

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И  
МЕТРОЛОГИИ

Федеральное государственное унитарное предприятие  
«Всероссийский научно-исследовательский институт расходомерии»

Государственный научный метрологический центр

ФГУП «ВНИИР»

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора  
ФГУП «ВНИИР» по развитию



А.С. Тайбинский

МП

«26» 2017 г.

ИНСТРУКЦИЯ

Государственная система обеспечения единства измерений

КОМПЛЕКСЫ ИЗМЕРЕНИЙ МАССЫ КИМ-ЧНП

Методика поверки

МП 0627-1-2017

г. Казань  
2017 г.

Настоящая инструкция на комплексы измерений массы КИМ-ЧНП (далее – КИМ-ЧНП), предназначенные для измерений массы и объема светлых нефтепродуктов и устанавливает методику и последовательность ее первичной и периодической поверок.

Интервал между поверками – 2 года.

## 1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

При проведении поверки выполняют следующие операции:

- внешний осмотр (пункт 6.1);
- опробование (пункт 6.2);
- подтверждение соответствия программного обеспечения (пункт 6.3);
- определение метрологических характеристик (пункт 6.4);
- оформление результатов поверки (пункт 7).

## 2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки КИМ-ЧНП применяют следующие средства поверки:

– рабочий эталон единицы массы 3 разряда по ГОСТ 8.021–2015 «Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений массы» (далее – эталон массы);

– рабочий эталон единицы объема жидкости 2-го разряда по ГОСТ 8.470–82 «Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений объема жидкости» (далее – эталон объема) с пределами допускаемой относительной погрешности  $\pm 0,05\%$  с номинальным значением 100 дм<sup>3</sup> и (или) 200 дм<sup>3</sup> и (или) 1000 дм<sup>3</sup>;

– термометр лабораторный электронный ЛТ-300 (регистрационный номер 61806-15) с пределами допускаемой основной погрешности  $\pm 0,05^\circ\text{C}$  с диапазоном измерений температуры от плюс 10 до плюс 30 °С.

– измеритель влажности и температуры ИВТМ-7 (регистрационный номер 15500-12) с каналом измерения атмосферного давления. Диапазон измерений температуры от плюс 10 до плюс 30 °С с пределами допускаемой абсолютной погрешности по каналу температуры  $\pm 0,2^\circ\text{C}$ , диапазон измерений влажности от 30 до 90 % с пределами допускаемой основной абсолютной погрешности по каналу относительной влажности  $\pm 2\%$ , диапазон измерений давления от 84 до 106 кПа с пределами допускаемой абсолютной погрешности по каналу атмосферного давления  $\pm 0,5$  кПа;

– рабочий эталон единицы температуры 3 разряда по ГОСТ 8.558-2009 «Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений температуры» (далее – эталон температуры) с диапазоном значений соответствующим контрольным точкам при поверке, пределы допускаемой абсолютной погрешности  $\pm 0,1^\circ\text{C}$ ;

– рабочий эталон единицы плотности 1 разряда по ГОСТ 8.024-2002 «Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений плотности» (далее – эталон плотности) с диапазоном значений соответствующим контрольным точкам при поверке;

– секундомер с погрешностью  $\pm 1,8$  с.

2.2 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик СИ с требуемой точностью.

2.3 Все применяемые эталоны должны быть аттестованы; средства измерений должны иметь действующий знак поверки и (или) свидетельство о поверке и (или) запись в

паспорте (формуляре) средства измерений, заверенной подписью поверителя и знаком поверки.

### 3 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

3.1 При проведении поверки соблюдают требования:

- правил технической эксплуатации электроустановок потребителей;
- правил безопасности при эксплуатации средств поверки и КИМ-ЧНП, приведенных в их эксплуатационных документах;
- инструкций по охране труда, действующих на объекте.

3.2 К проведению поверки допускаются лица, изучившие настоящую инструкцию, руководство по эксплуатации КИМ-ЧНП и прошедшие инструктаж по технике безопасности.

3.3 К средствам поверки и используемому при поверке оборудованию обеспечивают свободный доступ.

3.4 Освещенность должна обеспечивать отчетливую видимость применяемых средств поверки, снятие показаний с приборов.

3.5 При появлении течи поверочной жидкости и других ситуаций, нарушающих процесс поверки, поверка должна быть прекращена.

### 4 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

4.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- |  |                       |
|--|-----------------------|
| – поверочная жидкость                              | светлые нефтепродукты |
| – содержание свободного газа в поверочной жидкости | не допускается        |
| – температура поверочной жидкости, °С              | 20±10 <sup>1)</sup>   |
| – температура поверочной жидкости, °С              | 20±20 <sup>2)</sup>   |
| – температура окружающего воздуха, °С              | 20±5 <sup>1)</sup>    |
| – температура окружающего воздуха, °С              | 20±20 <sup>2)</sup>   |
| – относительная влажность, %                       | от 30 до 90           |
| – атмосферное давление, кПа                        | от 84 до 107          |

Примечание:

1) – при определении метрологических характеристик канала измерения массы КИМ-ЧНП;

2) – при определении метрологических характеристик канала измерения объема КИМ-ЧНП.

4.2 Изменение температуры воды и окружающего воздуха при определении относительной погрешности КИМ-ЧНП при измерении объема, плотности за время одного измерения не должно превышать ±0,5 °С. Контроль изменения температуры воды и окружающего воздуха производится с применением термометра с диапазоном измерений от 0 до плюс 40 °С и погрешностью ±0,05 °С.

4.3 Периодическую поверку КИМ-ЧНП, применяемых для измерений только некоторых измерительных каналов, допускается на основании письменного заявления владельца производить только по тем требованиям методики поверки, которые определяют пригодность КИМ-ЧНП для измерений данных величин. Соответствующая запись должна быть сделана в свидетельстве о поверке и в паспорте КИМ-ЧНП.

## 5 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

- При подготовке к поверке выполняют следующие работы:
- проверяют наличие действующих свидетельств об аттестации эталонов, а также информации о поверке средств измерений применяемых в качестве средств поверки;
  - средства поверки и КИМ-ЧНП выдерживают при температуре, указанной в разделе 4, не менее трех часов, если время их выдержки не указано в эксплуатационных документах;
  - подготавливают к работе средства поверки и КИМ-ЧНП в соответствии с их эксплуатационными документами.

## 6 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

### 6.1 Внешний осмотр

#### 6.1.1 При внешнем осмотре КИМ-ЧНП определяют:

- соответствие нанесенной маркировки на КИМ-ЧНП данным эксплуатационных документов;
- четкость изображений, надписей на маркировочной табличке;
- отсутствие вмятин и механических повреждений на КИМ-ЧНП, влияющих на его работоспособность;
- наличие действующего свидетельства о поверке на датчик давления, входящий в состав КИМ-ЧНП.

6.1.2 Результаты проверки считают положительными, если на КИМ-ЧНП отсутствуют механические повреждения и дефекты, ухудшающие его внешний вид или препятствующих его применению; маркировка соответствует требованиям эксплуатационных документов, имеется действующее свидетельство о поверке датчика давления, входящего в состав КИМ-ЧНП.

### 6.2 Опробование

Опробование КИМ-ЧНП проводят заполнением эталона объема или выдачи дозы поверочной жидкости в ёмкость, установленную на эталоне массы, при этом проверяют работу запорной арматуры, герметичность соединений, автоматическое прекращение подачи поверочной среды, а также наличие показаний КИМ-ЧНП.

Результаты поверки считаются положительными если отсутствуют протечки и каплепадения в соединениях и запорной арматуре КИМ-ЧНП, подача рабочей среды автоматически прекратилась после выдачи дозы поверяемой среды, показания КИМ-ЧНП соответствуют выданной дозе поверочной жидкости.

### 6.3 Подтверждение соответствия программного обеспечения

Подтверждение соответствия программного обеспечения КИМ-ЧНП проводят согласно с соответствующим разделам методик поверки счетчика-расходомера массового (далее – СРМ) и комплекса измерительно-вычислительного и управляющего на базе PLC (далее – контроллер), входящих в состав КИМ-ЧНП. Подтверждение соответствия программного обеспечения ПК оператора проводится в соответствии с руководством по эксплуатации на КИМ-ЧНП.

Результат подтверждения соответствия программного обеспечения считается положительным, если результаты проверки соответствия программного обеспечения СРМ и контроллера в соответствии с их методиками поверки положительные и идентификационное наименование и номер версии (идентификационный номер) программного обеспечения КИМ-ЧНП, реализованного на ПК оператора, соответствует

наименованию и номеру версии программного обеспечения, указанному в паспорте на КИМ-ЧНП.

#### 6.4 Определение метрологических характеристик

При определении метрологических характеристик КИМ-ЧНП проводится: определение метрологических характеристик КИМ-ЧНП по п. 6.4.1 настоящего документа или проведение поэлементной поверки средств измерений, входящих в состав КИМ-ЧНП по п. 6.4.2.

##### 6.4.1 Определение метрологических характеристик КИМ-ЧНП

##### 6.4.1.1 Определение относительной погрешности КИМ-ЧНП при измерении массы

При определении относительной погрешности КИМ-ЧНП при измерении массы производят выдачу дозы поверочной жидкости (далее – жидкости) в ёмкость, установленную на эталоне массы. Проведение относительной погрешности КИМ-ЧНП при измерении массы проводят на не менее 3 равноудаленных значениях расхода жидкости, включая минимальный и максимальный расход КИМ-ЧНП. Значение минимального и максимального расхода КИМ-ЧНП определяется в соответствии с паспортом КИМ-ЧНП. При каждом значении расхода проводят не менее 3 измерений. При каждом измерении обеспечивают время измерений не менее 30 с. Перед проведением измерений проводят подготовку к работе эталона массы, в том числе обнуление показаний, и подготовку к работе СРМ, в том числе установку нуля, в соответствии с их эксплуатационными документами. Выдачу дозы жидкости производят в соответствии с эксплуатационными документами КИМ-ЧНП. Определение метрологических характеристик КИМ-ЧНП при измерении массы проводят по формуле (1).

$$\delta_{ij} = \left( \frac{M_{yij} - M_{измij}}{M_{измij}} \right) \cdot 100, \% \quad (1)$$

$$M_{измij} = \frac{M_{eij} \cdot \rho_{жij}}{(\rho_{жij} - \rho_{воздij})}, \text{ кг} \quad (2)$$

где  $M_y$  – масса поверяемой жидкости по показаниям КИМ-ЧНП, кг;  
 $M_{изм}$  – масса поверочной жидкости по показаниям эталона массы с учетом выталкивающей силы, кг;  
 $M_e$  – масса поверочной жидкости по показаниям эталона массы без учета выталкивающей силы, кг;  
 $\rho_{ж}$  – плотность измеряемой среды по показаниям плотномера, кг/м<sup>3</sup>;  
 $\rho_{в}$  – плотность окружающего воздуха, кг/м<sup>3</sup> (Таблица Б.1 Приложение Б);  
 $j, i$  – индексы дозы и измерения.

КИМ-ЧНП считают прошедшим проверку, если значения относительной погрешности КИМ-ЧНП при измерении массы жидкости не превышает пределов, установленных в таблице 2 описания типа КИМ-ЧНП.

##### 6.4.1.2 Определение относительной погрешности КИМ-ЧНП при измерении объема

При определении относительной погрешности КИМ-ЧНП при измерении объема производят выдачу дозы жидкости в эталон объема. Проведение относительной погрешности КИМ-ЧНП при измерении объема проводят на не менее 3 равноудаленных значениях расхода жидкости, включая минимальный и максимальный расход КИМ-ЧНП. При каждом значении расхода проводят не менее 3 измерений. При каждом измерении обеспечивают время измерений не менее 30 с и объем дозы не менее 100 дм<sup>3</sup>. Перед

проведение измерений проводят подготовку эталона объема и СРМ, в том числе установку нуля, в соответствии с их эксплуатационными документами. Выдачу дозы жидкости производят в соответствии с эксплуатационными документами КИМ-ЧНП. Определение метрологических характеристик КИМ-ЧНП при измерении массы проводят по формуле (3).

$$\delta_{ij} = \left( \frac{V_{yij} - V_{mij}}{V_{mij}} \right) \cdot 100, \% \quad (3)$$

$$V_{mij} = V_{20} \cdot (1 + 3 \cdot \alpha \cdot (t_{mij} - 20) + \beta \cdot (t_{cij} - t_{mij})) \quad (4)$$

- где  $V_y$  – объем поверочной жидкости по КИМ-ЧНП, дм<sup>3</sup>;  
 $V_m$  – объем поверочной жидкости по показаниям эталона объема, приведенный к рабочим условиям КИМ-ЧНП, дм<sup>3</sup>;  
 $V_{20}$  – действительная вместимость эталона объема, соответствующая температуре плюс 20 °С, дм<sup>3</sup>;  
 $t_c$  – температура поверочной жидкости в КИМ-ЧНП (показания СРМ, входящего в состав комплекса), °С;  
 $t_m$  – температура поверочной жидкости в эталоне объема, °С;  
 $\alpha$  – коэффициент линейного расширения материала стенок эталона объема, °С<sup>-1</sup> (см. Таблица А.1 Приложение А);  
 $\beta$  – коэффициент объемного расширения поверочной жидкости, °С<sup>-1</sup> (выбирается из справочных данных для конкретной измеряемой среды).

КИМ-ЧНП считают прошедшим проверку, если значения относительной погрешности КИМ-ЧНП при измерении объема жидкости не превышает пределов, установленных в таблице 2 описания типа КИМ-ЧНП.

#### 6.4.1.3 Определение абсолютной погрешности КИМ-ЧНП при измерении температуры

Производят определение температуры жидкости по показаниям эталона температуры и по показаниям КИМ-ЧНП. Эталон температуры подключается в гидравлический тракт в непосредственной близости к СРМ. Проводят не менее трех измерений. Абсолютную погрешность СРМ при измерении температуры проводят во время подачи дозы поверяемой среды КИМ-ЧНП. Абсолютную погрешность СРМ при измерении температуры определяют по формуле:

$$\Delta t = t_i - t_{эi}, \text{ °С} \quad (5)$$

- где  $t$  – значение температуры по показаниям КИМ-ЧНП, °С;  
 $t_{э}$  – значение температуры по показаниям эталона температуры, °С.

КИМ-ЧНП считают прошедшим проверку, если значения относительной погрешности КИМ-ЧНП при измерении температуры жидкости не превышают пределов, установленных в таблице 2 описания типа КИМ-ЧНП.

#### 6.4.1.4 Определение абсолютной погрешности КИМ-ЧНП при измерении плотности

Определение абсолютной погрешности КИМ-ЧНП при измерении плотности жидкости проводят с использованием поверочной жидкости. Соотношение между пределами допускаемой относительной погрешности эталона плотности и пределами допускаемой относительной погрешности КИМ-ЧНП должно быть не более 1:3.

Эталон плотности устанавливают непосредственно в емкость, установленную на эталоне массы. Измерения плотности по показаниям КИМ-ЧНП проводят во время выдачи дозы поверочной среды. Измерения плотности по показаниям эталона плотности проводят непосредственно после выдачи дозы измеряемой среды КИМ-ЧНП.

Абсолютная погрешность СРМ при измерении плотности жидкости определяется

по формуле:

$$\Delta\rho = \rho_{ij} - \rho_{этij}, \text{ кг/м}^3 \quad (6)$$

где  $\rho$  – значение плотности по показаниям КИМ-ЧНП, кг/м<sup>3</sup>;  
 $\rho_{эт}$  – значение плотности по показаниям эталона плотности, кг/м<sup>3</sup>.

КИМ-ЧНП считают прошедшим проверку, если значения абсолютной погрешности КИМ-ЧНП при измерении плотности жидкости не превышает пределов, установленных в таблице 2 описания типа КИМ-ЧНП.

6.4.1.5 Поверку контроллера проводят в соответствии с МИ 2539-99 «ГСИ. Измерительные каналы контроллеров, измерительно-вычислительных, управляющих, программно-технических комплексов. Методика поверки».

Результаты проверки считаются положительными при положительном результате поверки контроллера.

6.4.2 Проведение поэлементной поверки средств измерений, входящих в состав КИМ-ЧНП.

Поэлементную поверку средств измерений, входящих в состав КИМ-ЧНП проводят в соответствии с документами и интервалами между поверками, указанными в таблице 1 настоящей методики поверки и разделах «Поверка» описаний типа, являющихся обязательными приложениями к свидетельствам об утверждении типа на данные средства измерений и в свидетельствах об утверждении типа на данные средства измерений соответственно.

Таблица 1.

Наименование типа СИ	Регистрационный номер	Документ на методику поверки	Интервал между поверками
1	2	3	4
Счетчики-расходомеры массовые Micro Motion модификации F, CMF	45115-10	«Рекомендация. ГСИ. Счетчики-расходомеры массовые Micro Motion. Методика поверки»	4
Счетчики-расходомеры массовые Micro Motion модификации F, CMF	45115-16	МП 45115-16 «ГСИ. Счетчики-расходомеры массовые Micro Motion. Методика поверки»	4
Счетчики-расходомеры массовые ЭЛМЕТРО-Фломак	47266-16	3124.0000.00-01 МП «Счетчики-расходомеры массовые ЭЛМЕТРО-Фломак. Методика поверки»	4
Счетчики-расходомеры массовые СКАТ	60937-15	МП 0249-1-2015 «Инструкция. ГСИ. Счетчики-расходомеры массовые СКАТ. Методика поверки»	4
Комплекс измерительно-вычислительный и управляющий на базе PLC	15652-09	МИ 2539-99 «ГСИ. Измерительные каналы контроллеров, измерительно-вычислительных, управляющих, программно-технических комплексов. Методика поверки»	2

Поверку средств измерений, входящих в состав КИМ-ЧНП допускается не проводить, если срок действия действующее свидетельства о поверке не менее 2 лет.

Результаты поверки считаются положительными, если поверка всех средств измерений, входящих в состав КИМ-ЧНП положительная.

## 7 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

7.1 Результаты поверки, измерений и вычислений вносят в протокол поверки КИМ-ЧНП произвольной формы.

7.2 При положительных результатах поверки оформляют свидетельство о поверке КИМ-ЧНП в соответствии с приказом Минпромторга России № 1815 от 2 июля 2015 г. «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке», в паспорте делают отметку о дате очередной поверки. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке, а также в соответствии с описаниями типа средств измерений, входящих в состав комплексов измерений массы КИМ-ЧНП.

7.3 В свидетельстве о поверке или в протоколе поверке указывают перечень свидетельств о поверке средства измерений, входящих в состав КИМ-ЧНП.

7.4 Если КИМ-ЧНП по результатам поверки признана непригодной к применению, свидетельство о поверке аннулируют и выписывается извещение о непригодности в соответствии с порядком проведения поверки средств измерений, утвержденным приказом Минпромторга России № 1815 от 02.07.2015 «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке».

**Приложение А**  
(справочное)

**Плотность воздуха**

А.1 Плотность воздуха определяют исходя из значений температуры и атмосферного давления окружающей среды в соответствии с Таблицей А.1.

**Т а б л и ц а А.1** Плотность воздуха

Давле- ние, мм рт. ст.	Температура t, °C										
	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Плотность, кг/м <sup>3</sup>											
630	1,016	1,012	1,009	1,005	1,002	0,998	0,995	0,991	0,988	0,985	0,981
635	1,024	1,020	1,017	1,013	1,010	1,006	1,003	0,999	0,996	0,993	0,989
640	1,032	1,028	1,025	1,021	1,018	1,014	1,011	1,007	1,004	1,000	0,997
645	1,040	1,036	1,033	1,029	1,026	1,022	1,019	1,015	1,012	1,008	1,005
650	1,048	1,044	1,041	1,037	1,033	1,030	1,026	1,023	1,019	1,016	1,013
655	1,056	1,052	1,049	1,045	1,041	1,038	1,034	1,031	1,027	1,024	1,020
660	1,064	1,060	1,057	1,053	1,049	1,046	1,042	1,039	1,035	1,032	1,028
665	1,072	1,068	1,065	1,061	1,057	1,054	1,050	1,047	1,043	1,040	1,036
670	1,080	1,076	1,073	1,069	1,065	1,062	1,058	1,054	1,051	1,047	1,044
675	1,088	1,084	1,081	1,077	1,073	1,070	1,066	1,062	1,059	1,055	1,052
680	1,096	1,092	1,089	1,085	1,081	1,077	1,074	1,070	1,067	1,063	1,059
685	1,104	1,100	1,097	1,093	1,089	1,085	1,082	1,078	1,074	1,071	1,067
690	1,112	1,108	1,105	1,101	1,097	1,093	1,090	1,086	1,082	1,079	1,075
695	1,120	1,117	1,113	1,109	1,105	1,101	1,098	1,094	1,090	1,086	1,083
700	1,128	1,125	1,121	1,117	1,113	1,109	1,105	1,102	1,098	1,094	1,091
705	1,137	1,133	1,129	1,125	1,121	1,117	1,113	1,110	1,106	1,102	1,098
710	1,145	1,141	1,137	1,133	1,129	1,125	1,121	1,117	1,114	1,110	1,106
715	1,153	1,149	1,145	1,141	1,137	1,133	1,129	1,125	1,121	1,118	1,114
720	1,161	1,157	1,153	1,149	1,145	1,141	1,138	1,134	1,130	1,126	1,122
725	1,169	1,165	1,161	1,157	1,153	1,149	1,145	1,142	1,138	1,134	1,130
730	1,177	1,173	1,169	1,165	1,161	1,157	1,153	1,149	1,146	1,142	1,138
735	1,185	1,181	1,177	1,173	1,169	1,165	1,161	1,157	1,153	1,149	1,146
740	1,193	1,189	1,185	1,181	1,177	1,173	1,169	1,165	1,161	1,157	1,153
745	1,202	1,197	1,193	1,189	1,185	1,181	1,177	1,173	1,169	1,165	1,161
750	1,210	1,205	1,201	1,197	1,193	1,189	1,185	1,181	1,177	1,173	1,169
755	1,218	1,213	1,209	1,205	1,201	1,197	1,193	1,189	1,185	1,181	1,177
760	1,226	1,221	1,217	1,213	1,209	1,205	1,201	1,197	1,193	1,189	1,185
765	1,234	1,230	1,225	1,221	1,217	1,213	1,209	1,205	1,200	1,196	1,192
770	1,242	1,238	1,233	1,229	1,225	1,221	1,217	1,212	1,208	1,204	1,200
775	1,249	1,245	1,241	1,237	1,232	1,228	1,224	1,220	1,216	1,212	1,207
780	1,258	1,254	1,249	1,245	1,241	1,236	1,232	1,228	1,224	1,220	1,216
785	1,266	1,261	1,257	1,252	1,248	1,244	1,240	1,236	1,231	1,227	1,223
790	1,274	1,269	1,265	1,260	1,256	1,252	1,248	1,243	1,239	1,235	1,231
795	1,282	1,277	1,273	1,268	1,264	1,260	1,256	1,251	1,247	1,243	1,239

**Приложение Б**  
(справочное)

**Коэффициент линейного расширения материала стенок мерника**

Б.1 Коэффициент линейного расширения материала стенок мерника определяют из Таблицы Б.1.

Т а б л и ц а Б.1 Коэффициент линейного расширения материала стенок мерника

Материал стенок мерника	Коэффициент линейного расширения, °С <sup>-1</sup>
1	2
Сталь углеродистая	$11,2 \cdot 10^{-6}$
Сталь легированная	$11,0 \cdot 10^{-6}$
Сталь нержавеющая	$16,6 \cdot 10^{-6}$
Латунь	$17,8 \cdot 10^{-6}$
Алюминий	$24,5 \cdot 10^{-6}$
Медь	$17,4 \cdot 10^{-6}$