесть руководство по эксплуатации.
- В настоящем руководстве описаны только те функции, которые выполняются с набором для определении плотности. Дальнейшая информация относительно обслуживания весов, изложена в руководстве по эксплуатации, приложенному к каждым весам.

## 1.1 Объем поставки

- ⇒ Немедленно после распаковки следует проверить, не имеют ли видимых следов внешних повреждений упаковка и набор для определения плотности.
- ⇒ Следует убедиться, находятся ли в комплекте все доступные части.

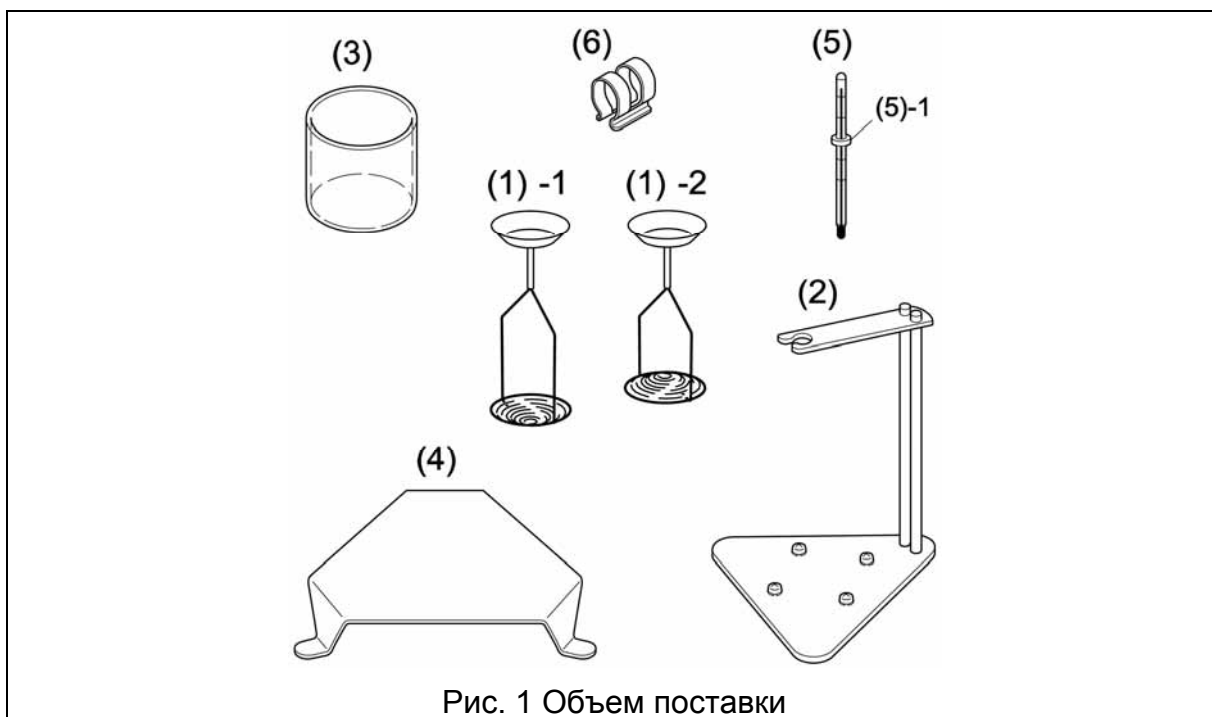


Рис. 1 Объем поставки

№	Обозначение	Количество
(1) -1	Универсальная чаша весов (для проб $d > 1 \text{ г/см}^3$ )	1
(1) -2	Универсальная чаша весов (для проб $d < 1 \text{ г/см}^3$ )	1
(2)	Держатель чаши весов	1
(3)	Стеклянная мензурка	1
(4)	Подставка для стеклянной мензурки	1
(5)	Термометр	1
(5) -1	Резиновая пробка термометра	1
(6)	Держатель термометра	1
	Стеклянный вытеснитель, см. рис. 4	1
	Руководство по эксплуатации	1

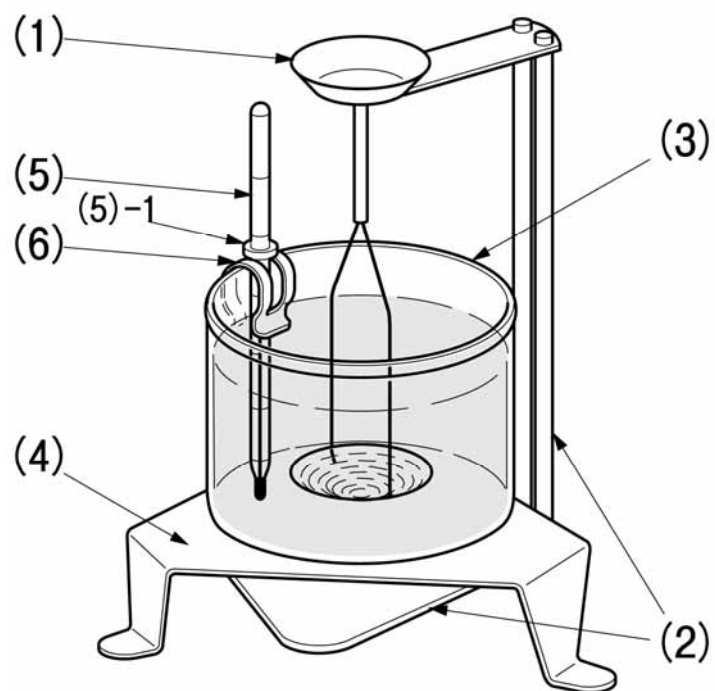


Рис. 2 Установленный набор для определения плотности **KERN ABS-A02**

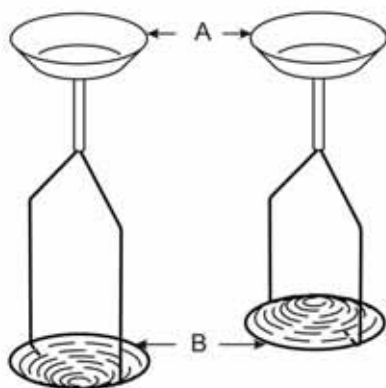


Рис. 3 Универсальные чаши весов

A Верхняя чаша весов (масса образца в воздухе)

B Нижняя чаша весов (масса образца в измерительной жидкости)



Рис. 4 Стекланные погружной грузик

## 2 Принцип определения плотности

Три важные физические величины это: **объем** и **масса** тел, а также **плотность** вещества. Масса и объем сопряжены между собой посредством плотности:

**Плотность [ ρ ] это отношение массы [ m ] к объему [ V ].**

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Единица измерения плотности в системе SI это килограмм на кубический метр (кг/м<sup>3</sup>). 1 кг/м<sup>3</sup> равен плотности однородного тела, которое с массой 1 кг занимает объем 1 м<sup>3</sup>.

Иные часто применяемые единицы измерения это:

$$1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}, 1 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}, 1 \frac{\text{g}}{\text{l}}$$

Благодаря применению нашего набора для определения плотности в совокупности с весами KERN ABS/ABJ можно быстро и верно определить плотность твердых тел и жидкостей. В способе функционирования набора для определения плотности используется „**принцип Архимеда**”:

ВЫТАЛКИВАНИЕ ПРЕДСТАВЛЯЕТ СИЛУ. ОНО ДЕЙСТВУЕТ НА ТЕЛО, ПОГРУЖЕННОЕ В ЖИДКОСТИ. ВЫТАЛКИВАНИЕ ТЕЛА ПРЯМО ПРОПОРЦИОНАЛЬНО К СИЛЕ ТЯЖЕСТИ, ВЫТАЛКИВАЕМОЙ НЕ ЖИДКОСТЬЮ. ВЫТАЛКИВАЮЩАЯ СИЛА НАПРАВЛЕНА ВЕРТИКАЛЬНО ВВЕРХ.

Благодаря этому плотность вычисляется по нижеследующим формулам:

### Определение плотности твердых тел

При помощи наших весов, твердые тела можно взвешивать как в воздухе [ A ], так и в воде [ B ]. Если плотность выталкиваемого вещества [ ρ<sub>o</sub> ] известная, плотность твердого тела [ ρ ] рассчитывается следующим образом:

$$\rho = \frac{A}{A-B} \rho_o$$

ρ = Плотность образца

A = Масса образца в воздухе

B = Масса образца в измерительной (рабочей) жидкости

ρ<sub>o</sub> = Плотность измерительной (рабочей) жидкости

### Определение плотности жидкости

Плотность жидкости определяется при помощи погружного грузика, объем которого [ V ] известен. Погружной грузик взвешивается как в воздухе [ A ], так и в исследуемой жидкости [ B ].

В соответствии с законом Архимеда на тело, погруженное в жидкость, действует выталкивающая сила [ G ]. Эта сила является прямо пропорциональной к силе тяжести (весу) жидкости, вытесненной объемом тела. Объем [ V ] погруженного тела равен объему вытесненной жидкости.

$$\rho = \frac{G}{V}$$

G = Выталкивающая сила погружного грузика

Выталкивающая сила погружного грузика =  
Масса погружного грузика в воздухе [ A ] - Масса погружного грузика в исследуемой жидкости [ B ]

Следовательно:

$$\rho = \frac{A-B}{V}$$

$\rho$  = Плотность исследуемой жидкости  
A = Масса погружного грузика в воздухе  
B = Масса погружного грузика в исследуемой жидкости  
V = Объем погружного грузика\*

\* Если объем погружного грузика неизвестен, его можно определить посредством измерения плотности твердого тела, например, в воде и рассчитать следующим способом.

$$V = \frac{A-B}{\rho_w}$$

V = Объем погружного грузика  
A = Масса погружного грузика в воздухе  
B = Масса погружного грузика в воде  
 $\rho_w$  = Плотность воды

### 2.1 Влияющие величины и источники ошибок

- ⇒ Давление воздуха
- ⇒ Температура
- ⇒ Отклонение объема погружного грузика ( $\pm 0,005 \text{ см}^3$ )
- ⇒ Поверхностное натяжение жидкости
- ⇒ Пузырьки воздуха
- ⇒ Глубина погружения чаши для проб относительно погружного грузика
- ⇒ Пористость твердого тела

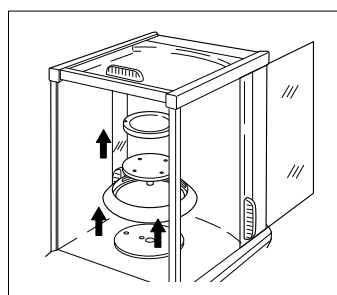
### 3 Монтаж набора для определения плотности



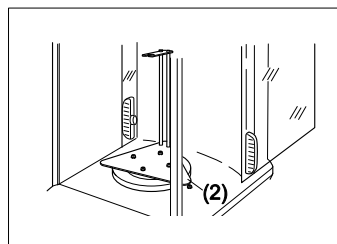
- По необходимости перед установкой набора для определения жидкости следует провести требуемую юстировку.
- Если набор для определения плотности смонтирован – нет возможности правильной юстировки.
- Для проведения юстировки следует снять набор для определения плотности и надеть стандартную платформу весов.

1. Выключить весы и отключить от питающего напряжения.

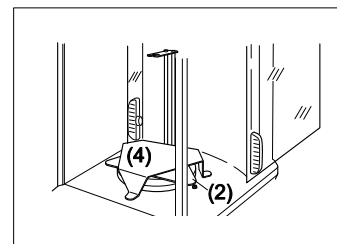
2. Снять стандартную платформу весов, защитное кольцо и консоль платформы весов.



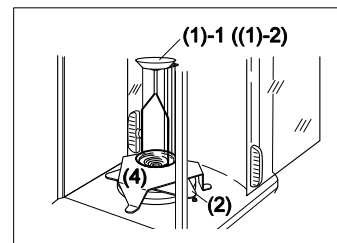
3. Осторожно вложить держатель чаши весов



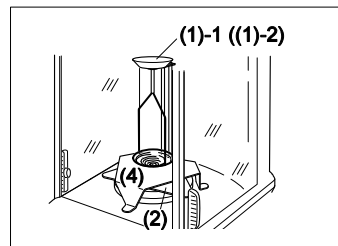
4. Подставку для стеклянной мензурки поставить так, чтобы она не прикасалась к держателю чаши весов.



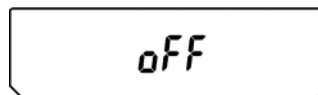
5. Подвесить универсальную чашу весов. При этом обратить внимание на то, чтобы, чтобы она висела посередине в прорезе держателя чаши весов.



6. Закрывать стеклянную дверку. Подключить весы к питанию, осуществляется автодиагностика весов. В случае весов серии ABJ дополнительно осуществляется юстировка при помощи внутренней калибровочной массы.



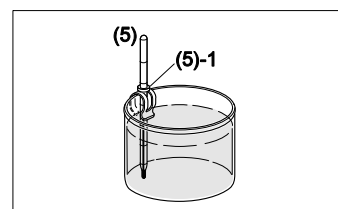
Подождать, пока не появится сообщение „off”.



7. Нажать кнопку **ON/OFF**, появится показание в граммах.



8. Укрепить термометр на стеклянной мензурке способом, указанным на рисунке. Заполнить стеклянную мензурку измерительной жидкостью или исследуемой жидкостью.




9. Снять универсальную чашу весов и установить стеклянную мензурку посередине подставки.
10. Снова подвесить универсальную чашу весов. При этом следует обратить внимание, чтобы она не прикасалась к стеклянной мензурке.
11. Регулировать температуру жидкости, инструментов или погружного грузика до установления ее постоянного значения. Соблюдать время нагревания весов.



## 4 Определение плотности твердых тел

При определении плотности твердых тел, твердое тело следует сначала взвесить в воздухе, а затем в измерительной жидкости. Из разницы масс следует выталкивание, которое программа пересчитывает на плотность.

### 4.1 Активация функции

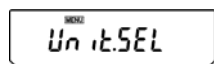
В меню „Unit.SEL” можно активировать функцию определения плотности твердых тел „U- ▼d”, которая позднее доступна для пользователя без необходимости входить каждый раз в меню. Активированную функцию можно потом вызывать непосредственно при помощи кнопки **UNIT/** .



⇒ При показании в граммах несколько раз нажать кнопку **CAL/MENU**, пока не появится сообщение „FUnC.SEL”.

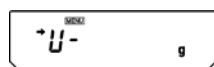


⇒ Нажать кнопку **TARE**.



(пример)

⇒ Несколько раз нажать клавишу **CAL/MENU** до появления сообщения „Unit.SEL”.



⇒ Нажать кнопку **TARE/** .




(неактивен)

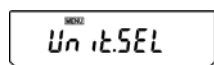
⇒ Несколько раз нажать кнопку **CAL/MENU** до появления сообщения „U- ▼d”.



(активный)

Если функция определения плотности твердых тел активная, появится показатель стабилизации (→). В таком случае несколько раз нажать кнопку **ON/OFF**, весы вернуться в меню/режим взвешивания.

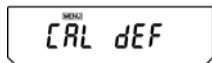
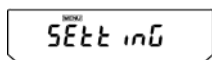
Если функция определения плотности твердых тел выключена и неактивная, активировать ее при помощи кнопки **TARE/** . Появится показатель стабилизации (→). Несколько раз нажать кнопку **ON/OFF**, весы вернуться в меню/режим взвешивания.



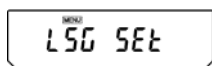
## 4.2 Введение плотности измерительной жидкости



⇒ При показании в граммах несколько раз нажать кнопку **CAL/MENU**, пока не появится сообщение „SettinG”.



⇒ Нажать кнопку **TARE/** .



⇒ Многократно нажать кнопку **CAL/MENU** до появления символа „LSG SET”.



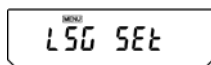
(Пример)

⇒ Нажать кнопку **TARE/** , появится актуально установленная плотность. В верхней части поля показаний высвечивается символ **MENU** и знак # информирующий, что весы находятся в состоянии ввода численных значений. Первая позиция мигает и теперь можно ее изменить.



(Пример)

⇒ Нажатие кнопки **UNIT/** вызывает увеличение цифрового значения мигающей цифры. При помощи кнопки **PRINT/** выбрать цифры с правой стороны, каждый раз активная позиция мигает. Подтвердить введенное значение, нажимая кнопку **TARE/** .




⇒ Несколько раз нажать клавишу **ON/OFF** до перехода весов в режим взвешивания.




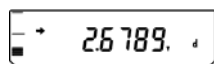
### 4.3 Измерение плотности твердого тела



1. Несколько раз нажать кнопку **UNIT/**  до перехода весов в режим определения плотности твердых тел „**▼d**”. В случае измерения массы в воздухе дополнительно высвечивается буква „g”.



2. Нажать кнопку **TARE/** . Положить пробу на верхней чаше для проб.



3. После успешно проведенного контроля стабильности нажать клавишу **CAL/MENU**.
4. Положить пробу на нижней чаше с ситечком. После завершения успешно контроле стабилизации на дисплее появится плотность пробы. Снять пробу. Может появиться сообщение „oL”, однако на этом этапе это не является сообщением об ошибке и следует его проигнорировать.
5. Для дальнейших измерений перейти к шагу 2, нажимая кнопку **CAL/MENU**.

#### 4.3.1 Определение плотности твердых тел плотностью менее, чем 1 г/см<sup>3</sup>

В случае твердых тел плотностью менее чем 1 г/см<sup>3</sup> определение плотности возможно двумя методами.

##### Метод 1:

В качестве измерительной жидкости применяется жидкость с меньшей плотностью, чем плотность твердого тела, например, этиловый спирт приблизительно 0,8 г/см<sup>3</sup>.

Этот метод следует применять, когда плотность твердого тела только незначительно отличается от плотности дистиллированной воды.

Перед применением этанола следует убедиться, что твердое тело не будет повреждено.



Во время работ с этиловым спиртом следует придерживаться действующих правил безопасности.

##### Метод 2:


В этом случае проба не вкладывается на, только **под** чашу с весами. Для этого следует использовать универсальную чашу весов (1) -2.

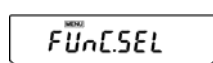
- ⇒ Активировать функцию, смотри раздел 4.1.
- ⇒ Ввести параметры измерительной жидкости, см. раздел 4.2.
- ⇒ Измерение плотности, см. раздел 4.3, в шаге 4 пробу поместить под чашей с ситечком. Если выталкивание пробы такое большое, что универсальная чаша весов поднимается, следует загрузить ее при помощи фальшивой массы и тарировать во время взвешивания в воздухе.

## 5 Определение плотности жидкости

При определении плотности жидкости используется стеклянный погружной грузик известного объема. Стеклянный погружной грузик сначала взвешивается в воздухе, а затем в жидкости, плотность которой следует определить. Из разницы масс следует вычитать выталкивание, которое программа пересчитывает на плотность.

### 5.1 Активация функции

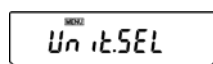
В меню „Unit.SEL” можно активировать функцию определения плотности жидкостей „U- d”, которая позднее доступна для пользователя без необходимости входить каждый раз в меню. Активированную функцию можно потом вызывать непосредственно при помощи кнопки **UNIT/** .



⇒ В режиме взвешивания несколько раз нажать кнопку **CAL/MENU**, пока не появится сообщение „FUnC.SEL”.

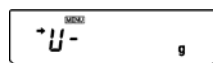


⇒ Нажать кнопку **TARE/** .

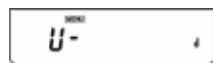


(пример)

⇒ Несколько раз нажать клавишу **CAL/MENU**, до появления символа „Unit.SEL”.



⇒ Нажать кнопку **TARE/** .




(неактивен)

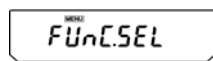
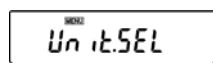
⇒ Несколько раз нажать кнопку **CAL/MENU** до появления сообщения „U- d”.



(активный)



Если функция определения плотности твердых тел активная, появится показатель стабилизации (→). В таком случае несколько раз нажать кнопку **ON/OFF**, весы вернуться в меню/режим взвешивания.

Если функция определения плотности твердых тел выключена и неактивная, активировать ее при помощи кнопки **TARE/** . Появится показатель стабилизации (→). Несколько раз нажать кнопку **ON/OFF**, весы вернуться в меню/режим взвешивания.



## 5.2 Определение плотности стеклянного погружного грузика

В случае, если неизвестна плотность стеклянного погружного грузика, следует определить ее и рассчитать следующим способом.

- ⇒ Влить воду в мензурку и так долго регулировать ее температуру, пока не будет постоянной. Произвести отсчет температуры на термометре.
- ⇒ В случае необходимости нажать кнопку **UNIT/** , появится показание в граммах.
- ⇒ В случае необходимости удалить универсальную чашу весов. Может появиться сообщение „oL”, однако на этом этапе это не является сообщением об ошибке и следует его проигнорировать.
- ⇒ Подвесить стеклянный погружной грузик и тарировать весы, нажимая кнопку **TARE** .
- ⇒ Установить мензурку с водой на подставке и погрузить стеклянный погружной грузик. На весах высвечивается разница „масса в воздухе – масса в воде”. Записать значение (без знака значения) и рассчитать объем погружного грузика согласно следующей формуле.

$$V = \frac{M}{\rho}$$

- V = Объем стеклянного погружного грузика
- M = Разница „масса в воздухе – масса в воде”
- $\rho$  = Плотность воды с учетом температуры, см. таблица 1

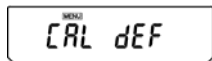
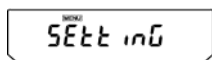
Таб. 1 Таблица плотности воды

Температура t [°C]	Плотность $\rho$ [г/см <sup>3</sup> ]	Температура t [°C]	Плотность $\rho$ [г/см <sup>3</sup> ]	Температура t [°C]	Плотность $\rho$ [г/см <sup>3</sup> ]
10	0,9997	19	0,9984	28	0,9963
11	0,9996	20	0,9982	29	0,9960
12	0,9995	21	0,9980	30	0,9957
13	0,9994	22	0,9978	31	0,9954
14	0,9993	23	0,9976	32	0,9951
15	0,9991	24	0,9973	33	0,9947
16	0,9990	25	0,9971	34	0,9944
17	0,9988	26	0,9968	35	0,9941
18	0,9986	27	0,9965		

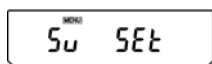
### 5.3 Ввод объема стеклянного погрузного грузика



⇒ При показании в граммах несколько раз нажать кнопку **CAL/MENU**, пока не появится сообщение „SettinG”.



⇒ Нажать кнопку **TARE/** .

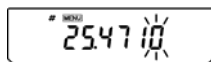


⇒ Многократно нажать кнопку **CAL/MENU** до появления символа „Sv SET”.



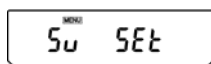
(Пример)

⇒ Нажать кнопку **TARE/** , появится актуально установленный объем. В верхней части поля показаний высвечивается символ **MENU** и знак # информирующий, что весы находятся в состоянии ввода численных значений. Первая позиция мигает и теперь можно ее изменить.



(Пример)

⇒ Нажатие кнопки **UNIT/** вызывает увеличение цифрового значения мигающей цифры. При помощи кнопки **PRINT/** выбрать цифры с правой стороны, каждый раз активная позиция мигает. Подтвердить запись, нажимая кнопку .




⇒ Несколько раз нажать клавишу **ON/OFF** до перехода весов в режим взвешивания.



## 5.4 Измерение плотности жидкости

1. Повесить стеклянный погружной грузик.  
В случае отсутствия подвешенного стеклянного погружного грузика может появиться сообщение „oL”, однако на этом этапе это не является сообщением об ошибке и следует его проигнорировать.

2. Несколько раз нажать кнопку **UNIT/**  до перехода весов в режим определения плотности жидкости „d”. В случае измерения массы в воздухе дополнительно высвечивается буква „g”.

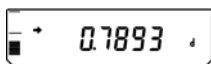


3. Нажать кнопку **TARE/** .

4. После успешно проведенного контроля стабильности нажать клавишу **CAL/MENU**.

5. Снять стеклянный погружной грузик.

6. Мензурку с жидкостью поместить посередине подставки.



7. Снова подвесить стеклянный погружной грузик и погрузить его полностью в жидкости, избегая появления пузырьков.

8. После завершения успешно контроле стабилизации на дисплее появится плотность исследуемой жидкости. Удалить стеклянный погружной грузик и мензурку.  
В случае отсутствия подвешенного стеклянного погружного грузика может появиться сообщение „oL”, однако на этом этапе это не является сообщением об ошибке и следует его проигнорировать.

Для дальнейших измерений:

- ⇒ старательно очистить и осушить мензурку и погружной грузик,
- ⇒ снова подвесить погружной грузик,
- ⇒ нажать кнопку **CAL/MENU**,
- ⇒ начать процесс от шага 3.

## 6 Условия прецизионных измерений

В процессе определения плотности появляются многочисленные возможности ошибок.

С целью получения точных результатов при применении этого набора для определения плотности в совокупности с весами необходимо тщательно ознакомиться с настоящим руководством и осторожно обращаться с устройством.

### 6.1 Пересчет результатов

Во время определения плотности посредством весов результаты всегда высвечиваются с 4 знаками после запятой. Однако это не значит, что результаты точны до последнего высвечиваемого знака, как при определении стоимости. Поэтому к пересчету используемых результатов взвешивания следует подходить критически.

Пример определения плотности твердого тела:

Для гарантии наивысшего качества результатов как числитель, так и знаменатель нижеприведенной формулы должны характеризоваться требуемой точностью. Если один из них является нестабильным или ошибочным, то результат тоже будет нестабильным или ошибочным.

$$\rho = \frac{A}{A-B} \rho_0$$

$\rho$  = Плотность образца

$A$  = Масса образца в воздухе

$B$  = Масса образца в измерительной (рабочей) жидкости

$\rho_0$  = Плотность измерительной (рабочей) жидкости

Если проба тяжелая – это влияет на точность результата. Это вызывает увеличение значения счетчика. Если проба легкая – это также влияет на точность результата, потому что выталкивающая сила ( $A-B$ ) больше. Результат в знаменателе увеличивается. Следует также обратить внимание на то, что точность плотности измерительной (рабочей) жидкости  $\rho_0$  влияет на числитель и тем самым значительно влияет на точность результата.

Результат плотности пробы не может быть более точным, чем самые неточные из вышеупомянутых единичных значений.



## **6.2 Факторы, влияющие на погрешность измерения**

### **6.2.1 Пузырьки воздуха**

Один маленький пузырек, например  $1 \text{ мм}^3$ , значительно влияет на измерение, если исследуемая проба маленькая. Он вызывает увеличение выталкивающей силы почти на 1 мг, что сразу приводит к показанию ошибочного результата 2 цифр. Поэтому следует предотвратить возможность прилипания пузырьков воздуха к твердому телу, погруженному в воде. Это же касается стеклянного погружного грузика, погруженного в измерительной (рабочей) жидкости. Если пузырьки воздуха можно удалить посредством вращения, следует выполнить это осторожно и обращать внимание на то, чтобы жидкость не разбрызгивалась, а подвеска чашки с ситечком не замочилась разбрызгиваемой водой. Вес влажной подвески чашки с ситечком увеличивается.

Не следует прикасаться голыми пальцами к пробам твердого тела или стеклянному погружному грузику. При погружении исследуемого предмета в жидкости, жирные пятна на ее поверхности вызывают образование пузырьков воздуха.

Пробы в виде твердого тела (особенно плоские предметы) не следует размещать на чашке с ситечком прежде, чем она будет погружена в жидкость потому, что во время совокупного погружения образуются пузырьки воздуха. Дополнительно, после погружения исследуемого предмета в жидкости, следует проверить дно чашки, относительно образования пузырьков воздуха.

### **6.2.2 Проба твердого тела**

Если погруженная в жидкости проба имеет очень большой объем, уровень жидкости в стеклянной мензурке повышается. Это приводит к тому, что часть подвески чашки с ситечком будет погружена, а выталкивающая сила увеличивается. В результате этого масса пробы в жидкости уменьшается. Пробы с изменяющимся объемом или впитывающие жидкость не подлежат измерению.

### **6.2.3 Жидкости**

Следует также принять во внимание температуру воды. Плотность воды изменяется на примерно 0,01% на градус Цельсия. Если измерение температуры содержит ошибку 1 градуса Цельсия, 4. позиция результата измерения неточная.

### **6.2.4 Поверхность**

Подвеска чашки с ситечком пробивает поверхность жидкости. Это состояние изменяется непрерывно. Если проба или стеклянный погружной грузик относительно маленькие, поверхностное напряжение приводит к ухудшению повторяемости результатов. Добавление небольшого количества средства для мытья посуды дает возможность обойти поверхностное напряжение и увеличить повторяемость результатов.

### **6.2.5 Стекланный погружной грузик для выполнения измерений жидкости**

Для экономии исследуемой жидкости при определении плотности жидкости, следует использовать маленькие стеклянные мензурки и соответствующие стеклянные погружные грузики. В действительности следует обратить внимание на то, что чем больше стеклянный погружной грузик, тем более точный результат.

Желательно, чтобы выталкивающая сила и объем стеклянного погружного грузика были по возможности определены наиболее точно. Эти результаты используются при пересчете плотности жидкости как в знаменателе, так и в числителе формулы.

## **6.3 Общая информация**

### **6.3.1 Плотность / относительная плотность**

Относительная плотность – это масса исследуемого тела, разделенная на массу воды (при 4°C) такого же объема. Поэтому относительная плотность не имеет никакой единицы измерения. Плотность – это масса, разделенная на объем.

Если вместо плотности жидкости в формуле используется относительная плотность, получается ошибочный результат. Для жидкости достоверной является только ее плотность.

### **6.3.2 Дрейф показаний весов**

Дрейфование (постоянное изменение результатов в определенную сторону) не имеет никакого влияния на конечный результат определения плотности, хоть высвечивающееся показание массы относится к взвешиванию в воздухе. Точные значения требуются только при определении плотности жидкости посредством стеклянного погружного грузика.

В случае измерения температуры окружающей среды или локализации требуется юстировка весов. Для этого следует снять набор для определения плотности и провести юстировку весов со стандартной платформой весов (см. руководство по эксплуатации, приложенное к весам).

## 7 Таблица плотности жидкости

Температура [°C]	Плотность $\rho$ [г/см <sup>3</sup> ]		
	вода	этиловый спирт	метиловый спирт
10	0,9997	0,7978	0,8009
11	0,9996	0,7969	0,8000
12	0,9995	0,7961	0,7991
13	0,9994	0,7953	0,7982
14	0,9993	0,7944	0,7972
15	0,9991	0,7935	0,7963
16	0,9990	0,7927	0,7954
17	0,9988	0,7918	0,7945
18	0,9986	0,7909	0,7935
19	0,9984	0,7901	0,7926
20	0,9982	0,7893	0,7917
21	0,9980	0,7884	0,7907
22	0,9978	0,7876	0,7898
23	0,9976	0,7867	0,7880
24	0,9973	0,7859	0,7870
25	0,9971	0,7851	0,7870
26	0,9968	0,7842	0,7861
27	0,9965	0,7833	0,7852
28	0,9963	0,7824	0,7842
29	0,9960	0,7816	0,7833
30	0,9957	0,7808	0,7824
31	0,9954	0,7800	0,7814
32	0,9951	0,7791	0,7805
33	0,9947	0,7783	0,7896
34	0,9944	0,7774	0,7886
35	0,9941	0,7766	0,7877

## 8 Неуверенность измерений при определении плотности твердых тел

В нижеследующей таблице указана приблизительная точность показаний весов в совокупности с набором для определения плотности. При этом следует помнить, что эти значения были определены исключительно математически и не учитывают влияющих на них значений, описанных в разделе 6.

Приближенное показание при измерениях плотности (с применением весов с точностью отсчета 0,1 мг)						
Масса пробы (г)	1	5	10	100	200	300
Плотность пробы (г/см <sup>3</sup> )						
1	0.001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
3	0,002	0,0004	0,0003	0,0001	0,0001	0,0001
5	0,003	0,001	0,0004	0,0002	0,0002	0,0002
8	0,004	0,001	0,0006	0,0003	0,0003	0,0003
10	0,005	0,001	0,0008	0,0004	0,0003	0,0003
12	0,006	0,002	0,001	0,0004	0,0004	0,0004
20	0,01	0,003	0,001	0,001	0,001	0,001

Пример отсчета с таблицы:

В случае весов с разрешением 0,0001 г, пробы массой 5 г и плотности составляющей 3 г/см<sup>3</sup>, шаги показания составляют 0,004 г/см<sup>3</sup>.

## 9 Указания, которых следует придерживаться

- Для создания повторяющегося среднего значения, обязательными являются несколько измерений плотности.
- Пробу/стеклянный погружной грузик/стеклянную мензурку устойчивые на действие растворителя следует обезжирить.
- Чашки для проб/стеклянный погружной грузик/стеклянную мензурку следует регулярно чистить, не притрагиваться руками к погружаемой части.
- Пробу/стеклянный погружной грузик/пинцет после каждого процесса измерения следует высушить.
- Величину пробы следует приспособить к чашке для проб (идеальная величина пробы > 5 г).
- Использовать только дистиллированную воду.
- При первом погружении легко встряхнуть чашкой для проб и погружным грузиком с целью освобождения от возможных пузырьков воздуха.
- Обязательно обращать внимание на то, чтобы при повторном погружении в жидкости не появлялись дополнительные пузырьки воздуха; лучше всего вкладывать пробы с помощью пинцета.
- Плотные прилегающие пузырьки воздуха стягивать при помощи пинцета или иного вспомогательного средства.
- Чтобы избежать прилегания пузырьков воздуха, пробу с шероховатой поверхностью следует ранее выгладить.
- Обращать внимание на то, чтобы в процессе взвешивания „пробы в измерительной (рабочей) жидкости” на верхнюю чашку для проб не капала вода с пинцета.
- Чтобы уменьшить поверхностное напряжение воды и трение воды о проволоку, к измерительной жидкости добавить три капли доступного в продаже поверхностно-активного средства (средство для мытья посуды) (изменение плотности дистиллированной воды в результате добавления поверхностно-активного средства можно не принимать во внимание).
- Овальные пробы можно легко взять пинцетом за контур надреза.
- Плотность пористых твердых веществ можно определить только приблизительно. В процессе погружения в измерительную жидкость не весь воздух выталкивается из пор, что приводит к ошибкам выталкивания.
- Чтобы избежать сильных сотрясений весов, следует осторожно вкладывать пробу.
- Избегать статических разрядов, например, стеклянный корпус (погружной грузик) чистить только с помощью хлопчатобумажной тряпочки.
- Если плотность твердого тела незначительно отличается от дистиллированной воды, в качестве измерительной жидкости можно использовать этиловый спирт. Но перед тем следует проверить, устойчива ли проба к растворителям. Кроме этого в процессе работы с этиловым спиртом следует придерживаться действующих правил безопасности.
- Осторожно обращаться со стеклянными корпусами (погружными грузиками) (потеря гарантийных прав в случае повреждения).