ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО СТАНДАРТАМ

ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ
(ВНИИМС)

НПО „ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
МЕТРОЛОГИИ им. Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА"
(НПО „ВНИИМ им. Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА")

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

МЕТОДИКА ВНЕДРЕНИЯ ГОСТ 8.417-81 „ГСИ. ЕДИНИЦЫ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН" В ОБЛАСТЯХ ИЗМЕРЕНИЙ ДАВЛЕНИЯ, СИЛЫ И ТЕПЛОВЫХ ВЕЛИЧИН

МИ 221-85

gost.e-ecolog.ru

РАЗРАБОТАНЫ ВНИИМС И НПО „ВНИИМ им. Д.И. Менделеева"

ИСПОЛНИТЕЛИ

В.С. Ершов, Г.П. Сафаров, П.Н. Селиванов (руководители темы); **А.В.Ерюхин, А.М. Кипнис, В.Д. Микина, К.И. Хансуваров, Н.С. Чаленко**

ПОДГОТОВЛЕНЫ К УТВЕРЖДЕНИЮ ВНИИМС

Нач. отдела **Г.П. Сафаров**
Исполнитель **И.З. Грибова**

НПО „ВНИИМ им. Д.И. Менделеева"

Нач. отдела **П.Н. Селиванов**
Исполнитель **Н.А. Ерюхина**

УТВЕРЖДЕНЫ НТС ВНИИМС 30 сентября 1985 г., протокол № 17

УДК 389.1:389.151 Т 80.0

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

ГСИ. Методика внедрения ГОСТ 8.417–81 „ГСИ. Единицы физических величин" в областях измерений давления, силы и тепловых величин

МИ 221–85

Настоящая методика устанавливает порядок внедрения единиц Международной системы единиц (СИ), а также кратных и дольных от них по ГОСТ 8.417–81 (СТ СЭВ 1052–78) в областях измерений силы, давления и тепловых величин.

Методика содержит два раздела. В разд. I отражены общие вопросы, связанные с переходом на единицы, соответствующие ГОСТ 8.417–81. В разд. II рассматриваются конкретные вопросы, связанные с переградуировкой средств измерений силы, давления и тепловых величин.

РАЗДЕЛ I

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1.1. Внедрение ГОСТ 8.417–81 в областях измерений силы, давления и тепловых величин осуществляют органы государственной и ведомственных метрологических служб.

1.1.2. Государственная метрологическая служба обеспечивает поверку образцовых средств измерений соответствующих разрядов и рабочих средств измерений в единицах, предусмотренных ГОСТ 8.417–81, а также оказывает методическую помощь ведомственным метрологическим службам.

1.1.3. Ведомственные метрологические службы организуют учет и контроль средств измерений и нормативно-технической документации (НТД), требующих приведения в соответствие с ГОСТ 8.417–81 и решают практические вопросы, возникающие при внедрении ГОСТ 8.417–81 на предприятиях (организациях).

1.1.4. Внедрение СИ производится в соответствии с утвержденными в установленном порядке программами мероприятий министерств и ведомств, а также подчиненных им организаций и предприятий.

1.1.5. Программы мероприятий министерств и ведомств по внедрению ГОСТ 8.417–81 предусматривает переходный период, во время которого все территориальные органы обеспечивают поверку средств измерений по требованию заказчика как в ранее применявшихся единицах, так и в единицах по ГОСТ 8.417–81.

1.1.6. Средства измерений, градуированные в ранее применявшихся единицах, следует переградуировывать в единицах СИ или кратных и дольных от них. Методы и операции поверки, принятые действующими НТД на методики поверки, при этом сохраняются.

1.1.7. В переходный период, когда в эксплуатации находится большое количество средств измерений, градуированных в ранее применявшихся единицах, и необходимость их применения пока еще не отпала, при поверке возможны следующие случаи:

образцовые и поверяемые средства измерений градуированы в одинаковых единицах, устанавливаемых ГОСТ 8.417–81, или в старых;

образцовые средства измерений градуированы в старых единицах, а поверяемые – в единицах, устанавливаемых ГОСТ 8.417–81, или наоборот.

В первом случае поверка осуществляется по действующим стандартам и НТД на методики поверки без переградуировки образцовых средств измерений. Во втором случае образцовые средства измерений требуют переградуировки или введения в их показания соответствующих поправок.

1.1.8. В НТД на методики поверки, а также в материалах по оформлению результатов поверки, предпочтение следует отдавать русским обозначениям, однако применение международных обозначений не запрещается. Нельзя лишь применять в одном и том же документе одновременно международные и русские обозначения единиц.

1.1.9. Для снижения вероятности ошибок десятичные кратные и дольные единицы при расчетах рекомендуется подставлять в конечный результат, а в процессе вычислений все величины выражать в единицах СИ, заменяя приставки степенями числа 10. Числовые значения величины должны находиться в диапазоне 0,1 – 1000.

1.1.10. Шкалы средств измерений и таблички на приборах должны иметь международные обозначения единиц.

1.1.11. Переходу производства на СИ должна предшествовать подготовка, включающая разработку новой технологической документации, инструкций и другой НТД; проведение специальных занятий с обслуживающим персоналом; проведение широкой пропаганды необходимости внедрения единиц по ГОСТ 8.417–81.

1.1.12. Программами мероприятий установлено, что основные приборостроительные заводы перейдут на выпуск всей продукции, переградуированной в единицах СИ, кратных и дольных от них с 1986 г. В заявках на средства измерений следует указывать только единицы по ГОСТ 8.417–81.

Практически заводы начали выпуск приборов, градуированных в соответствии с ГОСТ 8.417–81, по отдельным видам изделий и раньше, но это не могло быть отражено в заявках, которые оформлялись практически за два года до поставки продукции потребителю.

1.1.13. Во избежание дополнительной нагрузки на приборостроительные заводы и ремонтные службы годовой объем замены приборов, градуированных в старых единицах, на приборы, градуированные в единицах по ГОСТ 8.417–81, должен примерно соответствовать обычному амортизационному фонду.

1.1.14. Не допускается в одной технологической линии, цехе эксплуатировать одновременно средства измерений, градуированные в единицах по ГОСТ 8.417–81 и в единицах, запрещенных к применению. На крупных предприятиях переход следует планировать по технологическим линиям или цехам. Ежегодно заказы на новые средства измерений следует составлять так, чтобы при очередном профилактическом ремонте ту или иную технологическую линию или цех целиком перевести на совокупность единиц, устанавливаемых ГОСТ 8.417–81. Приборы, снятые с этой линии, после поверки или ремонта должны передаваться в качестве ремонтного фонда на другие линии или в другие цеха, где еще используются старые единицы.

1.1.15. Территориальные органы Госстандарта СССР обязаны проверять наличие на предприятиях (в организациях) программ мероприятий по внедрению ГОСТ 8.417–81, а также контролировать их выполнение.

1.1.16. Проведение контрольных государственных испытаний эксплуатируемых средств измерений не допускается при несоответствии средства измерений требованиям ГОСТ 8.417–81.

1.2. Переход в области измерений давления на единицу СИ (паскаль), кратные и дольные от нее

1.2.1. В поверочной практике нашли применение следующие образцовые средства измерений: грузопоршневые, деформационные показывающие, жидкостные манометры и измерительные преобразователи давления.

1.2.2. В переходный период, пока территориальные органы еще не полностью оснащены новыми комплектами грузов к грузопоршневым манометрам, деформационные манометры и измерительные преобразователи, градуированные в паскалях, кратных и дольных от него, разрешается поверять с помощью разновесов.

1.2.3. Поверка образцовых деформационных манометров с условными шкалами, отрегулированных на номинальное значение в паскалях (Па), в переходный период может осуществляться по требованию потребителя как в старых единицах давления, так и в единицах по ГОСТ 8.417–81. При этом за каждую градуировку (поверку) взимается отдельная такса государственных сборов.

1.2.4. Поверка жидкостных манометров, градуированных в паскалях, по жидкостным образцовым манометрам, градуированным в миллиметрах водяного столба (мм вод.ст.) или миллиметрах ртутного столба (мм рт.ст.) выполняется с помощью градуировочных таблиц.

1.2.5. Новые показывающие манометры, выпущенные заводом со шкалами, градуированными реперными знаками для поверки их в килограмм-силах на квадратный сантиметр (кгс/см^2), в переходный период можно поверять по реперным знакам.

1.2.6. Заводы ВПО „Эталон" в переходный период выпускают по заказу потребителя грузопоршневые манометры с комплектацией грузов в вариантах, указанных ниже.

Для грузопоршневых манометров класса 0,02:

1-й вариант – два комплекта грузов, подогнанных под номинальное значение массы;

2-й вариант – два комплекта грузов, подогнанных под номинальное значение массы; комплект грузов, подогнанных под номинальное давление, выраженное в паскалях (Па);

3-й вариант – два комплекта грузов, подогнанных под номинальное значение массы; два комплекта грузов, подогнанных под номинальное давление: один – в паскалях, другой – в килограмм-силах на квадратный сантиметр (кгс/см^2).

Для грузопоршневых манометров класса 0,05:

1-й вариант – комплект грузов, подогнанных под номинальное давление, выраженное в паскалях (Па);

2-й вариант – комплект грузов, подогнанных под номинальное давление, выраженное в килограмм-силах на квадратный сантиметр (кгс/см^2);

3-й вариант – два комплекта грузов: один – в паскалях, другой – в килограмм-силах на квадратный сантиметр.

Для грузопоршневых манометров типов МП-0,4 и МПА-15:

1-й вариант – комплект грузов в паскалях (Па);

2-й вариант – комплект грузов в миллиметрах ртутного столба (мм рт.ст);

3-й вариант – два комплекта грузов: один – в паскалях, другой – в миллиметрах ртутного столба.

1.2.7. Грузопоршневые манометры класса 0,02 в 1-м варианте целесообразно иметь в тех случаях, когда основной объем поверяемых приборов составляют грузопоршневые манометры класса 0,05.

Вариант исполнения грузопоршневых манометров следует выбирать, исходя из количества поверяемых деформационных манометров, градуированных в паскалях или килограмм-силах на квадратный сантиметр. При этом следует иметь в виду, что приборы 3-го варианта выпускаются в ограниченном количестве (кроме грузопоршневых манометров типа МП-0,4).

1.2.8. ГОСТ 8.417–81 рекомендует (для областей измерения давления, охватываемых государственными поверочными схемами по ГОСТ 8.017–79, ГОСТ 8.223–76, ГОСТ 8.187-76 и ГОСТ 8.107–81) применение

следующих кратных паскалю единиц: мегапаскаль (МПа), килопаскаль (кПа), гектопаскаль (гПа), декапаскаль (даПа).

1.2.9. Единица давления бар (1 бар = 10^5 Па), а также кратные и дольные от нее единицы, срок изъятия которых будет установлен в соответствии с международными соглашениями, допускаются к применению в случаях, в которых они применялись ранее.

1.2.10. Диапазоны применения различных кратных единиц проиллюстрированы графиком (см. справочное приложение 1).

В справочном приложении 2 приведены соотношения единиц давления.

1.3. Переход в области измерений силы на единицу СИ (ньютон), кратные и дольные от нее

1.3.1. В поверочной практике применяются следующие образцовые средства измерений: эталонные установки воспроизведения силы методом непосредственного нагружения; образцовые динамометры виброчастотные 1-го разряда типов ДОВР и ДОВС, динамометры механические с оптическим отсчетным устройством; силоизмерительные машины 2-го разряда рычажные и гидравлические; динамометры механические с оптическим отсчетным устройством 3-го разряда.

1.3.2. Территориальные органы Госстандарта СССР должны быть оснащены вторым комплектом мер силы, аттестованным и градуированным в единицах по ГОСТ 8.417–81. Этот набор должен иметь высококачественное антикоррозионное покрытие и по форме отличаться от стандартных мер массы.

1.3.3. В течение переходного периода до оснащения дополнительными наборами масс образцовые динамометры разрешается градуировать в единицах по ГОСТ 8.417–81 путем пересчета.

1.3.4. Образцовые средства измерений силы, имеющие условную шкалу, в переходный период поверяют по требованию потребителя как в ньютонах, так и в килограмм-силах с применением соответствующих средств поверки и выдачей градуировочной таблицы. При этом, за каждую градуировку (поверку) взимается отдельная такса государственных сборов.

1.3.5. В области измерений силы в соответствии с требованиями ГОСТ 8.417–81 рекомендуется применение кратных ньютону (Н) единиц. Например: килоньютон (кН) и меганьютон (МН).

1.4. Переход в области измерений тепловых величин на единицы СИ, кратные и дольные от них

1.4.1. Переградуировке подлежат средства измерений количества теплоты, теплопроводности и теплоемкости.

1.4.2. Средства измерений, градуированные в калориях и основанных на ней единицах, требуют переградуировки в единицу СИ – джоуль (Дж) – и основанные на нем единицы либо кратные и дольные от них (справочное

приложение 3). Методы и операции поверки, принятые действующими НТД на методики поверки, при этом сохраняются.

1.4.3. Переградуировку рабочих средств индивидуального или мелкосерийного ведомственного изготовления следует производить силами ремонтного предприятия или предприятия, изготовившего прибор.

РАЗДЕЛ II

2.1. Приведение в соответствие с ГОСТ 8.417–81 средств измерений давления

Регламентируются требования, которые должны быть учтены при приведении в соответствие с ГОСТ 8.417–81 средств измерений давления, охватываемых государственными поверочными схемами по ГОСТ 8.017–79, ГОСТ 8.223–76, ГОСТ 8.187–76 и ГОСТ 8.107–81.

2.1.1. Образцовые грузопоршневые манометры

2.1.1.1. В соответствии с государственной поверочной схемой по ГОСТ 8.017–79 передача размера единицы давления от государственного первичного эталона к образцовым средствам измерений осуществляется двумя способами:

к образцовым грузопоршневым манометрам поэлементным методом путем определения эффективной площади поршня;

к образцовым деформационным манометрам и показывающим образцовым манометрам других типов методом прямого сличения по значению создаваемого грузопоршневым манометром давления.

2.1.1.2. В первом случае, когда в результате сличения определяется эффективная площадь образцового грузопоршневого манометра низшего разряда, переградуировка образцового грузопоршневого манометра высшего разряда не требуется. На оба сличаемых манометра накладываются грузы, масса которых подогнана по номиналу. Это относится к поверке образцовых грузопоршневых манометров 1-го разряда – по рабочему эталону и 2-го разряда – по образцовому грузопоршневому манометру 1-го разряда в соответствии с ГОСТ 8.479–82.

2.1.1.3. Во втором случае, когда в результате прямого сличения по давлению производится поверка или градуировка образцовых деформационных манометров или показывающих манометров других типов по образцовым грузопоршневым манометрам высшего разряда, показания последних должны быть выражены в единицах давления, в которых градуированы поверяемые средства измерений.

2.1.1.4. Для всех грузопоршневых манометров градуировка в заданных единицах давления осуществляется путем расчета массы грузов, соответствующей заданному давлению, эффективной площади поршня и местному (или нормальному) ускорению свободного падения.

2.1.1.5. До введения в действие ГОСТ 8.417–81 все грузопоршневые манометры избыточного давления градуировали в килограмм-силах на квадратный сантиметр (кгс/см^2) путем подгонки массы грузов в соответствии с формулой

$$m' = \frac{9{,}806\,65}{g}\left(1 + \frac{\rho_в}{\rho}\right) \cdot F \cdot p', \qquad (1)$$

где m' – масса груза, кг; g – ускорение свободного падения, м/с^2; $\rho_в$ и ρ – плотность воздуха и условная плотность материала грузов, кг/м^3; F – эффективная площадь поршня, см^2; p' – давление, создаваемое наложением одного груза, кгс/см^2.

2.1.1.6. При градуировке грузопоршневых манометров в паскалях (Па) массу грузов рассчитывают по формуле

$$m = \left(1 + \frac{\rho_в}{\rho}\right) \cdot \frac{p \cdot F}{g}, \qquad (2)$$

где p – давление, создаваемое наложением одного груза, Па; F – эффективная площадь поршня, м^2.

По этой же формуле определяют массу поршня с грузоприемной тарелкой для манометров с неуравновешенным поршнем.

Примечание. Если в манометре применяются два комплекта грузов для задания давления как в единицах по ГОСТ 8.417–81, так и в старых единицах, то на поршень накладывается груз в соответствии с п. 2.1.1.10.

2.1.1.7. Кратные единицы для градуировки грузопоршневых манометров выбирают следующие:

килопаскаль для манометров с верхним пределом измерений до $1 \cdot 10^6$ Па;

мегапаскаль для манометров с верхним пределом измерений от $1 \cdot 10^6$ до $2{,}5 \cdot 10^8$ Па.

2.1.1.8. При градуировке грузоподъемных манометров в паскалях должны быть сохранены числовые значения пределов измерений, значения давления, создаваемого каждым грузом, а также комплектность грузов, установленные действующими стандартами. Например, для манометра МП-2,5 верхний предел измерений должен быть равен 250 кПа, а давления, создаваемые грузами, 5 и 10 кПа; для манометра МП-600 верхний предел измерений 60 МПа, а давления, создаваемые грузами, 0,5; 1 и 5 МПа.

2.1.1.9. Поправки на изменение эффективной площади поршня под давлением вводятся в соответствии с формулами (6), (7), (8) ГОСТ 8291–83.

2.1.1.10. При поверке манометров, градуированных в паскалях по образцовым грузопоршневым манометрам, проградуированным в килограмм-силах на квадратный сантиметр, масса каждого груза последних, а также масса поршня с грузоприемной тарелкой, должны быть увеличены на

$$\Delta m = m - m', \qquad (3)$$

где m — масса груза манометра, градуированного в паскалях, кг (п. 2.1.1.6); m' — масса груза манометра, градуированного в килограмм-силах на квадратный сантиметр, кг (п. 2.1.1.5).

Примечание. Расчетные значения дополнительной массы по формуле (3) с дискретностью, равной поправке к наименьшему грузу, для всего диапазона измерений целесообразно свести в таблицу или изготовить специальные дополнительные грузы.

2.1.1.11. Поверка манометров, градуированных в килограмм-силах на квадратный сантиметр по образцовым грузопоршневым манометрам, градуированным в паскалях, крайне неудобна, так как приводит к необходимости наложения большого количества разновесов. В этом случае целесообразнее пересчитать значения давления в паскалях в значения давления в килограмм-силах на квадратный сантиметр и проводить поверку по точкам, соответствующим некруглым значениям давления в килограмм-силах на квадратный сантиметр.

2.1.2. Показывающие деформационные манометры

2.1.2.1. В народном хозяйстве страны используются деформационные манометры, в том числе и образцовые деформационные манометры следующих типов: образцовые показывающие манометры с условными шкалами классов 0,15; 0,25 и 0,4; импортные показывающие манометры с именованными шкалами классов 0,1, 0,25 и 0,5; измерительные преобразователи давления с цифровым отсчетом классов 0,05 и 0,1.

2.1.2.2. Переградуировку образцовых показывающих манометров с условными шкалами в паскалях следует проводить путем составления новой градуировочной таблицы сличением с соответственно градуированным образцовым манометром высшего разряда. Предварительно передаточный механизм поверяемого манометра регулируют так, чтобы верхний предел измерений в паскалях соответствовал конечной оцифрованной отметке условной шкалы.

2.1.2.3. Переградуировка показывающих манометров с именованными шкалами в паскалях, помимо регулировки передаточного механизма, требует изменения оцифровки и обозначений единицы давления, т.е. замены или переделки шкал.

2.1.2.4. Переградуировку образцовых измерительных преобразователей в комплекте с цифровым вольтметром следует производить путем уменьшения коэффициента преобразователя примерно на 2% с помощью образцового манометра высшего разряда.

2.1.2.5. Работы по регулировке и переградуировке показывающих деформационных манометров должны производить ремонтные организации или заводы-изготовители. При наличии новых шкал эти работы могут выполнять организации, имеющие право ведомственной поверки.

2.1.2.6. В переходный период допускается поверять показывающие манометры, градуированные в паскалях, на шкалах которых нанесены реперные отметки, в старых единицах, с помощью образцовых средств измерений, градуированных в этих же единицах.

2.1.3. Жидкостные манометры

2.1.3.1. В отдельных отраслях народного хозяйства применяют жидкостные манометры, верхние пределы измерений которых составляют: до 10 – 20 кПа – для манометров с водяным заполнением; до 150 – 400 кПа – для манометров с ртутным заполнением.

2.1.3.2. По принципу действия жидкостные манометры относятся к приборам, в которых мерой давления является высота столба жидкости, заполняющей измерительную систему, что существенно ограничивает возможности переградуировки их шкал.

2.1.3.3. При градуировке жидкостных манометров рекомендуются следующие десятичные кратные паскалю единицы: декапаскаль – для манометров с водяным заполнением; гектопаскаль – для манометров с ртутным заполнением.

2.1.3.4. Шкалы жидкостных манометров общего назначения, в которых в качестве рабочей жидкости могут применяться вода или ртуть, в принципе не могут быть градуированы в одних и тех же единицах давления, так как в зависимости от применяемой жидкости (вода или ртуть) существенно различаются масштабы шкал.

2.1.3.5. При градуировке упомянутых в п. 2.1.3.4 жидкостных манометров в паскалях их шкалы следует рассматривать как условные, т.е. градуировка манометров сводится к составлению градуировочных таблиц из данных непосредственного сличения с образцовыми манометрами высших разрядов.

2.1.3.6. В ряде отраслей народного хозяйства применяют образцовые жидкостные манометры специализированного назначения, когда в качестве рабочей жидкости используется только одна жидкость – вода или ртуть. Такие манометры могут быть приведены в соответствие с ГОСТ 8.417–81 путем замены шкал, градуированных в миллиметрах ртутного столба или миллиметрах водяного столба (мм вод.ст.), на шкалу, градуированную в паскалях. При этом в манометрах, заполненных ртутью, верхний предел измерений не будет соответствовать нормальному ряду. Например, в ртутном манометре с высотой столба ртути 1000 мм верхний предел измерений будет равен 133,3 кПа.

2.1.3.7. С точки зрения расчета шкал жидкостных манометров можно выделить два случая:

показания отсчитываются по двум коленам манометра (U – образные манометры);

показания отсчитываются по одному колену манометра (чашечные манометры).

2.1.3.8. Для U-образных манометров шкалы, Па, размечают по формуле

$$H = \frac{1}{\rho \cdot g} \cdot p, \qquad (4)$$

где p – давление, Па; ρ – плотность рабочей жидкости, кг/м^3; g – ускорение свободного падения, м/с^2; H – расстояние от нулевой отметки шкалы до отметки, соответствующей давлению p, м.

Если манометр заполнен водой, то при $\rho_{20} = 0{,}998\ 23 \cdot 10^3$ кг/м^3 и ускорении свободного падения $g = 9{,}806\ 65$ м/с^2

$$H = 1{,}021\ 52 \cdot 10^{-4} p, \text{ где } H \text{ выражено в м,}$$

или (5)

$$H = 0{,}102\ 152\, p, \text{ где } H \text{ выражено в мм.}$$

Если манометр заполнен ртутью, то при $\rho_{20} = 13{,}545\ 8 \cdot 10^3$ кг/м^3 и ускорении свободного падения $g = 9{,}806\ 65$ м/с^2

$$H = 7{,}527\ 9 \cdot 10^{-6} p, \text{ где } H \text{ выражено в м,}$$

или (6)

$$H = 7{,}527\ 9 \cdot 10^{-3} p, \text{ где } H \text{ выражено в мм.}$$

2.1.3.9. Для чашечных манометров с отсчетом по одному колену разметка шкал в паскалях производится по формуле

$$H = \frac{1}{\rho\, g\, (1 + f/F)} \cdot p, \qquad (7)$$

где f – площадь сечения трубки, по которой производится отсчет, м^2; F – площадь сечения сообщающегося с трубкой сосуда (чашки), м^2.

Если манометр заполнен водой, то при $\rho_{20} = 0{,}998\ 23 \cdot 10^3$ кг/м^3, $g = 9{,}806\ 65$ м/с^2 и $f/F = 0{,}05$

$$H = 0{,}972\ 288 \cdot 10^{-4} p, \text{ где } H \text{ выражено в м,}$$

или (8)

$$H = 0{,}097\ 228\ 8 p, \text{ где } H \text{ выражено в мм.}$$

Если манометр заполнен ртутью, то при $\rho_{20} = 13{,}545\ 8 \cdot 10^3$ кг/м^3, $g = 9{,}806\ 65$ м/с^2 и $f/F = 0{,}05$

$$H = 7{,}169\ 4 \cdot 10^{-6} p, \text{ где } H \text{ выражено в м,}$$

или (9)

$$H = 7{,}169\ 4 \cdot 10^{-3} p, \text{ где } H \text{ выражено в мм.}$$

2.1.3.10. Если шкала жидкостного манометра градуирована в миллибарах (мбар), то ее переградуировывать не следует.

2.1.4. Измерительные преобразователи давления

2.1.4.1. Методика переградуировки измерительных преобразователей давления в паскали, кратные и дольные от паскаля обусловлена видом выходного сигнала – пневматическим или электрическим.

2.1.4.2. Переградуировка измерительных преобразователей давления с пневматическим выходным сигналом должна осуществляться корректировкой начального значения выходного сигнала преобразователя 20 кПа (при отсутствии измеряемого давления) по образцовому прибору на выходе преобразователя.

2.1.4.3. Переградуировка измерительных преобразователей давления с электрическим выходным сигналом (тока, напряжения, частоты, взаимной индуктивности и т.д.) должна осуществляться путем уменьшения коэффициента преобразования примерно на 2% с помощью образцового манометра на входе преобразователя и образцового прибора на выходе преобразователя.

2.1.4.4. Работы по переградуировке измерительных преобразователей давления должны проводить ремонтные организации и заводы-изготовители. Эксплуатирующие организации могут проводить переградуировку при наличии собственной ведомственной метрологической службы и с разрешения местных органов Госстандарта СССР.

2.2. Приведение в соответствие с ГОСТ 8.417–81 средств измерений силы

Регламентируются требования, которые должны быть учтены при приведении в соответствие с ГОСТ 8.417–81 средств измерений силы, охватываемых государственной поверочной схемой по ГОСТ 8.065–85. Характер переградуировки образцовых средств измерений или введения поправок в их показания определяется принципом их действия.

2.2.1. Переградуировка образцовых средств измерений силы

2.2.1.1. Эталонные установки воспроизведения силы в течение переходного периода должны обеспечить градуировку динамометров 1-го разряда как в килограмм-силах (кгс), так и в ньютонах (Н).

Для воспроизведения нагрузок в единице СИ для каждой установки должен быть рассчитан, изготовлен и аттестован магазин дополнительных мер силы ручного наложения и составлены таблицы для его применения.

Параллельно должны быть проведены следующие подготовительные работы для перевода эталонных установок на ньютон:

расчет масс дополнительных мер силы для каждого пакета или отдельной массы меры силы для каждой эталонной установки;

конструирование дополнительных мер силы, разработка способа их крепления;

изготовление дополнительных мер силы и крепежных приспособлений;

аттестация дополнительных мер силы;

создание дополнительного магазина мер силы ручного наложения для воспроизведения дополнительных значений основного ряда нагрузок каждой установки.

Дополнительная масса $m_{доп}$ для перевода любой меры силы из системы МКГСС в СИ может быть определена по уравнению

$$m_{доп} = \frac{P_{Н} - P_{кгс} K}{g\,(1 - \rho_1 / \rho_2)}\,, \qquad (10)$$

где $m_{доп}$ – дополнительная масса, кг; $P_{Н}$ – требуемое значение меры силы, Н; $P_{кгс}$ – существующее значение меры силы, кгс; $K = 9{,}806\,65$ – коэффициент, определяемый соотношением между единицами силы в системе МКГСС и СИ; g – ускорение свободного падения, м/с^2; ρ_1 – плотность воздуха при атмосферном давлении, кг/м^3; ρ_2 – плотность материала меры силы, кг/м^3.

При соотношении между единицами силы 1 кгс = 9,806 65 Н наиболее целесообразно вводить дополнительные массы для перевода любой меры силы из x кгс в $10x$ Н; для этого значение $P_{Н}$ в вышеприведенное уравнение должно подставляться равным $10P_{кгс}$. В этом случае $m_{доп}$ имеет минимальное значение, а номинальное значение новой меры силы изменяется в 10 раз, что позволяет сохранить номинальный ряд верхних пределов измерений всех приборов.

По окончании переходного периода переводят все эталонные установки на работу в единицах по ГОСТ 8.417–81 путем установки дополнительных мер силы на каждый пакет мер силы или отдельную меру силы этих установок.

Эту операцию целесообразно совместить с очередной аттестацией установки.

2.2.1.2. Динамометры 1-го разряда в переходный период работают в обеих системах. По окончании переходного периода динамометры градуируют только в единицах по ГОСТ 8.417–81.

Таким образом, динамометры 1-го разряда в течение переходного периода должны иметь две градуировочные характеристики: в килограмм-силах и ньютонах.

Номинальные значения нагрузок на каждой стадии находятся в соотношении

$$\frac{x_{Н}}{X_{кгс}} = 10. \qquad (11)$$

2.2.1.3. Силоизмерительные машины 2-го разряда переводят в единицы по ГОСТ 8.417–81 так же, как эталонные установки, изменением масс мер силы на грузовых колонках (для гидравлических машин) или подвесках (для рычажных машин). Значения дополнительных масс определяют по уравнению (10). Регулировка показаний машин изменением передаточного отношения рычагов или гидросистем недопустима.

Для обеспечения единства конструктивных решений, связанных с переградуировкой, целесообразно привлечение заводов-изготовителей и разработчиков машин 2-го разряда.

Срок перевода машин на единицы в соответствии с ГОСТ 8.417–81 должен совпадать с очередной поверкой. К этому времени должны быть выполнены все расчеты по конструированию, изготовлению и аттестованы дополнительные меры силы.

Необходимо также предусмотреть изготовление магазина мер силы для воспроизведения дольных значений основного ряда нагрузок каждой машины, так как использование гирь (мер массы) для этих целей будет практически невозможным.

Перевод машин на новые единицы оформляется справкой установленной формы, прилагаемой к аттестату.

Аттестацию осуществляют в следующем порядке.

Определяют временную нестабильность машины по показаниям динамометра в килограмм-силах, так как данные за предыдущий период также выражены в этой же единице.

Устанавливают дополнительные меры силы.

Снимают градуировочные характеристики по показаниям динамометра в ньютонах и определяют случайные погрешности.

Для воспроизведения нагрузок от 0,01 до 200 Н целесообразно применять наборы мер силы непосредственного нагружения с наибольшим значением силы, воспроизводимой одной мерой, равным 100 Н.

2.2.1.4. Динамометры 3-го разряда в переходный период имеют две градуировки, а по окончании его градуируются только в единицах, предусмотренных ГОСТ 8.417–81. Конструктивные изменения в приборы не вносятся.

2.2.1.5. Меры силы, применяемые для поверки машин или градуировки динамометра с помощью подвесок или рычагов, должны быть полностью заменены.

2.2.1.6. При разработке конструкций мер силы непосредственного нагружения следует изменить их форму таким образом, чтобы в дальнейшем их не смешивали с мерами массы (гирями); необходимо также предусмотреть возможность подгонки мер силы по массе в зависимости от места применения.

Массу мер силы непосредственного нагружения рассчитывают по уравнению

$$m = \frac{P_{\text{н}}}{g\,(1 - \rho_1/\rho_2)}\,, \qquad (12)$$

где P_H – сила, воспроизводимая мерной силы, Н; g – ускорение свободного падения, м/с^2; ρ_1 – плотность атмосферного воздуха, кг/м^3; ρ_2 – плотность материала меры силы, кг/м^3.

2.2.1.7. В отличие от динамометра 1-го разряда меры силы градуируют в органах Госстандарта только один раз в единицах, воспроизводимых в данный момент машиной 2-го разряда.

Соответствующую градуировочную таблицу помещают в свидетельстве на аттестацию.

Другая градуировка может быть определена расчетным путем с использованием соответствующих пересчетных коэффициентов.

2.2.1.8. Если динамометр градуирован в килограмм-силах, для получения градуировки в ньютонах необходимо числовые значения нагрузки каждой ступени увеличить в 10 раз, а значения соответствующих показаний индикаторов умножить на коэффициент $n_1 = 1{,}0197$.

2.2.1.9. Если динамометр градуирован в ньютонах, для получения градуировки в килограмм-силах необходимо числовые значения нагрузки каждой ступени уменьшить в 10 раз, а показания умножить на коэффициент $n_2 = 0{,}9807$*.

2.2.1.10. Меры силы непосредственного нагружения, применяемые при поверке машин с использованием подвесок или рычагов, должны быть заменены вновь изготовленными, аттестованными в ньютонах.

Использование гирь – мер массы 4-го разряда (ранее допускаемое наравне с применением динамометров 3-го разряда) для воспроизведения нагрузок в ньютонах связано с большими трудностями и поэтому должно быть исключено.

2.3. Приведение в соответствие с ГОСТ 8.417–81 средств измерений тепловых величин

Регламентируются требования, которые должны быть учтены при приведении в соответствие с ГОСТ 8.417–81 средств измерений тепловых величин, охватываемых поверочными схемами по ГОСТ 8.026–79, ГОСТ 8.140–82, ГОСТ 8.159–75, ГОСТ 8.176–85, ГОСТ 8.177–85, ГОСТ 8.141–75, ГОСТ 8.178–85, ГОСТ 8.180–76, ГОСТ 8.454–82, а также теплосчетчиков и других приборов, охватываемых различными техническими условиями.

2.3.1. Средства измерений количества теплоты в области измерений теплоты сгорания

2.3.1.1. В соответствии с государственной поверочной схемой по ГОСТ 8.026–79 передача размера единицы количества теплоты – джоуля от госу-

* Следует иметь в виду, что такой пересчет применим, как временная мера, только в течение переходного периода. Для того, чтобы пересчет был возможен при проведении градуировки динамометров в системе МКГСС, необходимо убедиться в работоспособности прибора с перегрузкой на 2–3 %

дарственного первичного эталона к образцовым калориметрам 1-го разряда и прецизионным рабочим калориметрам сжигания осуществляется с помощью стандартных образцов бензойной кислоты марки К-1 и элементоорганических соединений, аттестуемых в единицах СИ.

2.3.1.2. На образцовых калориметрах 1-го разряда, градуированных в единицах СИ, аттестуют стандартные образцы (СО) бензойной кислоты марки К-2 и СО элементоорганических соединений, которые применяют для поверок образцовых калориметров сжигания 2-го разряда и рабочих калориметров сжигания (ГОСТ 8.219–76).

Образцовые калориметры 2-го разряда применяют для поверок рабочих газовых калориметров (МУ № 316). При измерениях теплоты сгорания органических и элементоорганических соединений вводится ряд поправок на побочные термохимические эффекты, при расчете которых используются литературные и справочные данные, выраженные как в джоулях, так и в калориях. Перевод величин, выраженных в калориях, в величины, выраженные в джоулях, осуществляется в соответствии с соотношениями таблицы приложения 3. В исходной информации, как правило, указано, в каких калориях выражена табличная величина.

2.3.2. Средства измерений количества теплоты в области измерений теплоты растворения и реакций

В соответствии с государственной поверочной схемой по ГОСТ 8.454–82 передача размера единицы количества теплоты от государственного специального эталона к образцовым калориметрам растворения и реакций и прецизионным рабочим калориметрам осуществляется с помощью образцовых мер 1-го разряда. В качестве этих мер применяются хлорид калия, тригидроксиметиламинометан, 4-аминопиридин и другие вещества, очищенные до необходимой степени чистоты и аттестованные на эталоне в единицах СИ по тепловому эффекту растворения или реакций, отнесенному к единице массы вещества (Дж/кг).

С помощью образцовых калориметров градуируют в единицах СИ образцовые меры 3-го разряда, применяемые для поверок рабочих калориметров растворения и реакций.

При термохимических расчетах, проводимых по данным измерений, используются литературные и справочные данные, выраженные как в джоулях, так и в калориях. Перевод величин, выраженных в калориях, в значения, выраженные в джоулях, осуществляется по соотношениям таблицы приложения 3 с учетом вида использованной калории (термохимической, калории двадцатиградусной, теплотехнической и др.). Если такого указания в источнике информации нет, то погрешность перевода значений может достигать 0,1 %.

2.3.3. Средства измерений теплопроводности

2.3.3.1. В соответствии с государственной поверочной схемой по ГОСТ 8.140–82 и ГОСТ 8.177–85 передача размера единицы теплопроводности от государственного первичного, специального эталонов к образцовым средствам измерений осуществляется с помощью рабочих эталонов методом прямых или косвенных измерений, а также при помощи компаратора. В качестве рабочих эталонов применяют набор мер теплопроводности. Меры изготавливаются из оптических стекол марок ЛК5, ТФ1, кварцевого стекла марки КВ, органического стекла, сплава ВТ6, нержавеющей стали 12Х18Н10Т, поликристаллической меди. Для аттестации однотипных образцовых мер в состав эталона вводят компаратор. Рабочие эталоны и образцовые средства измерений градуируют в единицах СИ. Образцовые средства измерений применяют для поверок рабочих средств измерений методами прямых или косвенных измерений (МИ 115–77, МИ 171–78).

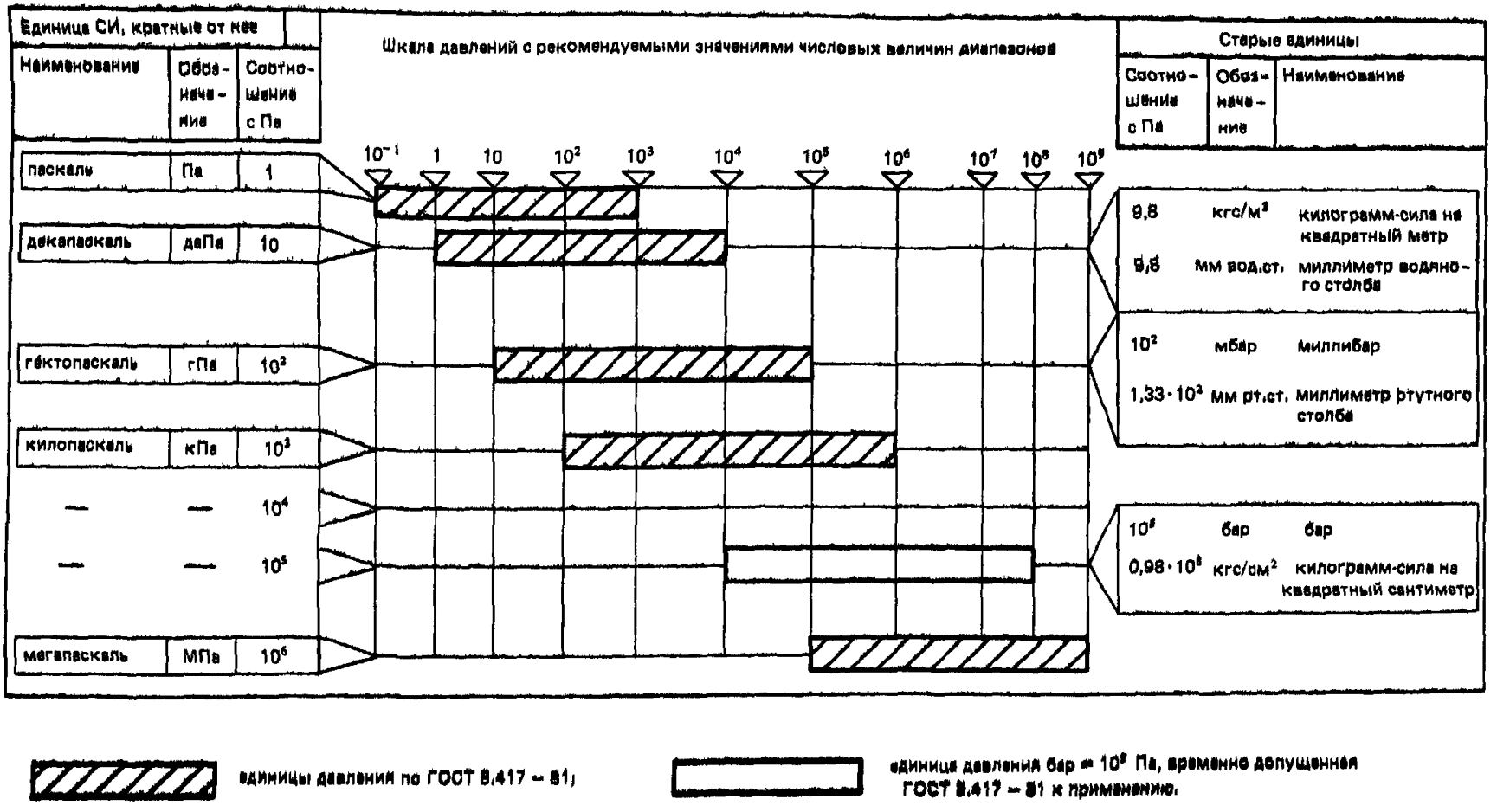
2.3.4. Средства измерений теплоемкости

2.3.4.1. Согласно ГОСТ 8.141–75, ГОСТ 8.159–75, ГОСТ 8.176–85, ГОСТ 8.178–85, ГОСТ 8.180–76 передача размера единицы от эталона к образцовым и рабочим средствам измерений осуществляется с помощью стандартных образцов теплофизических свойств (удельной теплоемкости), которые аттестуют в единицах СИ. Для поверки образцовой аппаратуры применяют образцы, утвержденные в качестве рабочих эталонов. В качестве рабочих эталонов применяют наборы мер бензойной кислоты марки К-1, поликристаллической меди, синтетического корунда, оптического кварцевого стекла марки КВ, молибдена. Для аттестации однотипных образцовых мер в состав рабочих эталонов вводятся компараторы.

2.3.4.2. Для поверки рабочих приборов применяют образцовые меры, аттестованные с помощью рабочих эталонов, – оптическое кварцевое стекло марки КВ, синтетический корунд, оптическое стекло марок ЛК5, ТФ1, бензойная кислота марки К-2, поликристаллическая медь, молибден (МИ 115–77, МИ 130–77).

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Справочное



СООТНОШЕНИЕ МЕЖДУ

Наименование единиц	Па	бар	кгс/см^2	кгс/м^2 (мм вод. ст.)
паскаль	1	10^{-5}	$1{,}01972 \cdot 10^{-5}$	$1{,}01975 \cdot 10^{-1}$
бар	10^5	1	1,01972	$1{,}01975 \cdot 10^4$
килограмм-сила на квадратный сантиметр	$9{,}80665 \cdot 10^4$	$9{,}80665 \cdot 10^{-1}$	1	10^{-4}
атмосфера физическая	$1{,}01325 \cdot 10^5$	1,01325	1,03323	$1{,}03326 \cdot 10^4$
миллиметр ртутного столба (торр)	133,322	$1{,}33322 \cdot 10^{-3}$	$1{,}35951 \cdot 10^{-3}$	13,5955
дюйм ртутного столба	$3{,}38639 \cdot 10^3$	$3{,}38639 \cdot 10^{-2}$	$3{,}45316 \cdot 10^{-2}$	345,325
дюйм водяного столба	249,089	$2{,}49089 \cdot 10^{-3}$	$2{,}53992 \cdot 10^{-3}$	25,4000
фунт-сила на квадратный фут	$4{,}78802 \cdot 10$	$4{,}78803 \cdot 10^{-4}$	$4{,}88243 \cdot 10^{-4}$	4,88257
фунт-сила на квадратный дюйм	6894,76	$6{,}89476 \cdot 10^{-2}$	$7{,}03070 \cdot 10^{-2}$	703,091
миллиметр водяного столба	9,80665	$9{,}80665 \cdot 10^{-5}$	$1 \cdot 10^{-4}$	1

Соотношение между единицами количества теплоты

Единица	Дж	кал	кал$_{15}$	кал (термохимическая)
джоуль	1	0,238 846	0,238 92	0,239 006
калория	4,186 8	1	1,00031	1,00067
калория 15-градусная	4,185 5	0,999 69	1	1,00036
калория (термохимическая)	4,184 0	0,999 33	0,999 64	1

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
Справочное

ЕДИНИЦАМИ ДАВЛЕНИЯ

атм	мм рт. ст. (торр)	дюйм рт. ст.	дюйм вод. ст.	фунт-сила кв. фут	фунт-сила кв. дюйм
$9{,}86923 \cdot 10^{-6}$	$7{,}50065 \cdot 10^{-3}$	$2{,}95300 \cdot 10^{-4}$	$4{,}01477 \cdot 10^{-3}$	$2{,}08854 \cdot 10^{-2}$	$1{,}45038 \cdot 10^{-4}$
$9{,}86923 \cdot 10^{-1}$	750,065	29,5300	401,477	$2{,}08854 \cdot 10^{3}$	14,5038
$9{,}67842 \cdot 10^{-1}$	735,560	28,9590	393,713	$2{,}04816 \cdot 10^{3}$	14,2233
1	760	29,9213	406,795	$2{,}11622 \cdot 10^{3}$	14,6959
$1{,}31579 \cdot 10^{-3}$	1	$3{,}93701 \cdot 10^{-2}$	$5{,}35256 \cdot 10^{-1}$	2,78448	$1{,}93367 \cdot 10^{-2}$
$3{,}34210 \cdot 10^{-2}$	25,4	1	13,5955	70,7260	$4{,}91154 \cdot 10^{-1}$
$2{,}45825 \cdot 10^{-3}$	1,86827	$7{,}35638 \cdot 10^{-2}$	1	5,20217	$3{,}61262 \cdot 10^{-2}$
$4{,}72541 \cdot 10^{-4}$	$3{,}59131 \cdot 10^{-1}$	$1{,}41390 \cdot 10^{-2}$	$1{,}92227 \cdot 10^{-1}$	1	$6{,}94444 \cdot 10^{-3}$
$6{,}80459 \cdot 10^{-2}$	51,7149	2,03602	27,6808	144	1
$9{,}67842 \cdot 10^{-5}$	$735{,}559 \cdot 10^{-4}$	$28{,}959 \cdot 10^{-4}$	$393{,}713 \cdot 10^{-4}$	$2{,}04816 \cdot 10^{-1}$	$14{,}2233 \cdot 10^{-4}$

ПРИЛОЖЕНИЕ 3
Справочное

Соотношение между единицами теплопроводности

Единица	Вт/(м·К)	ккал/(ч·м·°С)	кал/(с·см·°С)
ватт на метр-кельвин	1	0,859 85	$2{,}388\,46 \cdot 10^{-3}$
килокалория в час на метр-градус Цельсия	1,163	1	$2{,}777\,78 \cdot 10^{-3}$
калория в секунду на сантиметр-градус Цельсия	$4{,}186\,8 \cdot 10^{2}$	$3{,}6 \cdot 10^{2}$	1

Соотношение между единицами удельной теплоемкости

Единица	Дж/(кг·К)	ккал/(кг·°С)	кал/(г·°С)
джоуль на килограмм-кельвин	1	$2{,}388\,46 \cdot 10^{-4}$	$2{,}388\,78 \cdot 10^{-4}$
килокалория на килограмм-градус Цельсия	$4{,}186\,8 \cdot 10^{3}$	1	1
калория на грамм-градус Цельсия	$4{,}186\,8 \cdot 10^{3}$	1	1

Соотношение между единицами коэффициента теплопередачи

Единица	Вт/(м²·К)	ккал/(ч·м²·°С)	кал/(с·см²·°С)
ватт на квадратный метр-кельвин	1	0,859 85	$2{,}388\,46 \cdot 10^{-5}$
килокалория в час на квадратный метр-градус Цельсия	1,163	1	$2{,}777\,78 \cdot 10^{-5}$
калория в секунду на квадратный сантиметр-градус Цельсия	$4{,}186\,8 \cdot 10^{4}$	$3{,}6 \cdot 10^{4}$	1

gost.e-ecolog.ru