ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

### НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ

РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ГОСТ Р**

**55617.2 —**

**2013**

**(ЕН 12975-2:2006)**

**Возобновляемая энергетика.**

**Установки солнечные термические и их компоненты**

**СОЛНЕЧНЫЕ КОЛЛЕКТОРЫ**

Ч а с т ь 2

**Методы испытаний**

### EN 12975-2:2006

Thermal solar systems and components. Solar collectors Part 2. Test methods

(MOD)

Издание официальное

##### Москва Стандартинформ

2014

ГОСТ Р 55617.2—2013

Предисловие

1. ПОДГОТОВЛЕН Открытым акционерным обществом « Научно-исследовательский институт энерге- тических сооружений» (ОАО «НИИЭС») на основе собственного аутентичного перевода на русский язык европейского регионального стандарта, указанного в пункте 4
2. ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации 330 «Процессы, оборудование и энергетичес- кие системы на основе возобновляемых источников энергии»
3. УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регули- рованию и метрологии отб сентября 2013 г. № 1040-ст
4. Настоящий стандарт является модифицированным по отношению к европейскому региональному стандарту ЕН12975-2:2006 «Установки солнечные термические и их компоненты. Солнечные коллекторы. Часть 2. Методы испытания» (EN 12975-2:2006 «Thermal solar systems and components. Solar collectors. Part 2. Test methods») путем изменения отдельных фраз (слое, значений показателей), которые выделе- ны в тексте курсивом.

Внесение указанных технических отклонений учггыеает особенности объекта и аспекта стандартиза- ции. характерные для Российской Федерации

1. ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

###### *Правила применения* настоящего *стандарта установлены в ГОСТР 1.0—2012 (раздел 8). Инфор­* мация об изменениях *к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января* текущего года) информационном указателе «Национальные *стандарты», а официальный текст* изме- нении и *поправок* — в *ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае* пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опуб­ ликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандар­ ты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также е *информаци­* онной системе общего пользования—на официальном сайте Федерального агенпктва по техничес­ кому регулированию и метрологии в сети Интернет (gostru)

©Стандартуыформ. 2014

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распро- странен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регу- лированию и метрологии

#### I

ГОСТ Р 55617-2—2013

Содержание

1. Область применения. 1
2. Нормативные ссылки. 1

3 Термины и определения.............................................................................................................................................

4 Обозачения. сокращения и единицы измерения.........................................................................................................

5 Достоверность испытаний жидкостных солнечных коллекторов..................................................................................

6 Испытание на теплопроизводительность жидкостных коллекторов.............................................................................

* 1. Остекленные солнечные коллекторы в установившемся режиме (включая перепад давления)
  2. Неостекленные солнечные коллекторы в установившемся режиме (включая перепад давления)
  3. Остекленные и неостекленные солнечные коллекторы в квази динамических режимах....................................... Приложение А (обязательное) Схемные решения для испытаний на долговечность и надежность . .

Приложение В (обязательное) Форма протокола испытаний на долговечность и надежность . . . .

Приложение С (обязательное) Равновесная температура жидкостных коллекторов.......................................................

Приложение D (обязательное) Отчет о выполнении испытаний производительности для остекленных

солнечных коллекторов.....................................................................................................................

Приложение Е (обязательное) Отчет о выполнении испытаний производительности для меостеклен-

ных солнечных коллекторов..............................................................................................................

Приложение F (обязательное) Моделирование отношения коэффициента скСд коллекторной моде-

8 \* 8 9 3 $8 \* 8 8 3 3

ли 6.3.................................................................................................................................................

Приложение G (обязательное) Измерение эффективной теплоемкости......................................................................... Приложение Н (справочное) Сравнение модели коллектора 6.1 и модели коллектора 6.3.............................................. Приложение I (справочное) Свойства воды....................................................................................................................

Приложение J (справочное) Отчет об испытаниях на производительность для квазидинамичесхого

метода испытаний.............................................................................................................................

Приложение К (справочное) Общие принципы оценки погрешности экспериментального определе-

ния КПД солнечного коллектора........................................................................................................

Приложемю L (справочное) Определение перепада давления поперек коллектора....................................................... Библиография...............................................................................................................................................................

### ■

#### ГОСТ Р 55617.2—2013

Введение

Настоящий стандарт содержит описамю методов испытаний солнечных коллекторов на устойчивость к деградирующим агентам и факторам. Он определяет методику испытаний коллекторов в определенных условиях и их повторяемость. Он содержит описание методов испытаний и обработки их результатов для остекленных и неостекленшх солнечных коллекторов с устотюым и квазиустойчивым циклом теплообме- на. Он содержит методы для проведения испытаний на открытом воздухе под естественной солнечной радиацией и естественным или моделируемым ветром и для проведения испытаний в закрытом помеще- нии под моделируемой солнечной радиацией и ветром.

Настоящий стандарт также описывает методы определения тепловыделения жидкостных неостекпен- ных солнечных коллекторов. Неостекпенные коллекторы в большинстве случаев используются для нагре- вания плавательных бассейнов или других низкотемпературных потребителей, вообще коллекторы обьг-ыо совмещают поглотитель с трубопроводами коллектора. Площадь поглотителя обычно колеблется от 10 до

100 м2. Неостекпенные поглотители обычно изготавливаются индивидуально и имеют специфические раз- меры. Поэтому, во время испытаний нужно проверять реалистичность режима течения и скорости потока.

Настоящий стандарт также предусматривает методы испытаний и вычислений для определения уста- новившихся тепловых параметров работы жидкостного солнечного коллектора при изменена погодных условий. Он содержит методы для проведения испытаний на открытом воздухе в течение целого дня и при условиях постоянной температуры на входе в коллектор и естественной солнечной радиации, и естествен- ных и/или моделируемых условиях ветра. При испытаниях в течение целого дня принимаются во внимание такие важные характеристики, как зависимость от угла падения, скорости ветра, доли диффузной солнеч- ной радиации, теплового излучения неба и теплоемкости. Зависимость от расхода жидкости не включена в этот стандарт.

Некоторые из преимуществ предложенного дополнения существующих методов испытаний в тече- ние целого дня:

* более короткое и менее дорогое испытание на открытом воздухе;
* расширение диапазона типов коллекторов, которые могут быть проверены одним и тем же методом:
* более полная характеристика коллектора;
* коллекторная модель совместимая с существующими методами основных стандартов на испыта- ния. а в представленном расширенном подходе применяются только поправочные показатели:
* все дополнения базируются на согласованной теории:
* полная совместимость с предыдущие традиционные методами может быть установлена в любое время путем оценки только периодов дней испытаний, которые соответствуют установившимся требовали

### вы по иплытвыиам\*

* может применяться тоже испытательное оборудование, что и при традиционных испытаниях с не- значительными изменениями. которые только улучшат точность испытания;
* для обработки результатов может применяться общедоступное стандартное программное обеспече- ние. типа электронных таблиц или более продвинутых статистических пакетов, которые позволяют прово- дить множественную линейную регрессию (МЛР).

#### IV

ГОСТ Р 55617.2—2013

(ЕН 12975-2:2006)

Н А Ц И О Н А Л Ь Н Ы Й С Т А Н Д А Р Т Р О С С И Й С К О Й Ф Е Д Е Р А Ц И И

возобновляемая энергетика.

Установки солнечные термические и их компоненты

СОЛНЕЧНЫЕ КОЛЛЕКТОРЫ

Часть 2 Методы испытаний

Renewable power engineering. Thermal solar systems and components. Solar coBectors.

Part 2. Test methods

Дата введения — 2015—07—01

### Область применения

Настоящий стандарт устанавливает методы исгытамий для определения долговечности, надежности и безопасности жидкостных солнечных коллекторов и включает три метода испытаний, предназначенных для определения характеристик жидкостных солнечных коллекторов.

Настоящий стандарт не применим к тем коллекторам, в которых тепловой аккумулятор конструктивно

включен в коллектор так. что измерения характеристик процесса поглощения и аюсумуляции тепла не могут быть проведены отдельно друг от друга.

По существу настоящий стандарт применим и к коллекторам с концентраторами и системой слежения

за солнцем, описание испытаний на теплопроизеодительностъ которых приведено в 6.3 (кваэидинамичео кие испытания), которые также подходят для большинства коллекторов с концентраторами. Измерительная аппаратура должна быть хорошо отлажена для испытаний коллекторов с системой слежения за солнцем в случае, если для измерения величины и направления солнечного излучения используется пиргелиометр\*.

Изготовленные на заказ коллекторы (собранные на месте установки и не являющиеся коллекторами, изготовленными заводским способом, которые, например, встроены в крышу) не могут быть испытаны на долговечность, надежность и теплопроизводительиость согласно этому стандарту, вместо этого должен быть испытан модуль с аналогичном структурой. При этом испытываемый модуль должен иметь площадь не менее 2 м\*. Результаты испытаний будут иметь силу только для коллекторов, больших, чем испытывае- мый модуль.

### Нормативные ссылки

8 настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ Р И СО 9808—2010 Водонагреватели солнечные. Эластомерные материалы для абсорберов, соединительных труб и фитингов. Метод оценки

ГОСТ Р 51594—2000 Нетрадиционная энергетика. Солнечная энергетика. Термины и определения

Примечание — При пользован до настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссыль- ных стандартов в ьыформагаюнной системе общего пользования — на официальном сайте Федврагъного аген- тства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодно издаваемому жфорыаии- отому указателю «Национальные стандарты», который опубгмсован по cocro~~n~~i—о на 1 яюаря текущего года.

\* Пиргелиометр (от греч. рут — огонь, h~~d~~fc~~os~~ — Солнце и метр), эбсогаотный прибор для измерены прямой солнечной радиащы, падающей на перпендюсулярную к солнеч»\*м лучам поверхность. П. в основном применя- ется для поверки относительных приборов — актинометров.

Издание официальное

#### 1

ГОСТ P 55617.2—2013

м no выпускам ежемесячно издаваемого информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Есгм заменен ссылов~~м~~й стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использо- вать действующую версию этого стандарта с учетом всех вн~~е~~ с~~ои ы~~х в даную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который даьв датированная ссылка, то рекомендуется использовать еерсмо этого стан- дарта с указанным выше газом ут~~ве~~рж~~д~~ения (принятия). Ест после утверждения настогкцего стандарта в ссы- лочный стандарт, на который дана датироважая ссы/жа. внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылоч- ный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

### Термины и определения

в настоящем стандарте применены термины по ГОСТ Р 51594.

### Обозначения, сокращения и единицы измерения

*а,* — Коэффициент тепловых потерь при (Гж-Г4)=О

а, — Коэффициент зависимости тепловых потерь от температуры А\* — Площадь поглотителя коллектора

*А,* — Площадь апертуры коллектора

д. — Общая площадь коллектора

*AM* — Оптическая воздушная масса

* Коэффициент эффективности коллектора (КПД) (в зависимости от ветра)

<jV«e"o’ tS\* o' Of or о' О Q lu lu mV tL О О О

* Константа для вычисления модификатора угла падения
* Коэффициент тепловых потерь при *(Тт-Тг)=0*
* Коэффициент полезного действия (КПД) коллектора
* Коэффициент тепловых потерь коллектора при (7\*m - 7J = О
* Зависимость коэффициента тепловых потерь от температуры
* Зависимость коэффициента тепловых потерь от скорости ветра
* Зависимость коэффициента тепловых потерь от температуры неба
* Эффективная теплоемкость
* Зависимость КПД от скорости ветра при нулевых потерях
* Удельная теплоемкость теплоносителя
* Эффективная теплоемкость коллектора
* Дата
* Длинноволновое излучение (X > 3 мкм)
* Длинноволновое излучение на наклонную площадку на открытом воздухе
* Длинноволновое излучение
* Коэффициент формы излучения (игы коэффициент видимости)
* Коэффициент эффективности коллектора
* Полусферическое солнечное излучение
* Суммарная полусферическое солнечное излучение
* Полезное излучение
* Прямая солнечная радиация
* Рассеянная (диффузная) солнечная радиация
* Местное время
* Коэффициент преобразования угла падения
* Коэффициент преобразования угла падения для прямой радиации
* Коэффициент преобразования угла падения для диффузной радиации
* Активная тепловая масса коллектора

E E О 0\*1/5 \*.

* Массовый расход жцакого теплоносителя
* Полезная мощность коллектора
* Мощность потерь коллектора
* Запас прочности
* Время

Га — Температура окружающего воздуха

2

Втм^ К-1 Втмг К'г

м2 м3

###### *ьмЗ*

М-’с

Вты ^ Ю 1 Втсм^ К -1 Втм-3К-’

Вты^Ю2 Д ж ы'3Ки Втм-3К-’

Джм^К-1

СМ-’

Джи^К-’

Д ж -К\*1

ГГГГ.ММ.ЧЧ

Вты 3 Вт м"3 Втм‘3

Втм\*3 Вт м 3 Втм-3 Втм\*3 Вты 3

ч

кг кг-с’ Вт Вт

с

■с

ГОСТ Р 55617.2—2013

^s\* t.

Г.

*T,* -

*Tm* -

*T,* -

*и* -

4 ■

и V, -

-¥> -

-

*AT* -

##### tt

p -

r -

£ tt

0 •

0

T -

n -

\*w -

о

p - t

T, -

(та).

(та)\*d (та^п

(та).в

Атмосферная температура точки росы °С

Температура на выходе коллектора "С

Температура на входе коллектора "С

Средняя температура жидкого теплоносителя °С

Температура неба или атмосферы "С

Равновесная температура "С

Абсолютная температура К

Температура окружающего воздуха "С

Приведенная разность температур (7“т = (С,w м2КВт~1

Температура атмосферы или эквивалентная температура неба К Измеренный коэффициент полных тепловых потерь коллектора, отнесенный Вты2К~'

<Гт

Коэффициент полках тепловых потерь коллектора с постоянной температурой Вт-м^К'1 поглотителя^

Скорость воздушного потока мс\*’

Объем жидкости в коллекторе м3

Разность давления между входом и выходом жидкости коллектора Па

Временной интервал с

Разность температур между выходом и входом жидкости коллектора (J, - £,„) К Коэффициент поглощения солнечного излучения

Угол наклона плоскости относительно горизонтального положения град

Азимутальный угол град

Коэффициент полусферического излучения

Часовой солнечный угол град

Угол падения град

ИМрога град

Длина волны мкм

Эффективность коллектора (КПД), по отношению к *Т'т* Эффективность коллектора (КПД) при нулевых потерях (д при Г‘т = 0). по отношению к *Тл*

Постоянн~~а~~я Стеф~~а~~я Больгцмана Втм^К\*4

Плотность жидкости теплоносителя кг м°

Постоянная времен коллектора с

Коэффициент пропускания

Эффективное произведение коэффициента поглощения и коэффициента пропускания Эффективное произведемте коэффициента поглощения и коэффициента пропускания для диф- фузной солнечной радиации

Эффективное произведение коэффициента потоще\*\*«я и коэффициента пропускания для прямой солнечной радиации при вертикальном падении солнечного излучения

Эффективное произведение коэффициента погпощедея и коэффициента пропускания для прямой солнечной радиации с углом падения 0

Примечания

1 В соты~~е~~ «~~ю~~н энергетике для обозначения солнечной раэоции чаще используется символ G. чем харак-

терней символ *Е.*

1. В основной литературе С часто обомэчается как (мС), (см. также приложение Е).
2. Дополнительная информация о коэффициентах (параметрах) теплолрокзеодительносги (с, — е^) приве- дена в приложении Е.

### Достоверность испытаний жидкостных солнечных коллекторов

* 1. Общие положения

Подробности, касающиеся числа коллекторов и порядка выполнения приемочных испытаний и под- робно изложенные ниже (см. таблицу 1). должны быть приведены в протоколе испытаний.

Для некоторых приемочных испытаний, в конструкцию коллектора, возможно, придется *вносить* не- которые изменения, например, сверлить позади коллектора отверстие для установки датчика измерения

з

#### ГОСТ Р 55617.2—2013

температуры поглотителя. При этом необходимо проявлять осторожность, чтобы гарантировать, что любое конструктивное изменение не приведет к искажению результатов последующих приемочных испытаний, например, не дадут воде попадать в водонепроницаемый коллектор.

Таблица 1 — Стаж иаытаний

|  |  |
| --- | --- |
| Подпункт | Исяытамие |
| 5.2 | Внутреннее давление |
| 5.3 | Жаростойкость\* 6 |
| 5.4 | Испытание на воздействие атмосферных условий0 |
| 5.5 | Внешний тепловой удар\* |
| 5.6 | Внутренний тепловой удар\* |
| 5.7 | Проникновение дождя1' |
| 5.8 | Морозостойкость2 |
| 5.9 | Мехаычоская нагрузка |
| 5.10 | Ударопрочность {необязательное испытание) |
| 6.1 —6.2 — 6.3 | Теплопроиэводительность\* |
| * Для органических поглотителей исгытания на жаростойкость должны быть выполнены первыми, чтобы определить равновесную температуру коллектора, необходимую для испытания на емутрежее давле- ние.   *6* Испытания на жаростойкость и испытание на воздействие атмосферных условий должны быть выпол- нены на одном и том же коллекторе.   * Испытания на внешние и внутренние тепловые удары могут быть объедтены с испыга! и том на воз- действие атмосферных условий и/м испытамом жаростойкости.   ' Исгытание на пронисновение дождя должно проводиться только для остекленных коллекторов.  2 Испытания на морозостойкость должны проводиться только для тех коллекторов, которые должны быть морозостойкими.   * Испытания на теплопроиэводительность должны проводиться на коллекторе, которьм не использо- вался для других испытаны. | |

Примечание — Требования к долговечности и надежности эластичных материалов, примекяеьых в солнечных коллекторах, установлен в *ГОСТ Р ИСО 9808* и [1].

* 1. Испытание на внутреннее давление для поглотителей
     1. Неорганические поглотители
        1. Цель испытания

Поглотитель должен быть испытан давлением, чтобы оценить величину давлежя. которую он может выдерживать при эксплуатации.

* + - 1. Аппаратура и методика

Установка, показанная на рисунке А.1. состоит из источника гидравлического давления (электричес- кого или ручного насоса), предохранительного клапана, перепускного клапана и манометра со стандарт- ной погрешностью меньше, чем 5 %. Перепускной клапан используется для выпуска воздуха из поглотите- ля перед началом испытаний. Неорганический поглотитель должен быть заполнен водой при комнатной температуре и герметизирован для испытания давлением в течение испытательного периода (см. 5.2.1.3.2). Давление должно поддерживаться а течение всего времени испытаний, а поглотитель должен осматри- ваться для установления вздутий, деформаций или трещин.

* + - 1. Условия проведения испытаний
         1. Температура

Неорганические поглотители должны быть испытаны давлением (см. 5.2.1.3.2) при температуре окру- жающей среды е диапазоне от 5 \*С до 30 \*С.

* + - * 1. Давление

Испытательное давление должно бытье 1.5 раза больше максимального рабочего давления коллек- тора. указанного изготовителем.

#### 4

ГОСТ Р 55617.2—2013

Испытание давлением должно продолжаться 15 мин.

5.2.1.4 Результаты испытания

Коллектор должен быть осмотрен относительно утечки, вздутия и деформаций. В протокол испытаний должны быть внесены результаты осмотра, значения испытательного давления и температуры, продолжи- тельность испытания.

* + 1. Поглотители, сделанные из органических материалов (пластмассы или эластомера)
       1. Цель испытания

Поглотитель должен быть испытан давлением (см. 5.2.1.3.2) для определения предельной величины давления, которую он может выдерживать в эксплуатации, при повышенной температуре. Испытание необ- ходимо провести при повышенной температуре, так как устойчивость органического коллектора может ухуд- шиться. вследствие условий повышения температуры. Может быть выбран один из методов, описанный в 5.2.22.2—5X2X4.

* + - 1. Аппаратура и методика 5.2X2.1 Общие положения

Установка состоит из гидравлического или пневматического источника давления, и нагревателя (ис- точника искусственного солнечного излучения) поглотителя до требуемой в испытании температуры.

Характеристики источника искусственного солнечного излучения должны быть такими же. как у источ-

ников. используемых для определения КПД жидкостных солнечных коллекторов.

Для измерения температуры к поглотителю должен быть прикреплен датчик на высоте двух третей высоты поглотителя и на расстоянии половины ширины поглотителя. Он должен быть установлен так. чтобы гарантировать хороший тепловой контакт с поглотителем. Далык должен быть защищен от солнечной ради- ации.

Условия испытаний, указанные в 5.2.2.3. должны сохраняться по крайней мере в течение 30 минут до начала испытания и весь период испытаний.

Давление в поглотителе должно подниматься постепенно, как определено в 5.2X3. Поглотитель сле- дует осматривать после каждого увеличения давления для выявления вздутия, деформации игы трещины. Давление должно сохраняться пока осматривается поглотитель.

Из соображений безопасности, коллектор должен быть помещен в прозрачную емкость для обеспе- чения безопасности персонала во взрывоопасной ситуации во время проведения испытания.

Может быть выбран один из методов испытаний, описанных в 5.2X2.2—5X2X4.

5.2X2.2 Органические поглотители для использования в неостекле иных коллекторах (тем- пература испытания < 90 \*С)

Если максимальная температура для проведения испытаний не превышает 90 \*С. в качестве аппара- та для испытаний может быть использована ванна, в которую под давлением будет подаваться нагретая веда. Система подвода воды к ванне должна быть оснащена предохранительным клапаном, клапаном перепуска воздуха (если требуется) и манометром, имеющим стандартную погрешность менее, чем 5 %. Конструкция установки показана на рисунке А.2.

5.2X2.3 Органические поглотители для использования в жидкостных коллекторах с масля- ным теплоносителем (температура испытания > 90°С)

Если температура испытаний превышает 90 \*С. поглотитель должен быть испытан вместе с масляным

циркуляционным контуром, то есть они подвергаются действию давления совместно. Контур с горячим маслом должен быть оснащен предохранительным клапаном, воздушным перепускным клапаном и мано- метром. имеющим стандартную погрешность менее, чем 5 %.

Поглотитель может быть нагрет одним из следующих способов:

а) подключение нагревателя к масляному контуру (см. рисунок А.З);

б) нагревание всего коллектора от искусственного источника солнечного излучения (см. рисунок А.4); е) нагревание всего коллектора на открытом воздухе под естественным солнечным излучением

(см. рисунок А.4).

При испыта>мях должна быть обеспечена безопасность персонала на случай взрыва и выплескива- ния горячего масла.

5.2X2.3 Органические поглотители — испытание давлением воздуха высокой температуры

Проверка поглотителя давлением может быть проведена с использованием сжатого воздуха, при нагревании одним из следующих методов:

а) нагревание всего коллектора искусственным источником солнечного излучения (см. рисунок А.5):

б) нагревание всего коллектора на открытом воздухе естественным солнечным излучением (см. рису- нок А.5).

#### 5

ГОСТ Р 55617.2—2013

Система подвода сжатого воздуха к поглотителю должна быть оснащена предохранительны м клала\* ном и манометром, имеющим стандартную погрешность менее, чем 5 %.

* + - 1. Условия проведения испытаний
         1. Температура

Для поглотителей, сделанных из органических материалов, температура испытания должна соответ- ствовать максимальной температуре, которую поглотитель достигает в установившихся условиях (отсут- ствие циркуляции).

При испытаниях должны собгьодаться условия, приведенные в таблице 2.

Вычисления, применяемые для определения температуры испытаний, приведены в приложении В. и будут также:

* использовать измеренную эксплуатационную характеристику коллектора, или
* экстраполировать их на основе средних значений, измеренных при испытаниях на жаростойкость (см. 5.3.3). интенсивности солнечного излучения (естественного или искусственного) в плоскости коллекто- ра. температуры окружающего воздуха и температуры поглотителя.

Таблица 2 — Исходные климатические условия для определения температуры для испытания на внутреннее давл~~ению~~ оргатческих поглотителей

|  |  |
| --- | --- |
| Клакатическяе параметры | Значение для асах типов климата |
| Суммарное солнечное излучение на коллекторной плоскости. G. ВтЛгг | 1000 |
| Температура окружающего воздуха. ^.\*С | 30 |

* + - * 1. Давление

Испытательное давление должно бытье 1.5 раза больше максимального рабочего давлежя коллек- тора. указанного изготовителем.

Для поглотителей, сделанных из органических материалов, давление должно повышаться ступенями по 20 кПа (приблизительно) с выдержкой на каждой ступени в течение 5 мин. Испытание должно продол- жаться не менее 1 ч.

* + - 1. Результаты испытания

Коллектор должен быть осмотрен для определения протечки, вздутия и деформации. Результаты ос- мотра должны быть запротоколированы.

Детальное описание процедуры испытаний, включая температуру, значения промежуточного давле- ния и время испытаний, должны быть включены в протокол результатов испытаний.

* 1. Испытание на жаростойкость
     1. Цель испытания

Это испытание предназначено для того, чтобы быстро оценить, может ли коллектор противостоять сильному нагреву без возникновения неисправностей таких, как: разрушение остекления или пластмассо- вого покрытия, плавление пластмассового поглотителя, или появление существенных отложений на кол- лекторном покрытии от разложения материала коллектора.

* + 1. Аппаратура и методика

Коллектор должен быть испытан с использованием естественного или искусственного источника сол- нечного излучения. Схема для испытания показана на рисунке А.6.

Характеристики искусственного источника солнечного излучения, который может быть использован для испытания, должны быть такими же. как для искусственного источника солнечного излучения, исполь- зуемого для определения КПД жидкостных солнечных коллекторов.

Трубки циркуляции теплоносителя в коллекторе, за исключением одной, должны быть опечатаны, чтобы предотвратить охлаждение коллектора за счет естественной циркуляциивоздуха.

Температурным датчик должен быть прикреплен к поглотителю так. чтобы измерять его температуру в ходе испытания. Датчик должен быть размещен на расстоянии двух третей высоты и половины ширины поглотителя. Он должен быть установлен в данном положении жестко, чтобы гарантировать хороший тепло- вой контакт с поглотителем. Датчик должен быть изолирован от прямого солнечного излучения.

#### 6

ГОСТ Р 55617.2—2013

Примечания

1. Во время иаытания коллекторов. таких как вакуумиро~~оа т~~е трубчатые коллекторы, для которых нельзя измерить равновесную температуру поглотителя, датчик температуры должен быть помещен в нужное место коллектора, и это место должно быть четко описано в протоколе испытаны.
2. В некоторых случаях, таких как испытаны вакууъыроеаншх трубчатых коллекторов, датчмс температуры может быть трудно прикрепить к поглотителю. В таких случаях вместо прикрепления датчика температуры к поглотителе, можно частично заполнпъ поглотитель специальной жидкостью, герметизировать и запломбиро- вать поглотитель, и измерить температуру жидкости напрямую ига измерить давлены в поглотителе. Отношены между енутрентм давле~~нном~~ а поглотителе и его температурой должно быть известно из стандартных значены отношены давлены пара х температуре для жидкостей.
3. Рекомендуется определить равновесную температуру е хеде испытания на жаростойкость.

Испытание должно проводиться а течение 1 часа после того, как наступит установившейся режим. Коллектор после испытаний должен быть осмотрен для определения признаков повреждений, как показано в 5.3.4.

* + 1. Условия проведения испытаний

Набор исходных данных, представленных в таблице 3. или условия, получающиеся при такой же температуре коллектора, согласно уравнению (В.1). должны использоваться для всех типов климата.

Таблица 3 — Исходные климатические даачо для теста на сопротивление высокой температуре

|  |  |
| --- | --- |
| Климатические параметры | Зиачете для асах типоа климата |
| Глобагъное солнечное излучение не коллекторной плоскости. G. Вт/м\*г | > 1000 |
| Температура окружающего воздуха. \*С | 20—40 |
| Скорость окружающего воздуха, м/с | < 1 |

* + 1. Результаты испытания

Коллектор должен быть осмотрен для определения наличия признаков ухудшения параметров и де- формации.

Результаты осмотра должны быть зарегистрированы вместе со средними значениями солнечного из- лучения (естественного или искусственного) е плоскости коллектора, окружающей температуры воздуха и смооости ветра, температуры поглотителя (и давления специальной жидкости е поглотителе, есгы использу- ется данный метод).

* 1. Испытание на воздействие атмосферных условий
     1. Цель испытания

Испытание на воздействие атмосферных условий обеспечивает простую возможность проверки на- дежности. указывая (или моделируя) рабочие состояния, которые могут произойти в реальной эксплуата- ции и позволяет так «отрегулировать» коллектор, чтобы результаты его последующих приемочных испыта- ний обеспечивали высокую точность результатов.

* + 1. Аппаратура и методика

Коллектор должен быть установлен на открытом воздухе (см. рисунок А.7). но не заполнен жидко- стью. Все трубки, кроме одоой. заполненной жидкостью, должны быть герметизированы и опечатаны, что- бы предотвратить охлаждение коллектора за счет естественной циркуляции воздуха. Трубка, заполненная жидкостью, должна быть оставлена открытой, чтобы разрешить свободное расширение воздуха в поглоти- теле.

Температура воздуха должна быть зафиксирована со стандартной погрешностью в 1 К и полным излучением в плоскости коллектора, записать\* с помощью пиранометра класса I. Использование пирано- метра в соответствии с (2) является предпочтительным. Излучение и средние значения температуры возду- ха должны фиксироваться не реже, чем через каждые 5 минут. Количество осадков должно фиксироваться ежедневно. Коллектор должен подвергаться атмосферным условиям до того момента, пока условия испы- тания не будут выполнены.

В конце испытания должен быть сделан визуальный осмотр для определения признаков поврежде- ния. как определено в 5.4.4.

7

#### ГОСТ Р 55617.2—2013

* + 1. Условия проведения испытаний

При испытаниях должен использоваться набор стандартных условий, приведенных в табгыцв 4.

Коллектор должен быть подвергнут воздействию атмосферных условий в течение не менее 30 дней (которые не должны идти подряд) с минимальным уровнем излучения *Н.* соответствующим таблице 4. Излучение измеряется пиранометром.

Коллектор должен также быть подвергнут воздействию атмосферных условий в течение не менее

30 часов с минимальным уровнем излучения 6. соответствующим таблице 4. зарегистрированным пирано- метром. при температуре окружающего воздуха больше указанной в таблице 4 или при условиях, при которых температура коллектора в конце периода достигнет значения согласно уравнению (В.1). Продол- жительность испытаний е часовом интервале должна быть не менее 30 минут.

Примечание — В регионах, где эти условия не встречаются в течение определен шх периодов года, тридцатичасоеое воздействие высоким уровнем излучения (тэбгыца 4) мажет проводиться в искусственном ис- точтке согыечного излучежя. имеющем характеристики, аналогичные жарактеристтам искуоствежого ислх- меса. используемого для определения КПД жидкостных солнечных коллекторов. Тридцагичэсоеое испытание на воздействие атмосферных условий должно проводиться после того, как коллектор прошел исгьггание по кражей мере в течение 10 дней, но не больше, чем 15 дней при нэпу ~~ю~~т ~~м~~и минимального уровня (таблица 4).

Если испытания на внешний и вмутрежий тепловой удары объединены с испытанием на воздействие атмосферных условий, первый внешний и внутренний тепловой удары должны быть вызваны в точение первых 10 из 30 часов, определенных выше, а второй — в течение последних 10 из 30 часов.

Таблица 4 — Исходные климатические условия для исгьгтэния на воздействие атмосферных условий, на внвшжй и в нутр~~о~~» ■ «ий тепловой удар

|  |  |
| --- | --- |
| Климатически\* параметры | Значение для всех типов климата |
| Суммарное солнечное излучение в коллекторной плоскости. G. Вт/ы^2 | 850 |
| Суммарная ежедневная радиация в коллекторной плоскости. *Н.* МДкУм2 | 14 |
| Температура окружающего воздуха. Г\*. \*С | 10 |
| Примечание — Данные значения являются мжимагъными для испытания. | |

* + 1. Результаты испытания

Коллектор должен быть осмотрен для определения повреждений или деформаций. Результаты осмот- ра должны быть зарегистрированы виесте с отчетом о климатических условиях в течение испытаний, вклю- чая ежедневную радиацию, температуру окружающего воздуха и дождь.

* 1. Испытание на внешний тепловой удар
     1. Цель испытания

Коллекторы могут подвергаться воздействию внешнего теплового удара, если в летние солнечные дни они попадают под внезапный ливень. Тест на внешний тепловой удар предназначен для оценки спо- собности коллектора противостоять таким тепловым ударам без сбоев в работе.

* + 1. Аппаратура и методика

Коллектор должен быть установлен на открытом воздухе или в помещежи под искусственным источ- ником солнечного излучения. Все трубки, кроме одной должны быть опустошены, герметизированы и оп- ломбированы. чтобы предотвратить охлаждена коллектора за счет естественной циркуляции воздуха. Только одна должна быть заполнена жидкостью и оставлена открытой, чтобы обеспечить свободное расширение воздуха в поглотителе (см. рисунок А.6).

Температурным датчик может быть произвольно прикреплен к поглотителю, чтобы контролировать его

температуру в ходе испытаний. Датчик должен быть установлен на две трети высоты и половине ширины поглотителя. Он должен быть установлен в дажом положении жестко, чтобы гарантировать хороший тепло- вой контакт с поглотителем. Датчик должен быть изолирован от солнечной радиации.

#### 8

ГОСТ Р 55617.2—2013

Примечания

1. Во время испытания вакууммрованных трубчатых коллекторов, у которых невозможно измерить равновесную температуру поглотителя, температурный датчик должен быть помещен в определенное место в коллекторе, и эго место должно быть ясно указано вместе с результатам испытания.
2. В некоторых коллекторах, таютх как аакуумирооа ■ 1ые коллекторы, может быть трудно прикрегитъ термо- пару термоэлемента к поглотителю. В таких случаях вместо прмфелпемгя термопары термоэлемента к погло- тителю. можно частично заложить поглотитель специальной жидкостью, герметизировать и опломбировать поглотитель и измерить давление в поглотителе. Соотношение внутреннего давления поглотителя и его темпера- туры должхэ! быть известны на основе стандартных отношений давления параГт~~о~~м~~по~~ратура для жидкостей.

Распылители водяных струй должны быть размещены так. чтобы обеспечить постоянное распыление воды над коллектором.

Прежде чем включить распылители, коллектор нужно в течение часа выдержать под солнечным излу- чением высокой интенсивности. Перед осмотром он должен охлаждаться водным распылением в течение 15 минут.

Коллектор должен быть подвергнут двум внешним тепловым ударам.

* + 1. Условия проведения испытаний

При испытаниях должен использоваться набор стандартных условий, приведенных в таблице 4. Должны быть выполнены условия:

- солнечное (или моделируемое солнечное) излучение *G* больше, чем значение, показанное в таблице 4.

* температура окружающего воздуха (, должна быть выше, чем значение, указанное в таблице 4. или должны быть выполнены условия, при которых конечная температура коллектора будет соответствовать уравнению (В.1).

Распыляемая вода должна иметь температуру не более 25 \*С и расход в диапазоне

* 1. кг/с — 0,05 кг/с на 1 *и2* коллекторной апертуры.

Если температура воды, которая охлаждает коллектор будет больше, чем 25 вС (например, если вода находилась е трубе на солще в течение некоторого времени), то вода должна быть предварительно охлаж- дена до температуры ниже 25 \*С.

5.5.4 Результаты испытаний

Коллектор должен быть осмотрен для определения признаков разрушения, деформации, конденса- ции. протечек воды или разгерметизации (потери вакуума). Результаты осмотра должны быть запротоколи- рованы. Измеренные значения солнечного излучения, температуры окружающего воздуха, температуры поглотителя (если измерялись), температура и расход воды также должны быть запротоколированы.

* 1. Испытание на внутренний тепловой удар
     1. Цель испытания

8 жаркие солнечные дни в коллекторы, нагретые до равновесной температуры, может быть подан холодный теплоноситель (вода), вызывая этим внутренний тепловой удар. Данное испытание предназ- начено для того. чтобы оценить способность коллектора противостоять таким тепловым ударам без повреж- дений.

* + 1. Аппаратура и методика

Не заполненный теплоносителем коллектор устанавливается на открытом воздухе, или перед искус- ственным источником солнечного излучения (см. рисунок А.9). Один конец трубки должен быть подключен к источнику теплоносителя через запорный вентиль, а другой — оставлен открытым, чтобы обеспечить свободное расширение воздуха е поглотителе и также обеспечить вытекание теплоносителя в сборную емкость. Если коллектор имеет больше, чем две трубки с жидкостью, остальные трубки должны быть загер- метизированы и опечатаны для гарантии соблюдения разработанного режима в пределах коллектора.

Датчик температуры должен быть расположен на две трети высоты поглотителя и половины ширины поглотителя. Он должен быть жестко установлен е заданном положении, чтобы гарантировать хороший тепловой контакт с поглотителем. Датчик должен быть огражден от солнечной радиации.

Примечания

1. При испытании вакуумироеанкых коллекторов, для которых невозможно измерить равновесную температуру поглотителя, датчик температуры должен быть помещен в допустимом месте коллектора, и это место должно быть точно указано в протоколе испытаний.
2. При испытаны вакуумирова! ■ ых коллекторов, может быть трудно прикрепгть термопару термоэлемента непосредственно к поглотителе. В таких случаях вместо прикрепления термопары термоэлемента к поглотителе

#### 9

ГОСТ Р 55617.2—2013

можно частично заполнить поглотитель специальной жидкостью, герметизировать и опломбировать поглоти- тель и измерить давление в поглотителе. Зависимость между внутренним дэвпетем в поглотителе и его темпе- ратурой должна быть известна.

Коллектор должен находиться под солнечным излучением высокого уровня в течение 1 часа, а затем охлаждаться теплоносителем как миы«мум 5 минут или до ломокения температуры поглотителя юоке 50 \*С.

Коллектор должен быть подвергнут двум внутренним тепловым ударам.

* + 1. Условия проведения испытаний

При испытаниях должен использоваться набор стандартных условий, приведенных е таблице 4. Должны быть выполнены условия:

* + - солнечное (или моделируемое солнеч«ое) излучение 6 должна быть больше, чем значение, указан- ное в таблице 4.
    - температура окружающего воздуха f, должна быть выше, чем значение, указанное 8 таблице 4. или должны быть выполнены условия, при которых конечная температура коллектора будет соответствовать уравнению (В.1).

Теплоноситель должен иметь температуру не выше 25 \*С. Рекомендуемый расход жидкости —

* 1. кг/с на 1 мг апертуры коллектора (если иное не определено изготовителем).

5.6.4 Результаты испытания

Коллектор должен быть осмотрен для определения признаков разрушения, деформации, конденса- ции. протечек воды или разгерметизации (потери вакуума). Результаты осмотра должны быть запротоко- лированы. Измеренные значения солнечного излучения, температуры окружающего воздуха, темпера- туры поглотителя (если измерялись), температура и расход теплоносителя также должны быть запрото- колированы.

* 1. Испытание на проникновение дождя
     1. Цель испытания

Это испытание применимо только для остекленных коллекторов и предназначено для оценки их ус- тойчивости к проникновению дождя. Конструкция коллектора не должна позволять проникать ни свободно- падающему. ни проливному дождю. Коллекторы могут иметь вентиляционные и дренажные отверстия, через которые не должен проникать косой дождь.

* + 1. Аппаратура и методика
       1. Общие положения

Трубки коллектора должны быть герметиэирова»\*>1 и опломбированы (если горячая вода не циркулиру- ет через поглотитель, см. S.7.2.2). как показано на рисунке А.10. Коллектор должен быть установлен на испытательном стенде под наименьшим рекомендуемым изготовителем углом к горизонту. Если этот угол не определен, то коллектор должен быть размещен под углом в 30\* к горизонту. Коллекторы, разработан- ные для встраивания в крышу, должны быть установлены на моделируемой крыше и иметь защищенную нижнюю сторону. Остальные коллекторы должны быть установлены по обычной схеме на открытой пло- щадке или моделируемой крыше.

Коллектор с внешней стороны должен обпиваться водой при помощи распылительных насадок или

душа.

* + - 1. Обнаружение проникновения воды

Коллектор должен быть установлен и подвергнут обливанию. как указано выше. а поглотитель коллек-

тора должен быть нагрет до температуры минимум 50 \*С. Для этого нужно либо пропустить через трубки коллектора горячую воду температурой приблизительно 50 \*С. или выставить коллектор под солнечное излучение. Проникновение воды е коллектор определяется визуально (водяные капли, конденсационные следы на защитном стекле или на основании других видимых признаков), а также одним из следующих методов:

а) взвешиванием коллектора (стандартная погрешность менее, чем 5 г на м2 поверхности коллектора):

б) измерения влажности (стандартная погрешность менее, чем 5 %);

в) посредством измерения уровня конденсации.

Нагревание коллектора должно быть начато перед обливанием, чтобы гарантировать, что коллектор- ная коробка была сухой перед началом испытаний.

Если в конструкции коллектора использована древесина (или в других частных случаях) нужно пред\* принять необходимые меры для исключения влияния конструктивных особенностей коллектора на резуль- тат испытаний.

10

#### ГОСТ Р 55617.2—2013

* + 1. Условия проведения испытаний

Расгыляемая вода должна иметь температуру ниже 30 \*С и расход воды более 0,05 *ttrfc* на 1 м2 омываемой поверхности коллектора. Продолжительность испытания должна быть не менее 4 часов.

* + - 1. Метод взвешивания

При использовании метода взвешивания, коллектор до начала испытаний должен быть взвешен триж- ды. Зарегистрированные значения веса не должны отличаться более, чем на ±5 г на 1 м2 коллекторной поверхности.

* + - 1. Метод измерения влажности

При измерении проникновения воды в коллектор посредством измерения влажности, абсолютный датчик влажности помещается в воздушный промежуток между поглотителем и остеклением. Коллектор и датчик для обеспечения устойчивости эксперимента присоединяются к горячему циркуляционному кон- туру не менее, чем за пять часов до начала испытаний (дождя). При испытаниях на открытом воздухе, для минимизации ошибок измерения коллектор должен быть затенен в течение всего времени испытаний. Влажность должна проверяться за пять часов до начала испытаний и по крайней мере через пять часов после дождя. Проникновение воды должно быть выявлено на стадии «Заключительная проверка» испыта- ний (см. 5.11).

* + - 1. Метод определения уровня конденсации

Если выбран метод определения уровня конденсации, проникновение ерш определяется измерею\*- ем уровня конденсации на стеклянном покрытии и измерением количества воды, которая вытекает из кол- лектора при его переворачивании.

Нагревание коллектора должно быть начато по крайней мере за 30 минут до начала распыления воды и должно продолжаться до тех пор. пока коллекторная коробка не станет гарантированно сухой. Это может быть сделано путем прокачивания воды или другой жидкости температурой более 50 \*С через поглотитель до начала или в течение всего испытания. Вода конденсируется на внутренней части остекления, которое охлаждается холодной водой с внешней стороны. Через 2 часа должен быть проведен промежуточный осмотр остекления, для бопее точного определения мест проникновения воды.

После окончания расгыления воды и короткого промежутка времени вентиляции коллектора, прово- дится осмотр коллекторов на предмет обнаружения следов конденсации, чтобы выявить коллекторы с хо- рошей вентиляцией, не накапливающие влагу внутри коллектора. Однако, осмотр должен быть сделан не позже одной минуты после окончания распыления воды, чтобы в коллекторе не произошли температурные изменения.

* + 1. Результаты испытания

Проникновение воды в коллектор определяется осмотром. Результаты осмотра протоколируются и в них указываю юн мвоа.куца проникаы вица, и |рамицы ее pauipoci ранении.

* 1. Испытание на морозостойкость
     1. Цель испытания

Это испытание предназначено для оценки морозостойкости коллекторов, которые заявлены как моро- зостойкие. то есть для определения противостояния коллекторов замораживанию и циклическому заморэ- живанию/оттаиванию. Это испытание не предназначено для коллекторов, для которых в руководстве по установке заявлено, что они могут использоваться только с незамерзающей жидкостью (антифризом).

Рекомендуются две методики испытаний:

* + - для коллекторов, которые должны обладать морозостойкостью в заполненном водой состоянии:
    - для коллекторов, которые должны обладать морозостойкостью в осушенном состоянии.
    1. Аппаратура и методика

5.8.2.1 Морозостойкие коллекторы

Коллектор, который по условиям должен быть морозостойким, устанавливается в холодильной каме- ре. как показано на рисунке А.11. Коллектор должен быть установлен правильно, полностью закрыт и наклонен к горизонту под минимальным возможным углом, рекомендованным изготовителем. Если изго- товителем не определен никакой угол наклона, то коллектор должен быть установлен под углом 30\* к гори- зонту. Неостеклетые коллекторы испытываются в горизонтальном положении, если это не исключено изго- товителем. Затем коллектор должен быть заполнен ведой под рабочим давлемюм.

Температура в холодильной камере должна циклически изменяться. В конце каждого цикла вода в коллекторе должна оставаться под рабочим давлением.

Температура воды должна проверяться в ходе испытания.

#### 11

ГОСТ Р 55617.2—2013

S.8.2.2 Коллекторы с водоотводной защитой

Коллекторы, которые для защиты от замораживающих повреждений применяют систему водоотве- дения, также испытываются в холодильной камере (см. рисунок А.11). Коллектор должен быть установлен с минимахъным. рекомендуемым изготовителем, углом к горизонту. Если изготовителем не определен угол установки, то коллектор должен быть наклонен под углом 30е к горизонту. Н©остекленные коллекторы дол- жны быть проверены е горизонтальном положении, если это не исключено изготовителем. Затем коллектор должен быть заполнен водой и выдержан е заполненном состояли при рабочем давлении в течение 10 минут, после чего осуществляется водоотвод с помощью устройства, поставляемого изготови- телем.

Если е течение 5 минут после начала осушения количество извлеченной воды из коллектора соответ- ствует приблизитегьно 95 *%* полного количества воды, которой был заполнен коллектор, то испытание е холодильной камере не требуется.

Температура е холодильной камере должна циклически меняться. Температура внутри поглотителя должна измеряться вблизи входа трубки.

После последнего цикла коллектор должен быть снова наполнен водой под рабочим давлением.

* + 1. Условия проведения испытаний

Содержимое поглотителя должно сохраняться при изменении температуры в диапазоне (-20 ±2) \*С в цикле замораживания по крайней мере в течение 30 минут, и е течение цикла таяния может подниматься до 10 *"С.* Продолжительность цикла таяния должна быть по крайней мере 30 мин.

Коллектор должен быть подвергнут трем циклам таякюУзаморажиеания.

* + 1. Результаты испытания

Число выполненных циклов должно быть запротоколировано. Коллектор должен быть осмотрен с це- лью нахождения протечки, поломки, искажения и деформации. Эти данные должны быть запротоколирова- ны вместе со значениями температуры поглотителя, достигнутыми в течение каждого из циклов испытаний. Также должен быть записан угол наклона коллектора во время испытания.

5.9 Испытания механической нагрузкой

5.9.1 Испытание на положительное давление

5.9.1.1 Цель испытания

Это испытание предназначено для оценки устойчивости прозрачного покрытия коллектора и коллек- торной коробки к давлению, возникающему вследствие воздействия ветра и снега.

5.9.12 Аппаратура и методика

Коллектор должен быть расположен на земле горизонтально. Коллектор покрывается фольгой, а на опорную раму (несущую конструкцию) коллектора устанавливается деревянная или металлическая рамка достэто\*»юД емкости, чтобы е ней можно было разместить требуемое коли\*\*естоо граоил или подобного материала (см. рисунок А.12).

Предпочтительно использовать гравий размера 2—32 мм. который должен быть взвешен по частям и распределен в емкости так. чтобы всюду создавалась одинаковая нагрузка с учетом искривления (дефор- мации) стекла.

Испытание может быть также проведено при установке коллектора в соответствии с 5.9.22 и при нагрузки его покрытия с помощью присоски, гравия или другими средствами (например, водой).

Необходимая нагрузка может быть создана при помощи воздушного давления на покрытие коллектора.

Нагрузка также может быть создана при действии отрицательного давления на покрытие коллектора.

Однако этот метод не может применяться ко всем типам коллекторов.

* + - 1. Условия проведения испытаний

Испытательное давление должно увеличиваться с шагом 250 Па. до значения, указанного изготови- телем. и *гы* до возникло ее жя разрушения или деформации коллектора. Максимальное давление должно быть не менее 1000 Па.

Примечание — Установившаяся деформаля должна быть измерена для каждого шага изменения нагрузки. Искажение измеряется относительно начального значения. Значение недопустимой установившейся деформашы составляет максимально 0.5 % (например 10 мм искажения на 2 м дшны коллекторной рамы).

* + - 1. Результаты испытания

Давление, при котором возникают дефекты коллекторного покрытия или коробки, или креплений дол- жны быть запротоколированы вместе с детальным описанием дефекта. При отсутствии дефектов следует фиксировать максимальное давление, на которое испытывался коллектор.

12

#### ГОСТ Р 55617.2—2013

Максимальное положительное давление —давление, достигнутое перед появлением дефекта. Допустимое положительное давление — максимальное давление, деленное на коэффициент прочности *SF\** = 1.5

##### (D

Примечание — Испытание коллекторов для типов с конструкцией, встраиваемой в фышу. совпадают с описываемым, а их результаты имеют одинаковую силу.

* + 1. Тест на отрицательное давление
       1. Цель испытания

Это испытание предназначено для оценки прочности крепления покрытия коллектора к коробке (несу\* щей конструкции) под действием силы подъема, вызванной ветром.

Для расчета устойчивости системы в статике должны применяться национальные строительные нор\* мы и правила, действующие в Российской Федерации.

* + - 1. Аппаратура и методика

Коллектор устанавливается горизонтально на жесткой раме при помощи специальной оснастки, кото- рая не должна ограничивать (перекрывать) окно покрытия коробки коллектора.

Подъемная сила, эквивалентная указанной нагрузке отрицательного давления, должка приклады-

ваться равномерно ко всей площади покрытия. Нагрузка увеличивается пошагово до заданного макси- мального значения. Если покрытие не было разрушено при максимальном д авлении, то давление можно увеличивать до разрушения покрытия. Время между каждым шагом увеличения давления должно позво- лять механической системе стабилизироваться.

Для подведения давление к покрытию могут использоваться:

* + - метод а: нагрузка может прикладываться к коллекторному покрытию посредством равномерно рас- пределенного набора присосок (см. рисунок А. 13);
    - метод б: для коллекторов, которые имеют псмтм герметическую коробку, может использоваться сле- дующая процедура создания отрицательного давления на покрытие (см. рисунок А.14): в зазоре между коллекторным покрытием и поглотителем делается два отверстия, через которые подключаются источник воздуха и манометр. Отрицательное давление на покрытие создается давлением воздуха в коллекторной коробке. Из соображений безопасности персонала в случае разрушения коллектора он должен быть заклю- чен в прозрачную коробку на все время проведения испытаний.

во время испытаний коллектор следует осматривать и регистрировать любые деформации покрытия и креплений. После окончания испытаний коллектор должен быть обследован для определения любых посто- янных деформаций.

* + - 1. Условия проведения испытаний

Испытательное давление должно увеличиваться с шагом 250 Па до значений, указанных изготовите- лем. или до момента появления дефекта (разрушения). Испытательное давление должно быть не менее 1000 Па. Дефект может привести к разрушению покрытия и вызвать устойчивую деформацию коллекторной коробки или крепления.

Примечание — Деформация измеряется относительно значения в начале испытаний на каждом таге изменения нагрузки после стабилизации процесса. Недопустимая постоянная деформация составляет макси- мально 0.5 % (например. 10 мм на 2 м длины коллекторной рамы).

* + - 1. Результаты испытания

Давление, при котором возникают дефекты коллекторного покрытия или коробки, или креплений дол- жны быть запротоколированы вместе с двтагъным описанием дефекта. При отсутствии дефектов следует фиксировать максимальное давление, на которое испытывался коллектор.

Максимальное отрицательное давление — давление, достигнутое перед появлением дефекта. Допу- стимое отрицательное давление — максимальное давление, разделенное на запас прочности SF- = 2



* 1. Испытание на ударопрочность (необязательное)
     1. Цель испытания

Это испытание предназначено для оценки ударопрочности коллектора к ударам града.

(2)

13

#### ГОСТ Р 55617.2—2013

* + 1. Аппаратура и методика

5.10.2.1 Общие положения

Испытание солнечного коллектора на ударопрочность может быть выполнено с использованием сталь- ных или ледяных шаров.

* + 1. Метод 1

Коллектор должен быть установлен или вертикально, или горизонтально на основании (см. рисунок А. 15). Основание должно быть достаточно жестким. чтобы отклонение коллектора во время ударов было незначительно.

Стальные шары используются для моделирования тяжелых ударов. Если коллектор установлен гори- зонтально. стальные шары падают вертикально. Если коллектор установлен вертикально, удары направле- ны горизонтально посредством маятника. В обоих случаях высота падения — вертикальное расстояние между точкой начала движения и горизонтальной плоскостью, на которой находится точка удара.

Точка удара должна быть не ближе, чем 5 см от края и не дальше, чем 10 см от угла коллекторного покрытия, и она д олжна смещаться на нескогъко миллиметров после падения каждого следующего сталь- ного шара.

Стальной шар должен падать на коллектор по 10 раз с каждой испытательной высоты, пока не будет достигнута максимальная испытательная высота (как определено изготовителем). Испытание останавлива- ется. если коллектор получил повреждение или если коллектор выдержал удары 10 стальных шаров при максимальной испытательной высоте.

Примечание — Этот метод не отражает физмсу удара градин, так как не учитывает энергию деформэиж ледяных частиц.

* + 1. Метод 2

Испытательная аппаратура включает следующее оборудование:

а) Форма для отливки сферических ледяных шаров требуемого диаметра (25 мм). б) Морозильная камера с регулировкой температуры в пределах от-10 \*С ± 5 \*С. в) Контейнер для хранения ледяных шаров при температуре - 4 \*С ± 2 \*С.

г) Пусковая установка, прицельно выпускающая ледяные шары в коллектор с заданной скоростью (определено изготовителем) при погрешности не более ± 5 %. Направление полета ледяного шара от пуско- вой установки до коллектора может быть горизонтальным, вертикальным или произвольным (с заданным углом наклона).

д) Жесткая рама для крепления коллектора, с регулируемым углом наклона для установки перпенди- кулярно направлению полета ледяного шара. Крепление должно быть таким, чтобы при ударе ледяного шара его деформация была незначительна.

е) весы для определения массы ледяного шара со стандартной погрешностью ±2%.

ж) Прибор для измерения скорости ледяного шара со стандартной погрешностью ± 2 м с'. Датчик скорости должен быть установлен не далее 1 м от поверхности коллектора.

На рисунке А.16 показан в схематической форме пример аппарата, включающего горизонтальную пневматическую пусковую установку, вертикальную раму для крепления коллектора и измеритель скоро- сти. который измеряет время, за которое ледяной шар преодолевает расстояние между двумя лучами света.

Испытания проводятся последующей методике:

а) Используя формы и морозильную камеру, делают достаточное количество ледяных шаров требуе- мого для испытаний размера, с запасом для предварительного регулирования пусковой установки.

б) Проводят осмотр каждого шара для определения наличия трещин, проверки размера и массы. Шар должен удовлетворять следующим критериям:

* + - никаких трещин, видимых невооруженным глазом;
    - диаметр шара (25 ♦ 1.25) мм:
    - масса шара с диаметром (25 ± 125) мм.

в) Шары вставляют в контейнер за 1 час перед использованием (проведением испытаний).

г) Обеспечивается контакт ледяных шаров с поверхностью коллектора при комнатной температуре.

д) Производят пробные выстрелы в моделируемую цель как указано далее в перечислении, пуско- вую установку настраивают так. чтобы измеренная датчиком скорость ледяного шара не выходила за пре- делы ± 5 % от требуемой испытательной скорости.

е) Коллектор устанавливают е раму при комнатной температуре, поверхность удара располагают пер- пендикулярно траектории полета ледяных шаров.

#### 14

ГОСТ Р 55617.2—2013

ж) Ледяной шар из контейнера устанавливают в пусковую установку. Следует прицельно выпустить шар в место удара. Время между извлечением ледяного шара из контейнера и ударом по коллектору не должно превышать 60 с.

Точка удара должна быть удалена от края коллекторного покрытия не более, чем на 5 см. а от угла

коллекторного покрытия не более, чем на 10 см. Она должна смещаться на несколько миллиметров при каждом новом выстреле.

Ледяной шэд должен быть выпущен в коллектор 10 раз.

Испытание может быть остановлено, если коллектор выдержал удар 10 ледяных шаров или если было обнаружено его повреждение.

* + 1. Условия проведения испытаний

Если проверка проводится согласно методу 1. то стальной шар должен иметь массу (150 ± 10) г. и должен пускаться с проверочной высоты: 0.4 м: 0.6 м: 0.8 м: 1.0 м: 1.2 м; 1,4 м: 1,6 м: 1,8 м и 2.0 м.

Если проверка проводится согласно методу 2. то ледяной шар должен иметь диаметр (25 ± 1.25 мм),

массу (7,53 х 0.38 г) и его скорость должна быть (23 ± 1.15 м/с).

* + 1. Результаты испытания

Коллектор должен быть осмотрен для обнаружения повреждений. Результаты осмотра должны быть запротоколированы вместе с высотой, с которой был брошен стальной шар (если используется метод 1) и числом ударов (если используется метод 2). которые вызвали повреждение.

Примечание — Поскотъсу метод проверки 2 является более близким к реагъшм условиям, этот метод (5.10.2.3) является предпочтительным.

* 1. Заключительная проверка

Когда вое испытания будут завершены, коллектор должен быть демонтирован и осмотрен. Все откло- нения от нормального состояния должны быть запротоколированы и зарегистрированы на фотографиях.

* 1. Отчет об испытаниях

Отчет должен быть оформлен в соответствии с приложением Б и должен включать протоколы каждого испытания. На титульном листе (приложение Б.1) указываются сводные данные результатов исгытаний.

### Испытание на теплопроизводительность жидкостных коллекторов

Теплопроизеодительмость остекленных солнечных коллекторов должна быть проверена согласно 6.1 или 6.3.

* 1. Остекленные солнечные коллекторы в установившемся режиме (включая перепад давления)
     1. Установка и размещение коллектора
        1. Общие положения

Способ установки коллектора будет влиять на результаты испытаний на теплопроизводительность. Испытываемые коллекторы должны быть установлены в соответствии с 6.1.1.2—6.1.1.8 Испытываться дол- жны коллекторы реального размера, так как краевые потери маленьких коллекторов могут значительно уменьшить их производительность.

* + - 1. Монтажная рама коллектора

Монтажная рама коллектора не должна перекрывать апертуру коллектора и не должна нарушать изоляцию боковой или задней части коллектора. Если не определено иначе, (например, когда коллектор встроен в крышу) монтажная рама должны быть открытой, чтобы воздух мог свободно циркулировать вок- руг боковой и задней части коллектора. Коллектор должен быть укреплен так. чтобы его нижний край был не менее, чем на 0.5 м выше поверхности земли. Потоп\* теплого воздуха, которые поднимаются вдоль стен здания, не должны проходить через коллектор. Если коллекторы испытываются на крыше здания, они должны быть расположены не мен~~ее~~, чем в 2 м от фая крыши.

* + - 1. Угол наклона

Коллектор должен быть испытан с таким углом наклона, чтобы зависимость от угла падения излуче- ния для коллектора изменялась не больше, чем на ± 2 % от ее значения при нормальном угле падения. Для одинарных остекленных плоских коллекторов, эти условия будут удовлетворяться, если угол падения прямого солнечного излучения на апертуру коллектора меньше, чем 20\*.

15

#### ГОСТ Р 55617.2—2013

Примечание — Для многих коллекторов агмяше утла наклона является несущее r~~ooi ■ м~~м, но это мажет стать важным для спеииализировзнных коллекторов, типа обьедж~~юш~~ых тепловых труб.

* + - 1. Коллекторы, расположенные на открытом воздухе

Коллектор может быть установлен на открытом воздухе в положении лицевой поверхностью к эквато- ру. но это ограничит диапазон углов падения солнечного излучения. Более эффективный метод — это установка коллектора с устройством (ручным или автоматическим) слежения за солнцем в азимутальной плоскости.

* + - 1. Экранирование от прямого солнечного излучения

Расположение испытательного стенда должно быть таким, чтобы на коллектор в течение всего испы- тания не падала те»».

* + - 1. Рассеянная и отраженная солнечная радиация

В целях анализа результатов наружных испытаний, считается, что солнечная радиация, не поступаю- щая непосредственно от солнечного диска, изотропна в полусфере ориентации коллектора.

Чтобы минимизировать ошибки, следующие из этого предположения, коллектор должен быть разме- щен так. чтобы на него во время испытаний не падало солнечное излучение, отраженное от окружающих зданий или поверхностей, и не падала тень от других предметов. С некоторыми типами коллекторов, типа вакуумированных трубчатых коллекторов, важно минимизировать отражение как на переднюю, так и на заднюю части коллектора.

Затенено может быть не более 5 % площади коллектора. Особенно важно избегать расположения

перед коллектором зданий или больших преград с углом к горизонту более 15\*. Отражательная способ- ность большинства грубых поверхностей, например травы, подвергшегося атмосферному влиянию бетона или щебенки обычно достаточно низка, что не создает препятствий при испытаниях коллекторов.

Следует избегать мест, в которых перед коллектором располагаются большие поверхности стекла, металла или воды. В большинстве искусственных источников солнечного излучения прямую солнечную радиацию можно получить только приблизительно. Чтобы упростить измерение искусственной радиации, необходимо минимизировать отраженное излучение. Это может быть достигнуто за счет покраски всех поверхностей в испытательной камере в темный цвет {низкая отражательная способность).

* + - 1. Тепловая радиация

Некоторые коллекторы особенно чувствительны к тепловому излучению. Чтобы минимизировать вли- яние теплового излучения, температура поверхностей, смежных с коллектором, должна быть как можно ближе к температуре окружающего воздуха. Например, в зоне приема коллектора не должно быть дымохо- дов. градирен или источников горячих выхлопных газов. Для внутренних и модельных испытаний коллек-

тор должен быть огражден от горячих поверхностей типа радиаторов, каналов и машин кондициониоовакмя воздуха, и от холодных поверхностей, типа окон и внешних стен. Экранирование важно и спереди, и сзади коллектора.

* + - 1. Скорость воздушного потока

Многие коллекторы весьма чувствительны к скорости воздушного потока. Чтобы максимизировать воспроизводимость результатов, коллекторы должны быть укреплены так. чтобы воздух мог свободно про- ходить по всей апертуре, сзади и по сторонам коллектора. Средняя скорость воздушного потока, парал- лельного апертуре коллектора, должна быть в пределах, определенных в 6.1.4.3. Там. где необходимо, должны использоваться искусственные вентиляторы, чтобы создать потоке требуемой скоростью. Коллек- торы. разработанные для встраивания в крышу, могут иметь заднюю часть, защищенную от ветра: что также необходимо отметить в результатах испытаний.

* + 1. Аппаратура
       1. Измерение солнечного излучения
          1. Пиранометр 6.1.2.1.1.1 Общие положения

Для измерения полной коротковолновой радиации согмца и неба необходимо использовать пирано- метр класса I. Использование пиранометра в соответствии с [2] является предпочтительным. Должны со- блюдаться практические рекомендации по их использованию, в том числе требования (3]. Перед каждым испытанием пиранометр должен быть проверен на запыленность, загрязнете внешнего купола, и. в слу- чае необходимости, должен быть очищен.

Для измерения рассеянной коротковолновой радиации нужно использовать пиранометр класса I или лучше, оборудованный экранирующей катушкой, или пиргелиометр вместе с пиранометром.

16

#### ГОСТ Р 55617-2—2013

Меры предосторожности против воздействия градиента температуры

Пиранометр, используемый в ходе испытаний, для стабилизации измерений должен быть установлен на испытательном стенде по крайней мере за 30 минут до начала съема данных.

Меры предосторожности против влияния влаги и сырости

Пиранометр должен быть снабжен средствами предотвращения накопления влаги, которая может конденсироваться на поверхностях, где снимаются показания измерительного прибора. Предпочтительны измерительные приборы с диссикатором (сушильным устройством), которое может быть осмотрено при необходимости. За состоянием диссикатора необходимо следить регулярно.

Меры предосторожности против влияния инфракрасного излучения на точность пиранометра

Пиранометр, используемый для измерения излучения солнечной радиации искусственного источни-

ка. должен быть закреплен таким образом, чтобы минимизировать алия we на его показания инфракрасной радиации с длиной волны выше 3 мкм от моделируемого источника света.

Установка пиранометра на открытом воздухе

Пиранометр должен быть закреплен так. чтобы его датчик находился в одной плосхости (в пределах допуска ± 1\*) с плоскостью апертуры коллектора. Он не должен бросать тень на апертуру коллектора в течение испытаний. Пиранометр должен быть закреплен так. чтобы получить то же количество прямого, рассеянного и отраженного излучения, как и коллектор.

Примечание — Для углов падения 50\*. отклонение ±1\* при измерении солнечной радиацмг лриеодот к ошибке 2 %.

Для наружного испытания пиранометр должен быть закреплен на половине высоты коллектора. Кор- пус пиранометра и выходящие электропровода должны быть экранированы, чтобы минимизировать сол- нечный нагрев электропроводов. Также необходимо минимизировать энергию, отраженную и повторно из- лученную от солнечного коллектора на пиранометр.

Использование пиранометров в искусственных источниках солнечного излу-

чения

Пирамометры могут использоваться для того, чтобы измерять распределение искусственного солнеч-

ного излучения по апертуре коллектора, и временные колебания искусственного излучения (см. 6.1.5.6). Могут также использоваться другие типы радиационного детектора при условии, что они были рассчитаны и проверены для рассматриваемого искусственного солнечного излучения.

Пиранометр должен быть укреплен так. чтобы его датчики) располагался в одной плоскости (с допус- ком 114) с плоскостью апертуры коллектора. Пиранометр(ы) не должен бросать тень на апертуру коллекто- ра в течение периода испытаний. Пиранометр(ы) должен быть закреплен так. чтобы получить тот же уро- вень непрямого, рассеянного и отраженного солнечного излучения, которое получает сам коллектор.

Метод и оборудование, используемое для измерения любого колебания в искусственном излучении е течение периода испытаюй должны быть хорошо опробованы, чтобы выдать необходимую точность изм~~е~~р~~ен~~ий.

Примечание — Например, обычно в качестве со пневого искусственного источника используется электрическая дуга в уплотненном пучке параболического отражателя. При этом монтаж пиранометра а положении, как огмсано для наружного испытания — в середине высоты коллектора — не будет адекватным, особенно когда пампы сна&кэются энергией от неустойчивого электропитания магистральных линий и от трех различных фаз. Для сол~~ночы~~х искусственных источнмсов этого вида, не оборудованных стэбилиэгрованным источником питания, рекомендуется интеграция напряжения электропитания в течение каждого периода проверки. Солне<\*ые искусственные источныси. оборудованные стабитмзироеанным источником эпектрогм- тания. способные к стабилизации напряжения электропитания в пределах ± 0.5 %. обычно на нуждаются в интег- рации (осреднении) иоделируемой облученности в течете (каждого) периода проверки. Для больштства типов солнечных искусственных источников может быть найдено соотношение между пространственно интегрирован- ным значением искусственной солнечной облученности и интегрированного напряжения электропитания в течение каждого периода проверки. Во всех случаях, предполагается достаточное знание срока службы исполь- зуемого типа лампы и ее характеристик.

6.1.2.1.2 Измерение угла падения прямого солнечного излучения

Простое устройство для измерения угла падения прямого солнечного излучения может состоять из указателя-стрелки, перпендикулярного плоской пластине, на которой отмечены градуированные концент- рические кольца. Длина тени, отброшенная указателем, измеряется с помощью градуированных концент-

17

#### ГОСТ Р 55617.2—2013

рических колец, и используется для определения угла падения. Устройство должно быть размещено в коллекторной плоскости и с одной стороны коллектора.

6.1.2.2 Измерение теплового излучения

6.1Х2.1 Измерение теплового излучения на открытом воздухе

Обычно виды теплового излучения не принимаются во внимание для испытания коллектора на откры- том воздухе. Однако, для определения тепловой радиации в апертуре коллектора лиргеометр может быть закреплен на плоскости апертуры коллектора и к одной стороне в середине высоты.

6.1.2.2.2 Определение теплового излучения в закрытом помещении и в искусственных сол- нечных источниках

6.1.2^.2.1 Измерение

Тепловая радиация может быть измерена, используя лиргеометр. как отмечено в 6.1*22*.1 для наруж- ных измерений. Пиргеометр должен быть хорошо вентилируемым, чтобы минимизировать елигыие солнеч- ной или искусственной солнечной радиации. Для внутренних испытаний тепловая радиация должна быть определена со стандартной погрешностью в 10 В т/м2.

*ЬЛ 22.2.2* Вычисление

При условии, что могут быть определены все источники и приемники тепловой радиации в области наблюдения коллектора, тепловая радиация в апертуре коллектора может быть вычислена, используя из- мерения температуры, измерения излучающей способности поверхности и коэффициент формы излучемм. Тепловое излучение с поверхности коллектора {поверхность 1) и от более горячей поверхности (поверх- ность 2) вычисляется по формуле

от  (3)

Дополнительное тепловое излучение (по сравнению с той. которая наблюдалась бы. если бы поверх- ность 2 была бы абсолютно черным телом) вычисляется по формуле

##### (4)

Коэффициенты формы излучения приведены в учебниках по радиационному теплообмену. Тепловая радиация в апертуре коллектора может также быть вычислена по ряду измерений, сделанных для малень- ких пространственных углов в области наблюдения. Такие измерения могут быть сделаны, используя пирге- лиометр с и без стеклянного фильтра для идентификации тепловой составляющей суммарной радиации.

6.1.2.3 Измерение температуры

6.1 -2.3.1 Общие положения

При испытании солнечного коллектора требуются измерения температуры в трех точках; температуры жидкости на входе коллектора, температуры жидкости на выходе коллектора и температуры окружающей среды. Необходимая точность измерения температуры жидкости и окружающего воздуха отличаются. Это значит, что датчики для температуры и связанное с ними оборудование для этих измерений будут различ-

* + - * 1. Измерение температуры теплоносителя на входе в коллектор ((^) 6.1.2.3.2.1 Необходимая точность

Температура жидкого теплоносителя на входе а коллектор должна быть измерена со стандартной погрешностью 0.1 К. Но для проверки колебаний температуры со временем требуется улучшенное разре- шение сигнала датчика температуры — порядка ± 0.02 К.

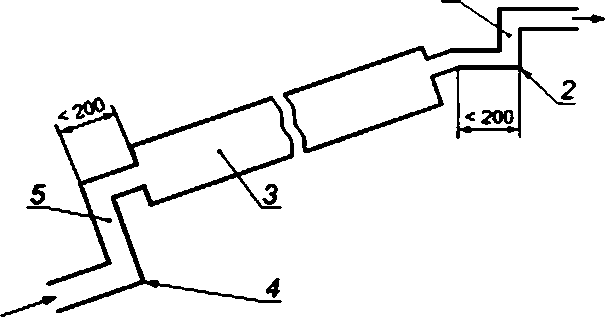
Примечание — Это разрешение н~~е~~обходимо для всего диапазона значений температуры, используе- мых при испытании коллектора {то есть от 0 \*С до 100 "С), которые требуют особенной точности для записи данных, поскольку это требует разрешения одной части а 4.000 или 12-битной цифровой системе.

6.1.2.3.2.2 Монтаж датчиков

Датчик для измерения температуры должен быть укреплен не дальше, чем в 200 мм от входа коллек- тора. и теплоизолирован. Если необходимо поместить датчик на расстоянии более 200 мм от коллектора, то нужно проверить, что на измерение температуры жидкости не оказывается постороннее воздействие. Для перемешивания жидкости при измерении температуры, в трубопроводе должен быть сделан изгиб против потока жидкости, зонд датчика должен также устанавливаться против потока жидкости в той части трубопровода, где поток поднимается (чтобы мешать застою воздуха вблизи датчика), как показано рисунке 1.

18

#### ГОСТ Р 55617.2—2013

*1*

*t* — Датч«< течг'вратур\*' (f^AT) на выходе коллектора, *2* — Отвод трубопровода или устройства оереыешиаамя. *3* — Солиечтм коллектор: *4 —* Отвод трубопровода или устройства перемешивания, S — Датчик температуры (f^AT) на входе коллектора

Рисунок 1 — Рекомендованные положения датчиков для измерения температуры жидахо теплоносителя на входе и выходе

* + - * 1. Определение разности температур теплоносителя (дГ)

Разность температуры на входе и выходе *(АТ)* должна быть определена со стандартной погреш- ностью < 0.05 К. Стандартные погрешности, приближающиеся к 0.02 К. могут быть достигнуты с помощью использования современных хорошо откалиброванных датчиков, которые позволяют измерить разность температуры жидкого теплоносителя е 1 К или 2 К с приемлемой точностью. Датчики разности температуры должны быть откалиброваны в необходимом температурном диапазоне.

* + - * 1. Измерение температуры окружающего воздуха (f,) 6.1.2.3.4.1 Требуемая точность

Температура окружающего воздуха должна быть измерена со стандартной погрешностью 0.5 К.

6.1.2.3.42 Монтаж датчиков

Для наружных измерений датчик должен быть экранирован от прямого и отраженного солнечного излучения посредством окрашенного е белый проветриваемый кожух, предпочтительно с принудительной вентиляцией. Кожух должен быть экранирован и помещен на середине высоты коллектора, по крайней мере, на 1 м выше поверхности земли, чтобы исключить влияние тепла земли.

Кожух должен быть размещен с одной стороны коллектора и не больше, чем е 10 м от него. Если

вентиляция коллектора осуществляется вентилятором, то температура воздуха должна быть измерена на выходе вентилятора и должно быть проверено, что эта температура не отличается от температуры окружа- ющей среды больше, чем на ± 1 К.

* + - 1. Измерение расхода жидкости в коллекторе

Массовый расход потока может быть измерен непосредственно или может быть определен на основе измерения объемного расхода и температуры, если известна плотность жидкости. Стандартная погреш- ность измерения расхода жидкости в коллекторе должна быть в пределах ± 1 Ч от значения измеряемой величины по массе в единицу времени. Расходомер должен быть откалиброван в диапазоне расходов и температур жидкости, которые заданы для испытания коллектора.

Примечание — Температура жидкости в объомшх расходомерах должна быть известна с достатоыой точностью, чтобы определить массовым расход в пределах точности, заданной изготовителем.

* + - 1. Измерение скорости воздушного потока
         1. Общие положения

Тепловые потери коллектора увеличиваются с увеличением скорости воздушного потока через кол- лектор. но влияние направления вектора скорости воздушного потока еще не вполне изучено, поэтому направление скорости воздушного потока при испытании коллектора не измеряется.

Соотношение между метеорологической скоростью ветра и скоростью воздушного потока через кол- лектор зависит от расположения испытательного оборудования, поэтому метеорологическая скорость вет- ра не является полезным параметром для испытания коллектора. При измерении скорости воздушного потока через коллектор нужно как можно четче определить состояния, в которых были выполнены измерения.

#### 19

ГОСТ Р 55617.2—2013

* + - * 1. Требуемая точность

Скорость окружающего потока воздуха на лицевой поверхности коллектора должна измеряться со стандартной погрешностью 0.5 м/с для испытаний как с расположением испытательного оборудования на открытом воздухе (наружное испытание), так и для испытаний, проводимых в помещении (внутренних ис- пытаний). При наружных испытаниях скорость окружающего воздушного потока часто изменяется, ветер может быть порывистым. Поэтому скорости воздушного потока усредняются за период испытаний (приме- няется среднеарифметическое или среднеинтегральное усреднение).

* + - * 1. Монтаж датчиков для измерения скорости воздушного потока через коллектор

При внутренних испытаниях схорость воздушного потока на разных частях коллектора может быть

различной. Для уменьшения влияния неравномерности датчики скорости должны быть установлены на равном расстоянии друг от друга и на расстоянии от 10 до 50 мм от апертуры коллектора.

Полученные измерения усредняются. Измерения скорости воздушного потока в закрытом помеще-

нии в стабильном состоянии должны быть проведены до и после проведения испытаний, чтобы избежать затенения апертуры коллектора.

Во время испытаний на открытом воздухе в местах, где средняя скорость ветра ниже 2 м/с. нужно

использовать вентилятор, и анемометр должен быть приспособлен для непрерывного измерения скорости ветра. Анемометр должен быть закреплен на панели коллектора так. чтобы его приемник был направлен в сторону вентилятора, и установлен на расстоянии до 0.3 м перед панелью. Должка быть проверена одно- родность скорости воздушного потока е поле апертуры коллектора. Скорость ветра должна быть измерена до установки вентилятора с помощью ручного анемометра на высоте 10—50 мм от плоскости апертуры коллектора.

В ветреных местах измерение скорости ветра должно быть сделано близко к коллектору на середине высоты коллектора. Датчик не должен быть отражаем от ветра и не должен отбрасывать тень на коллектор во время испытаний.

Примечание — Записа~~н~~ ю~~о~~ значение скорости ветра отличается от ~~ск~~оро~~с~~ти воздушного потока вмое апертуры коллектора.

* + - 1. Время испытаний

Время должно быть измерено со стандартной погрешностью 0.2 %.

* + - 1. Регистратор показаний контрольно-измерительного оборудования (КИО) и регистра- тор данных

Наименьшее деление шкалы инструментов и измерительных приборов не должно быть больше удво- енной величины указанной стандартной погрешности измерения. Например, если указанная стандартная погрешность будет 0.1 К. то наименьшее деление шкалы не должно превышать 0.2 \*С. Цифровая техника и электронные интеграторы должны иметь стандартную погрешность равную или меньшую.чем 1.0%

от измеряемой величины.

Аналоговый и цифровой регистраторы должны иметь ошибку, равную или меньшую, чем 0.5 % от полной шкалы прибора и иметь постоянную времени 1 с или меньше. Максимальное значение измеряемо- го показателя должно находиться между 50 % и 100 % полной шкалы прибора. Полное входное сопро- тивление регистраторов должно превышать сопротивление датчика е 1000 раз или быть равным или выше ЮМОм.

* + - 1. Площадь коллектора

Площадь коллектора (поглотителя, общая или апертуры) измеряется со стандартной погрешностью

0.3 %. Измерение площади должно происходить при температуре коллектора (20 ± 10) \*С и при рабочем давлении, если поглотитель сделан из органического материала.

6.1.2.9 Объем жидкого теплоносителя коллектора

Объем теплоносителя коллектора должен измеряться со стандартной погрешностью не больше 10%. Измерения могут быть сделаны взвешиванием коллектора (пустого и наполненного жидкостью), или опре- делением массы жидкости, которая извлекается из заполненного коллектора.

Температура жидкости должна поддерживаться в пределах ♦ 2 К от температуры окружающей среды.

Можно также рассчитать объем и массу воды, основываясь на геометрических размерах коллектора.

* + 1. Испытательная установка
       1. Общие положения

Примеры схем (не чертежей) стендов для испытаний жидкостных солнечных коллекторов показаны на рисунках 2 и 3.

20

1. *—* Датчик температур\*\* окружающего воздуха. *2* — Тем- пературный датчик *3* — Вектиляциоюгое отаерстие.

*4* — Труба с двойными стенками; 5 — Солнечный коллек- тор: б — Нагревателы-оклааитепь для первичного регули- рования температуры. 7 — Манометр: б — Предохрани- тельный клапан; *9* — Расширительным бак. *10* — Насос.

1. *—* Перепускной клапан: *12* — Клапан-регулятор потока.

*13* — Фильтр (200 |ып). *14 —* Смотровое стекло. f5 — Расхо- домер. 16 — вторичным регулятор температуры. *17* — Вен- тилятор; Гб — Датчик температуры (4„): >9 — Пирсеометр.

*20* — Пиранометр. *21* — Анемометр

Рисунок 2 — Пример за могут ого иаытатетъного контура

1. — Датчик окружавшей воздушной температуры.
2. — Температурный датчик (C.J. *3* — Вентиляцион- ное отверстие: *4 —* Труба с двойными стенками.

S — Солнечный коллектор, б — Нагрееатель^окла- дятель дли первичного регулирования температу- ры. 7 — Мхометр. б — Резервуар. *9* — Вмешивав-

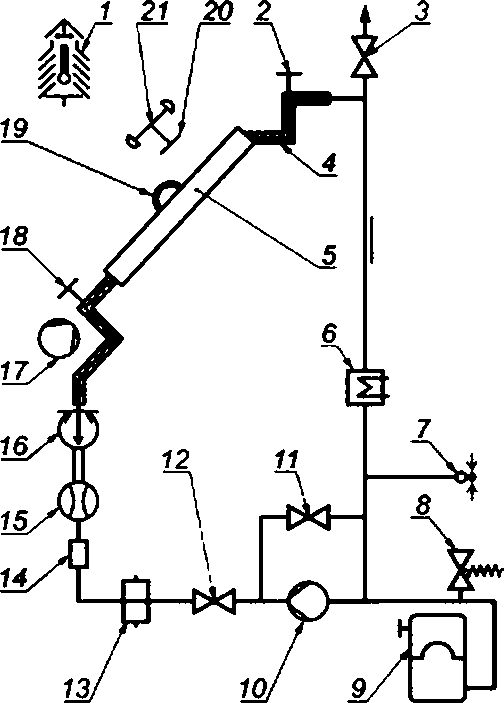
ший бак; *10* — Насос. *11* — весы. *12* — Клапан-регу- лятор потока; *13* — Фильтр (200 цят); *14* — Смотро-

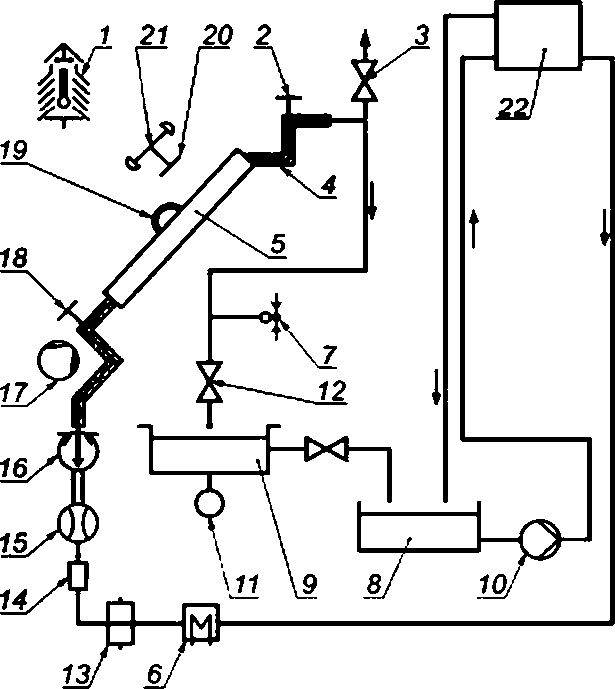
вое стекло; 15 — Расходомер. >6 — Вгориштый ре- гуяятор температуры. *17* — Искусственная ветря- ная мельница. )б — Температурный датчик

*19* — Пир геометр. *20* — Пиранометр. *21* — Анемо- метр. *22* — Бак посто~~ю~~»»го уровня

Рисунок 3 — Пример открытого (раэомюгутого) испытатегьного гон тура

#### ГОСТ Р 55617.2—2013



21

#### ГОСТ Р 55617.2—2013

* + - 1. Жидкость теплоносителя

Жидкость теплоносителя, используемая для испытания коллектора, может быть водой или иной жид» костью, рекомендованной изготовителем. Удельная теплоемкость и плотность жидкости должш быть изве- стны с точностью до ± 1 % во всем диапазоне изменения температуры жидкости во время испытаний. Эти значения приведены для воды в приложении И.

Некоторые жидкости должны периодически заменяться, чтобы их свойства оставались хорошо выра- женными.

Массовый или объемный расход жидкости теплоносителя должны быть постоянными в течение всех

испытаний, проводимых для определения кривой теплового КПД. постоянной времени и зависимости от угла падения для данного коллектора.

* + - 1. Трубопровод и водопроводная арматура

Трубопровод, используемый в контуре коллектора, должен быть стойким к коррозии и допускающим работу при температуре свыше 95 'С (для испытаний остекленных коллекторов). Если используются невод- ные жидкости, то должна быть подтверждена их совместимость с материалами системы. Участки труб должны делаться максимально короткими. В частности, участок трубы между выходом регулятора темпе- ратуры жидкости и входом коллектора должен быть минимизирован для уменьшения воздействия окружа- ющей среды на входную температуру жидкости.

Этот участок трубопровода должен быть изолирован для обеспечения величины тепловых потерь не более *02* Вт/К. и должен быть защищен отражающим погодостойким покрытием. Трубопровод между тер- мочувствительным датчиком и коллектором (входное и выходное отверстия) должен быть изолирован и

покрыт отражающим (для наружных измерений также защищенным от непогоды) покрытием до мест уста- новки температурных датчиков так. чтобы во время испытаний увеличение или уменьшение температуры в любом участке трубопровода не превышало ± 0.01 К. Устройства перемешивания потока, такие как изгиб трубопровода, должны устанавливаться непосредственно перед температурными датчиками (см. 6.1.2.3).

Примечание — Коротюы кусок прозрачной трубки должен быть установлен а контуре циркуляры жидкости так. чтобы можно было обнаружить еоздуияме пузыри и любые другие загрязнявшие примеси, есгм они присутствуют. Прозрачная трубка должна быть помещена близко к входному отверстмо коллектора, но не должна влиять на регулирование температуры входного отверстия жидкости или температурные измерения.

Для этой иегы весьма удобны расходомеры переменного сечения, так как позволяют набл сдать тече- ние жидкости. Воздушный сепаратор и вентиляционное отверстие должны быть помещены в выходное отверстие коллектора и *в* другие точки в системе, ще может скапливаться воздух.

Примечание — Фильтры должны быть размещены а непосредственной близости от измерительна приборов и насоса в соответствии с существующей практикой (фильтр с нокыналыым размером 200 мсм обычно

* + - 1. Насос и устройства управления потоком

Гидравлический насос должен быть расположен в испытательном контуре коллектора в таком месте, чтобы тепло, передаваемое им жидкости, не влияло бы ни на температуру на входе коллектора, ни на температуру жидкости внутри коллектора. Насосы с простым байпасным контуром и игольчатым клапаном с ручным управлением обеспечивают удовлетворительное упраалеюю потоком. При необходимости мож- но добавить дополнительные устройства регулирования потока, чтобы стабилизировать массовый расход.

Насос и регулятор потока должны быть способны поддерживать в пределах рабочего диапазона по- стоянный (в пределах 1 %) массовый и объемный расход в коллекторе при любой температуре на входе коллектора.

* + - 1. Регулирование температуры жидкости теплоносителя

Исгытательный контур коллектора должен поддерживать постоянную температуру на входе коллек- тора при любой температуре в пределах рабочего диапазона. Так как накопление энергии 8 коллекторе определяется измерением мгновенных значений входной и выходной температуры жидкости, даже не- большие изменения входной температуры могут привести к ошибкам в определении накопленной энергии. Очень важно избегать любых колебаний температуры на входе в коллектор.

Примечания

1. Испытательные контуры могут состоять из двух ступеней регулирования входной температуры жидкости, как показано на рисунках 2 и Э. Первичный регулятор температуры размещается перед входом расходомера и регулятора потока. Вторияшй регулятор температуры используется для коррекции теылерагуры жидкости непосредственно перед входом коллектора. Этот вторюмый регулятор обычно регулирует температуру жидкости не более, ««м ± 2 К.

22

#### ГОСТ Р 55617.2—2013

1. Вторичный регулятор температуры, установленный у вхооного отверстия коллектора, полезен при /сло- вам. что это не создает пробоем с измерением «среднего значежя» входной температуры. С другой стороны, байпасы таюке используются в качестве средств для уменьшения влияния тепловых потерь и улучи~~м\*~~ м~~л~~ характе- ристик управления нагревательного контура. Постоянным большой расход через нагреватель позволяет ПИД (пропорциональнонытеграгъно-дифференциа/ъюе) регулирование с быстрым «I» и «D\* действием, в то время как расход а коллекторе может быть /еобым.
   * 1. Испытание производительности в установившемся режиме на открытом воздухе
        1. Испытательная установка

Коллектор должен быть установлен в соответствии с спецификациями, данными в 6.1.1. и соединен с испытательным контуром как описано в 6.1.3. Жидкость теплоносителя должна течь от основания до вершины коллектора, или как рекомендовано изготовителем.

* + - 1. Предварительная подготовка коллектора

Коллектор должен быть осмотрен и любое повреждение должно быть зарегистрировано. Поверхность апертуры коллектора должна быть полностью очищена. При наличии признаков влажности на компонентах коллектора, жидкость теплоносителя при температуре приблизительно 80 “С должна подаваться в контур до тех пор. пока изоляция и корпус коллектора не высохнут.

Выполнение предварительной подготовки коллектора должно быть отмечено в отчете об испытаниях Трубопровод коллектора должен вентилироваться воздухом через воздушный клапан или жидкостью с большим расходом. Наличие в жидкости воздуха или частиц контролируется посредством прозрачной трубки, встроенной в трубопроводный контур. Любые загрязнители должны быть удалены.

Пустой коллектор должен быть выставлен для облучения на 5 часов при уровне радиации, большем 700Вт/мг.

* + - 1. Условия проведения испытаний

Во время испытаний солнечное излучение на плоскости апертуры коллектора должна быть больше 700Вт/м2.

Примечание — Если изготовитель ограниыл максимальную радиацию ветчиной не меньшей 800 Вг/м3. то данную вегычжу требуется установить при испытаны. Максимальное значение должно быть четто указано.

Угол падения прямого солнечного излучения на алертуру коллектора должен находиться в диапазо- не. в котором зависимость от угла падения для коллектора изменяется не больше, чем на ± 2 *%* от значе- ния при вертикальном падении. Для отдельных остекленных плоских коллекторов это условие удовлетво- ряется. если угол падения прямого солнечного излучения на апертуру коллектора меньше 20\*.

Если для специальных условий нужны меньшие значения угла падения, работу коллектора можно оценить с помощью коэффициента по 6.1.7.

Влиянием рассеянной радиации можно пренебречь, если ее уровень менее 30 %. При уровне рассе- янной радиации больше 30 % испытания коллектора не должны проводиться.

Среднее значение скорости воздушного потока, параллельного апертуре коллектора, должно быть (3 ± 1) м/с. принимая во внимание пространственные вариации по коллектору и временные изменения в течение периода испытаний.

Расход жидкости должен быть установлен приблизительно в 0.02 кг/с на 1 м2 области апертуры кол-

лектора. Он должен сохраняться в пределах ± 1 % от установленного значения в течение всего периода испытаний и не должен изменяться более, чем на ± 10 % от установленного значения в каждом следую- щем испытании.

Испытание при других значениях расхода могут быть проведены с учетом спецификации изгото- вителя.

8 некоторых коллекторах рекомендованный расход жидкости может быть близким к переходной обла- сти между ламинарным и турбулентным течением. Это может вызвать нестабильность внутреннего коэффи- циента теплопередачи и ошибки в измерениях КПД коллектора. Чтобы проверить коллектор приведенным способом, может понадобиться больший расход, что должно быть четко сформулировано в отчете об испы- таниях.

Примечание — В переходном режиме, расход должен сначала быть установлен достаток\*\*» большим (турбулентное течение), а затем умешиен до заданного значения. Это предотвратит переход ламинарного режи- ма в турбулентный ео время испытаны.

Перепады температуры жидкости меньше 1 К не включаются в отчет испытаний из-за того, что срав- нимы с ошибкой в измерениях.

23

#### ГОСТ Р 55617.2—2013

* + - 1. Методика испытаний

Для определения производительности коллектор должен быть испытан в рабочем диапазоне темпера- тур е условиях чистого неба. Измеренные значения, удовлетворяющие приведенным ниже условиям, дол- жны быть получены не менее чем для четырех значений входной температуры жидкости, охватывающих рабочий диапазон температуры коллектора. Для максимально точного определения По. если это возможно, одно из значений входной температуры должно соответствовать средней температуре жидкости в коллек- торе. равной температуре окружающей среды ± 3 К. Если теплоносителем является вода, то максимальная

температура должна быть около 80 \*С. Максимальное значение *Тт* рекомендуется не менее 0.09. если это допускают условия испытаний.

Для каждой входной температуры жидкости должны быть получены не менее четырех независимых

измерений, чтобы общее число измеренных точек было равно 16. Если позволяют условия испытаний, то для каждой входной температуры жидкости должно быть получено равное число точек до и после солнеч- ного полудня. Последнее не требуется, если коллекторы снабжены автоматической системой слежения за солнцем е азимутальном и высотном направлении.

Во время испытаний измерения производятся в соответствии с 6.1.4.5.

* + - 1. Измерения

Должны быть измерены следующие данные:

* + общая площадь коллектора Дз, площадь поглотителя коллектора *А*\*. апертурная площадь кол- лектора *Аа:*

- объем жидкости;

* + солнечное излучение на апертуру коллектора.
  + рассеянная солнечная радиация на аппретуру коллектора (только на открытом воздухе);
  + угол падения прямого солнечного излучения (угол может быть определен расчетным путем);
  + скорость воздушного потока, параллельного апертуре коллектора;
  + температура окружающего воздуха:
  + температура жидкости теплоносителя на входе коллектора;
  + температура жидкости теплоносителя на выходе коллектора;
  + расход теплоносителя.
    - 1. Продолжительность испытаний (установившийся режим)

Продолжительность измерения одной точки установившегося режима д олжна включать период пред- варительной стабилизации, не меньший 4-кратной постоянной времени коллектора (если известно), или не менее 15 минут (если постоянная времени неизвестна), с заданной температурой жидкости на входе, и период измерений установившегося режима, не метьший 4кратной постоянной еремет коллектора (если известно), или не меньшей 10 минут (если постоянная времени неизвестна).

Считается, что в период измерений коллектор работал в установившемся режиме, если ни один из экспериментальных параметров не отклоняется от среднего значения за период измерений больше, чем на приведение в таблице 5 величины. Состояние можно считать стабильным, если средние значения каждо- го параметра, измеренные е последовательные периоды времени продолжительностью 30 с. сравнимы со средним значением параметра за период измерения.

Таблица 5 — Разреш~~енн~~ое отклонение измеренных параметров в течение периода измерения

|  |  |
| --- | --- |
| Параметр | Разрешенное отшоие>чс от среднего значения |
| Проверенная сотенная радиация (суммарная) | ± 50 Вт/м2 |
| Температура окружающего воздуха (внутретяя) | ±1 К |
| Температура окружающего воздуха (наружная) | ±1.5 К |
| Мэссоеьм расход жидкости | ±1 % |
| Температура жидкости во входном отверстом | ±0.1 К |
| коллектора |

24

#### ГОСТ Р 55617.2—2013

* + - 1. Представление результатов

Измерения должны быть сопоставлены для выделения группы данных, удовлетворяющих условиям

6.1.4.3. включая установившийся режим работы. Измерения должны быть запротоколированы в формате, приведенном в приложении Г.

* + - 1. Вычисление производительности коллектора
         1. Общие положения

е

Фактическая извлеченная полезная мощность. О. определяется по следующей формуле

О = *тс^Т.* (5)

Значение *с,* должно соответствовать средней температуре жидкости. Если *т* получена на основе измерения объемного расхода, то плотность жидкости должна быть определена для температуры в расхо- домере.

* + - * 1. Солнечная энергия, принимаемая коллектором

При угле падения менее 20\*. для отдельных остекленных плоских коллекторов использование коэф- фициента преобразования угла падения, как описано в 6.1.7. не требуется.

Принимаемая солнечная энергия равна *AG,* где А = А\*. если рассматривается площадь поглоти-

теля коллектора, и где *А-Аа,* если рассматривается площадь апертуры коллектора. Фактическая



извлеченная полезная мощность. О. через КПД коллектора может также быть представлена а виде

* + - * 1. Разность приведенных температур

Q = *AGx\.*

(6)

При использовании средней температуры жидкого теплоносителя где

приведенная разность температур *.* определяется по следующей формуле

### (7)

*Тп*

* + - * 1. Моделирование мгновенного КПД 6.1.4.8.4.1 Общие положения

*U* - *ta*

###### *G—■*

(8)

Мгновенный КПД л должен вычисляться подбором статистических кривых с использованием метода наименьших квадратов, чтобы получить кривую мгновенного КПД по следующей формуле

Ч я Чо *-агв(ту.* (9)

Кривая может быть получена на основе данных наблюдений методом наименьших квадратов. Кри- вые второго порядка не используются, если значение *аг* отрицательно. Условия испытаний должны быть зарегистрированы в формате, приведенном в приложении Г.

При необходимости могут быть приведены таблицы измерений КПД коллектора. 6.1.4.8.4.2 Мгновенный КПД. с учетом площади поглотителя/площади апертуры

Мгновенный КПД через приведенную разность температур 7^ определяется следующим урав- нением:

П \* Ч о . {10)

6.1.4.8.4.3 Преобразование испытательных характеристик теплопроизводительности Чтобы преобразовать экспериментальную характеристику теплопроизводительности следует исполь-

зовать следующие основные выражения:

Чо\* = ЧоА • (**11**)

25

ГОСТ Р 55617.2—2013

*atA=au^,* (12)

*а2А~\*2>7£-* 03)

6.1.4.8.5 выходная мощность коллектора

Используя уравнения (4) и (8). выходная мощность модуля коллектора может быть вычислена как

О - Л G - а, £ \* *&2 q J ■* (14) где *А* — Ад. если определяется мощность поглотителя коллектора и *А-Ал.* если определяется мощ-

ность апертурной области коллектора.

выходная мощность модуля коллектора может быть представлена графически, как функция разно- сти средней температуры жидкости и окружающей среды (f„-/a). при6= 1000 Вт/м2. Произведение AGi^ обозначается как *WMek.*

* + 1. Испытание на определение КПД в установившемся режиме с искусственным источ- ником излучения
       1. Общие положения

Работа большинства коллекторов лучше при прямом солнечном излучении, чем при рассеянном, и в настоящее время есть небольшой опыт работы коллекторов с искусственным источником рассеянного сол- нечного излучения. Поэтому этот метод исгъгтаний разработан для использования только в искусственных источниках, где луч искусственного солнечного излучения может быть направлен почти нормально к кол- лектору.

Так как на практике трудно получить однородный луч искусственного солнечного излучения, должен измеряться средний уровень радиации по апертуре коллектора.

* + - 1. Искусственный источник радиации для испытания на определение КПД в устано-

вившемся режиме

Искусственный источник радиации для теста на определение КПД в установившемся режиме должен иметь следующие характеристики:

Лампы должны создавать среднюю радиацию по апертуре коллектора не менее 700 вт/м2. Для специальных испытаний ее значения могут изменяться в диапазоне 300 — 1000 8т/м2 при условии выпол- нения требований к точности, приведенных в таблице 5. а значения облучемюсти занесены в протокол

испытаний

во время испытаний радиация в любой точке апертуры коллектора не должна отличаться от средней радиации по апертуре больше, чем на ± 15 %. Спектральное распределение искусственной солнечной радиации должно быть эквивалентно солнечному спектру при оптической массе воздуха 1,5.

Если коллекторы имеют поглотители или покрытия, изменяющие солнечный спектр, необходимо уста- новить влияние различий в спектре на (та) эффективность коллектора. Если эффективность (та) при искус- ственном источнике и при оптичесхой массе воздуха 1.5 спектра солнечного излучения отличаются боль- ше. чем на ± 1 %, то результаты испытаний должны быть скорректированы.

J t(X)a(>.)G(X)dA

Effe^Ta)-^^-----------------------------------•

JG<A.)<«.

0.3|im

Измерение спектральных свойств искусственного источника радиации должно быть проведено в плос- кости коллектора при длине волны е диапазоне от 0.3 до 3 мкм и должно быть определено в полосе (частот)

* 1. мкм или меньше.

Для определенных типое ламп, например для металл огалогеноеых ламп, рекомендуется, выполнять определение начального спектра после того, как лампы прошли отбраковочные испытания. Количество инфракрасной тепловой энергии на плоскости коллектора должно быть измерено (при длине волны от 2.5 до 4 мкм) и запротоколировано (см. 6.1*2.2).*

26

#### ГОСТ Р 55617.2—2013

Тепловая радиация на коллекторе не должна превышать радиацию абсолютно черного тела, при тем\* пературв окружающей среды, больше, чем на 5 % от суммарной радиации.

Коллимация искусственного источника должна быть такой, чтобы углы падения не менее 80 % ради\*

ации искусственного источника, лежали бы в диапазоне, в котором коэффициент преобразования угла па\* дения коллектора изменяется не более, чем на ± 2 % от его значения при нормальном падении. Для типо\* вых плоских коллекторов это условие обычно будет удовлетворяться, если по крайней мере 80 % излуче- ния искусственного источника е любой точке коллектора будет исходить из искусственного источника сол- нечного излучения, содержащегося внутри предполагаемого угла в 60\* или менее, если смотреть с любой точки.

Примечание — Дополнительные требования относитегъно коллимацж применяются для измврежя коэффициента преобразования утла падения (см. 6.1.7.2).

Метод, используемый для измерения радиации в течение испытания, должен выдавать значения средней радиации, которые согласовываются с теми значениями, которые определены пространственной интеграцией а пределах ± 1 *%.*

Примечание — Разница а слекграгъмых составах радиации ламп (в закрытом помещены) и неба (на открытом воздухе) приводит к зна~~чи~~тельным несоответствиям в характеристиках спектрально-селекгившх поглот~~и~~т ~~алой~~ или поверхностей.

* + - 1. Испытательная установка

При монтаже и выборе места установки коллектора необходимо следовать требованиям, приведен- ным в 6.1.1.

С искусственным солнечным источнюсом должен использоваться вентилятор, чтобы произвести поток воздуха а соответствии с 6.1.1.8.

* + - 1. Предварительная подготовка коллектора

Необходимо следовать методике, описанной в 6.1.4.2.

* + - 1. Методика испытаний

Коллектор должен быть испытан в диапазоне значений рабочей температуры приблизительно таким же способом, как и при наружном испытан\*\* (см. 6.1.4.4).

Однако, восемь пунктов испытаний с искусственным источником будут соответствовать наружным испытаниям, если используются четыре различных значения входной температуры и обеспечивается вре- мя для стабилизации температуры. Одно значение входной температуры должно лежать а пределах ± 3 К от температуры окружающего воздуха. В течение испытания измерения должны быть выполнены так. как определено в 6.1.5.6.

* + - 1. Измерения при испытаниях с искусственными источниками излучения
         1. Общие положения

Измерения должны быть выполнены, как указано в 6.1.4.

* + - * 1. Измерение солнечной радиации искусственного источника

Рекомендуется использовать пиранометры для измерения радиации искусственного источника ради- ации в соответствии с 6.1.2.1. Также могут использоваться другие типы детекторов излучения, если они откалиброваны для искусственного источника радиации. Детали инструментов и методов, используемых для их калибровки, будут соотноситься с результата\*\* проверки. Распределение излучения по апертуре коллектора должно быть измерено, используя сетку с максимальным шагом в 150 мм и пространственную среднюю величину, выведенную простым усреднением.

Примечание — Радиадоя искусственного источника обычно изменяется по апертуре коллектора, а также в течение испытания. Поэтому необходимо использовать методику для объединения радиацм\* по апер- туре коллектора. Изменения излучения во времени обычю вызываются колебан~~ия~~м~~и~~ электроснабжения и коле- банием мощности лампы в зависимости от температуры и времени эксплуатации. Некоторым лампам требуется более 30 \*е\*ут. чтобы достигнуть устойчивого рабочего состояния.

* + - * 1. Измерение тепловой радиации в искусственном источнике радиации

Тепловая радиация в искусственном источнике радиации вероятно будет выше, чем та. которая обыч- но встречается на открытом воздухе. Поэтому она должна быть измерена, чтобы гарантировать, что тепло- вая радиация не превышает предельных значений, указанных в 6.1.5.8.

Средняя тепловая радиация источника проверяется ежегодно и каждый раз. когда были произвеаены изменения, которые могли повлиять на ее величину. Сведения о вегычине средней тепловой радиации и дате, когда она была последний раз измерена, должны включаться а протокол испытаний коллектора.

27

#### ГОСТ Р 55617.2—2013

* + - * 1. Температура воздуха, окружающего искусственный источник радиации

Температура воздуха *ta,* окружающего искусственный источник радиации, должна быть измерена в ~~не~~скольких точках так как датчики должны быть экранированы, чтобы минимизировать тепловой обмен. Температура воздуха на выходе вентилятора будет использоваться для расчетов работы коллектора.

* + - 1. Длительность испытаний

Длительность испытаний определяется таким же образом, как при проведе+ыи испытания на открытом воздухе.

8 закрытом помещении установившейся режим для испытаний обеспечивается более легко, чем на открытом воздухе, но для стабилизации режима испытуемого коллектора все же требуется достаточное время.

* + - 1. Условия проведения испытаний

Условия, описанные в 6.1.4.3 для испытания на открытом воздухе, должны быть соблюдены со сле- дующими дополнениями:

* + - тепловая радиация на плосхости апертуры коллектора не должна превышать аналогичного значе- ния для абсолютно черного тела при температуре окружающего воздуха больше, чем 5 % от суммарной радиации;
    - температура воздуха, выходящего из вентилятора, не должна отличаться от температуры окружаю- щего воздуха больше, чем на ± 1 К.
      1. Обработка и представление результатов

Результаты, аналогичные приведенным е 6.1.4.8 для наружного испытания, должны быть представле- ны на листах, формат которых приведен в приложении Г.

* + 1. Определение эффективной теплоемкости и постоянной времени коллектора
       1. Общие положения

Эффективная теплоемкость и постоянная времени коллектора являются важными параметрами, кото- рые определяют его характеристику в переходном процессе.

Обычно коллектор рассматривается как сумма масс при различной температуре. Когда коллектор работает, каждая составляющая коллектора по-разному отвечает на изменение его состояния, таким обра- зом полезно рассмотреть эффективную теплоемкость для коллектора в целом.

Эффективная теплоемкость зависит от режима работы коллектора и не имеет определенного значе- ния. Различные способы измерения или вычисления эффективной теплоемкости коллекторов показали, что похожие результаты могут быть получены при использовании различных методов. У коллекторов отсутству- ет не только on ределенное значение эффективной теплоемкости, но и определенная постоянная времени. Для большинства коллекторов наибольшее влияние на время прохождения жидкости оказывает расход жидкости. Другие составляющие коллектора имеют иные значения времени, влияющие на эффективную постоянную времени, которая зависит от режима.

* + - 1. Определение эффективной теплоемкости коллектора

Эффективная теплоемкость коллектора С. ДжЛС вычисляется как сумма теплоемкости всех компо- нентов коллектора (стекло, поглотитель, жидкость теплоносителя, изоляция), являющейся произведением их массы *нпг* кг. теплоемкости с,. ДжЖ. и весового коэффициента р,

###### *С \*£р,т,с,.* ^0^

весовой коэффициент р, {0,1} учитывает тот факт, что определенные элементы тогхко частично вовле- чены в процесс тепловой инерции коллектора. Значения *р,* приведены в таблице 6.

Таблица 6 — Значения весовых коэффициентов

|  |  |
| --- | --- |
| Элементы | Р. |
| Поглотитель | 1 |
| Изоляция | 0.5 |
| Жидкость теплоносителя | 1 |
| Внешнее остекление | 0.01 з, |
| Второе остекление | 0.2 а, |
| Третье остекление | 0.35 а, |

28

#### ГОСТ Р 55617.2—2013

Для жидкостных коллекторов должна быть и мере на теплоемкость пустого и заполненного жидкостью коллектора.

Эффективная теплоемкость может также быть измерена, применяя методики, описанные а приложе- нии Ж.

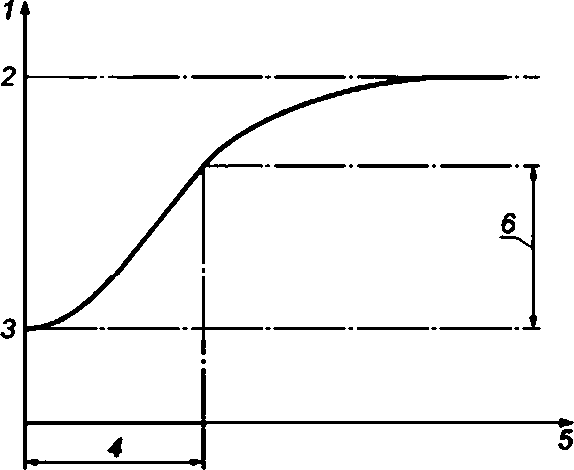
* + - 1. Методика испытаний постоянной времени коллектора (необязательное)

Испытание должно быть выполнено на открытом воздухе или с искусственным источником солнечной

радиации. Солнечная радиация на плоскости апертуры коллектора должна быть больше, чем 700 Вт/м2. Жидкость теплоносителя должна проходить через коллектор с той же скоростью, как при испытаниях на тепловой КПД коллектора. Апертура коллектора должна быть ограждена от солнечной радиации посред- ством оолнцеотражающего покрытия, и температура жидкости теплоносителя во входном отверстии кол- лектора должна быть приблизительно равной температуре окружающего воздуха. При достижении устано- вившегося режима, покрытие должно быть удалено, и измерения продолжены до достижения нового уста- новившегося режима. Предполагается, что установившийся режим наступил, когда выходная температура жидкости изменяется меньше, чем на 0.05 К в минуту. Следующие величины должны быть измерены в соответствии сб.1.2:

* + - температура на входе коллектора (trt);
    - температура на выходе коллектора ((,).’
    - температура окружающего воздуха (f.).
      1. Расчет постоянной времени коллектора (необязательный)

Разность между температурой на входе коллектора и температурой окружающей среды ((, - (,) должна быть определена в течение промежутка времени с момента начального установившегося состоя- ния (1е - ГД до второго установившегося состояния (f. - ГД (см. рисунок 4).



*l-u-t ,. 2-Ъ-и* h: з— («в-С.Ь: *4-* v *5-* Время: 6 — 0.632((!,-<.)\* — И. — Ш

Рисунок 4 — Постоянная времени коллектора

Постоянная времени t< коллектора определяется как общее затраченное время между моментом снятия покрытия и моментом, когда температура на выходе коллектора повысится на 63.2 *%* от итогового увеличения температуры в интервале от(^-га)0 до Если время реакции температурных датчиков существенно по сравнению с постоянной времени коллектора, его следует учитывать при вычислении результатов испытаний.

* + 1. Коэффициент преобразования угла падения коллектора (необязательный)
       1. Общие положения

Значение эффективного произв~~е~~дения коэффициента поглощения и коэффициента пропускания (га), может быть заменено значением эффективного произведения коэффициента поглощения и коэффициента

29

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| ГОСТ Р 55617.2—2013 |  | | |
| пропускания для прямой солнечной радиации при вертикальном падении (taj^, при условии, нии (14) введен другой коэффициент, названный коэффициентом преобразовали угла падения К\*. | что | в | уравне- |
| n = F^(i«U -аЛ^-а3е(\*^-)\ |  |  | (17) |

Следовательно:

(та), = К,(та),„. (18)

На рисунке 5 показано изменение К» от угла падения для двух солнечных коллекторов.

Для коллекторов, у которых угол отражения не симметричен углу падения, например, вакуумных трубчатых коллекторе» и коллекторов с параболическим концентратором, необходимо измерить углы отра- жения в нескольких направлениях, чтобы установить его зависимость от угла падения.

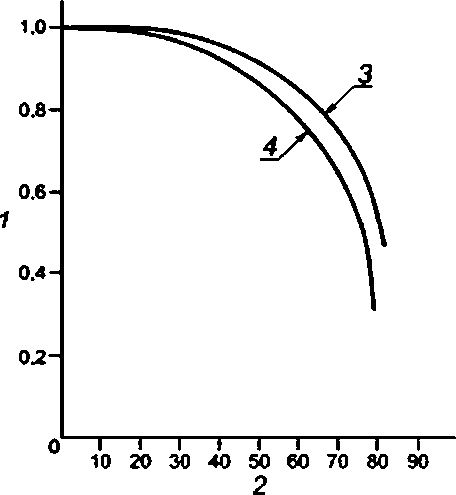
Сложность в определении коэффициента преобразования угла падения может быть решена путем рассмотрения его как продукта отдельных коэффициентов преобразования угла падения. К\* и Кет для двух перпендикулярных плоскостей симметрии в соответствии с формулой

К, = К\* К\*т. (19)

Продольная плоскость (индекс *L)* идет параллельно оптической оси коллектора, а поперечная плос- кость (индекс Г) — перпендикулярна оптической оси. Углы 9L и 07— проекции угла падения 6 на продоль- ные и поперечные плоскости, соответственно.

Зависимость между 9. в*L* и 97\* выражается следующей формулой

tg\*9 = *&9L* ♦ tg\*97: (20)



I — Зависимость от угла ведения *К,. 2* — Угол падения (градусы); 3 — Единичны\* — К,остекленное покрытие. < — Дао~~Ки~~ой — остекленное покрытие

Рисунок 5 — Типовые зависимости коэффмаюнга К, от угла падения

Применительно к методике испытаний, смысл коэффициента преобразования угла падения Кв состо- ит в том. что значения эффективной теплоемкости определяются для коллекторов с вертикальным или почти вертикальным падением солнечного излучения. Поэтому для плоских коллекторов точка пересече- ния кривой КПД с осью ординат равна *Р(ха\^.* Для определения значения Кв. обеспечивающего работу коллектора в широком диапазоне условий и/или времени дня. нужно провести дополнительное испытание и использовать формулу (17).

30

#### ГОСТ Р 55617.2—2013

* + - 1. Измерение коэффициента преобразования угла падения в условиях искусственного источника радиации

Для измерения К\* могут использоваться только искусственные источники радиации.

Коллимация (инструментальная ошибка в установке оптических приборов вследствие отклонения от перпендикулярности оси вращения трубы к ее оптической оси) должна быть такой, чтобы не менее 90 % искусственной радиации в любой точке коллектора поступало с углом падения в 20\* или меньше.

* + - 1. Методика испытаний
         1. Общие положения

Испытание солнечного коллектора для определения коэффициента преобразования утла падения может быть сделано одним из двух методов. 8 ходе каждого из испытаний ориентация коллектора должна быть такой, чтобы коллектор удерживался в пределах ♦ 2.5' угла падения излучения, для которо- го проводится проверка. Солнечная радиация в плоскости апертуры коллектора должна быть не менее ЗООВт/м2.

При измерении коэффициента преобразования угла падения в одной плоскости оптически несиммет- ричного коллектора угол падения е другой плоскости должен быть сведен к такому значению, чтобы коэф- фициентом преобразования угла падения не отличался более чем на 2 % от определенного значения при вертикагъном падении излучения.

Примечания

1. Необходимо предусмотреть, чтобы на измерения коэффициента преобразования утла падения не ловтм- ят несоответствующие утлы наклона.
2. Для углов падения SO\*, отклонение е ± 1\* приводит к оиибке измерения солнечной радиации в 2 %.
   * + - 1. Метод 1

Этот метод применим для испытаний а закрытом помещении с использованием искусственного ис- точника с характеристиками, определенными е 6.1.5.2. или на открытом воздухе с использованием подвиж- ного испытательного стенда (крелят альтазимут коллектор) так. чтобы коллектор мог быть установлен произ- вольным образом к направлению падающей солнечной радиации.

Коллектор должен быть ориентирован так, чтобы испытываемый угол падения между ним и прямой солнечной радиацией для условий испытаний был 50е. Для обычных плоских коллекторов этот угол будет достаточен. Для некоторых коллекторов с необычными оптическими рабочими характеристиками, или. если для искусственных источников солнечной радиации, могут бьггь необходимы углы в 20\*. 40\*. 60\* и другие.

Средняя температура жидкости теплоносителя должна контролироваться настолько тщательно, на- сколько возможно (пре>дгю> 1Титольмо о пределах *±* 1 К) к окружающей температуре. З»»» юлив КПД должно быть определено е соответствии с 6.1.4.4.

* + - * 1. Метод 2

Этот метод применим для истытаний на открытом воздухе, используя стационарный испытательный стенд, на котором ориентация коллектора относительно направления падающей солнечной радиации не регулируется (за исключением корректировки наклона).

Средняя температура жидкости теплоносителя должна поддерживаться е пределах ± 1 К от окружаю- щей температуры. Значение эффективности должно быть определено таким способом, чтобы одно значе- ние эффективности было взято перед солнечным полуднем и второе значение после солнечного полудня. Средний угол падения между коллектором и солнечным лучом для обоих измерений должен сохраняться постоянным. Эффективность коллектора для определенного угла падения будет определяться как средне- арифметическое из двух значений.

Значение эффективности должно быть определено в соответствии с методом, описанным е 6.1.4.4. Как и при использовании метода 1. данные должны быть собраны для угла падения в 50\*. Для некоторых коллекторов с необычными оптическими рабочими характеристиками или, ес/ы это требуется для искусст- венных источников, могут быть необходимыми углы в 20\*. 40\*. 60\* и другие.

* + - 1. Расчет коэффициента преобразования угла падения коллектора

Независимо от метода испытаний (см. 6.1.7.3). значения КПД коллектора должны быть определены для каждого значения угла падения. Для обычных плоских коллекторов испытания достаточно провести для угла падения 50\* (необходимо отметить, что стандарт, использующий этот метод испытаний, может требовать, чтобы *К\** был измерен для различных значений угла падения). Средняя температура жидкости должна поддерживаться близкой к температуре окружающей воздушной среды так. чтобы (4, - fa) \*> 0.

31

#### ГОСТ Р 55617.2—2013

Соотношение между *К*» и КПД выглядит следующим образом:

п (21)

К,

Когда *F'(vx)^* будет получен как точка пересечения кривой КПД с осью ординат, то значения К\* могут быть вычислены для различных углов падения (см. 6.1.7.3.). Если средняя температура жидкости не может поддерживаться на уровне температуры окружа ющей среды с точностью ± 1 К. каждое значение К\* должно быть вычислено как

п ♦ в, fm \* Г»  

к\* = (22)

6.1.8 Определение перепада давления поперек коллектора

Перепад давления поперек коллектора определяется в соответствии с приложением М.

* 1. Неостекленные солнечные коллекторы в установившемся режиме (включая перепад давления)
     1. Установка и размещение коллектора
        1. Общие положения

Применяется спецификация, приведенная в 6.1.1.1.

* + - 1. Монтаж

Коллектор должен быть закреплен так. как определено изготовителем.

Рама коллектора не должна перекрывать апертуру коллектора, и не должна значительно влиять на изоляцию тыльной или боковых сторон, если не определено иначе (например, если коллектор является частью крыши).

Коллекторы, предназначенные для монтажа непосредственно на крыше, могут быть установлены для испытаний на отдельном участке крыши. В случае, если на крыше не может быть выделен участок для проведения испытаний, испытания проводятся для модели, состоящей из у м~~ор~~щенной модели коллекто- ра. размешенной на модельной крыше.

Если инструкциями по монтажу не определен способ размещения коллектора для испытаний, кол- лектор должен быть смонтирован на теплоизоляционном покрытии с коэффициентом теплопроводности

1. Вт/м3 К ± 0.3 Вт/м’-К. его верхняя поверхность должна быть окрашена в матовый белый цвет, а задняя часть должна хорошо вентилироваться.

Примечание — Пример материала, подходящего для изоляции покрытия — 30 мм лист пенопогы- стирола.

Коллектор должен быть закреплен так. чтобы его нижняя часть находилась не менее, чем на 0.5 м выше поверхности земли. Коллектор из труб или полос должен быть собран с наименьшим расстоянием между трубами (или полосами): 10 мм или один диаметр (ширина полосы). Если в инструкции производите- ля по установке указано другое расстояние между трубами или полосами, должно использоваться реко- мендованное производителем расстояние. Если коллектор поставляется с монтажными прокладками или иными устройствами, фиксирующими расстояние между трубами (или полосами), коллектор должен быть испытан в виде, в котором он поставлен, а его геометрия должна быть указана в протоколе испытаний.

Потоки теплого воздуха, которые поднимаются вверх по стенам здания, не должны проходить через коллектор. В случае установки коллектора на крыше здания, он должен быть установлен на расстоянии не менее чем 2 м от края крыши.

Работа некоторых типов неостекленных солнечных коллекторов зависит от размера модуля. Если коллектор поставляется с модулями, площадью от 1 м3. для испытаний модули нужно соединить друг с другом так. чтобы апертура испытываемого коллектора была не менее 3 м3. Если коллектор поставляется в форме полос, то минимальная площадь составного модуля также должна иметь общую площадь не менее 3 м3.

* + - 1. Угол наклона

Тестируемый коллектор должен быть установлен под углом меньше 30\* по отношению к углу 0 паде- ния прямой солнечной радиации, или так. чтобы коэффициент преобразования угла падения был меньше.

32

#### ГОСТ Р 55617.2—2013

чем ♦ 2 % от его значения при вертикальном падении. Перед выбором угла наклона для испытаний необходимо до начала испытаний проверить значение коэффициента преобразования угла падения под двумя различными углами.

Примечание — Для болыитства неосгеклентх коллекторов, влияние угла наклона и угла пэдомя излучения на эффективность коллектора невелико, и неостеклешые коллекторы обычно устэнэетеаются с малым наклоном. Однако необходимо предпринять меры, чтобы при такой установке избежать еоэдушшх пробок.

* + - 1. Ориентация коллектора на открытом воздухе Ориентация коллектора должна соответствовать 6.1.1.4.
      2. Экранирование от прямой солнечной радиации

Коллектор должен быть экранирован от прямой солнечной радиации в соответствии с 6.1.1.5.

* + - 1. Рассеянная и отраженная солнечная радиация

Коллектор должен рассеивать и отражать солнечное излучение в соответствии с 6.1.1.6.

* + - 1. Тепловая радиация

Некоторые коллекторы о~~с~~об~~о~~ею чувствительны к уров»\*о тепловой радиации. Температура поверхно- стей. смежных с коллектором, должна быть близкой к температуре окружающей среды, чтобы минимизи- ровать влияние тепловой радиации. Например, зона обслуживания коллектора не должна включать дымо- ходы. градирни или горячие выхлопы. Для внутреннего испытания и испытания с искусственным источни- ком. коллектор должен быть огражден от горячих поверхностей, типа радиаторов, кондиционера, от холод- ных поверхностей, типа окон и внешми стен. Экранирование нужно делать с наружной и обратной стороны коллектора.

Основное различие между внутренними и наружными испытаниями неостеклеиных коллекторов - длина вогыы теплового излучения. При исгыганиях с искусственным источником освещения соответствую- щая радиация не должна быть выше, чем ± 50 Вт/м2 (для наружных испытаний — 100 Вт/м2).

* + - 1. Скорость воздушного потока

Неостекленные коллекторы чувствительны к скорости воздушного потока, окружающего коллектор.

Чтобы увеличить вопроиэводимость результатов, неостекленные коллекторы должны быть закрепле- ны так. чтобы воздух мог свободно обтекать переднюю и незащищенную заднюю части коллектора. Кол- лекторы. встраиваемые е крышу, имеют закрытые от воздуха задние части.

Средняя скорость воздушного потока параллельного апертуре коллектора на расстоянии 100 мм дол- жна изменяться от 0 до 3.5 м/с. при выполнении условий, приведенных в таблице 7. Если эти условия не могут быть выполнены в естестве~~нны~~х условиях, для обдува нужно воспользоваться вентилятором. Если используется вентилятор, то уровень турбулентности для моделирования естественного состояния ветра, должен изменяться в диапазоне 20 % — 40 *%.* Уровень турбулентности измеряется у переднего края коллектора на расстоянии 100 мм над его поверхностью. Уровень турбулентности измеряется с помощью линеаризованного термоанемометра с частотной характеристикой не менее 100 Гц. Если поглотитель не будет закреплен непосредственно на крыше, то скорость воздушного потока будет проверяться на пере- дней и задней частях поглотителя.

* + 1. Аппаратура
       1. Измерение солнечной радиации Применяется спецификация, приведенная вб.1.2.1.
       2. Измерение тепловой радиации
          1. Измерение длинноволновой радиации

Измерение суммарной длинноволновой радиации производятся пиргеометром. укрепленным в плос- кости коллектора.

* + - * 1. Меры предосторожности от воздействия перепада температур

Пиргеометр. используемый в течение испытаний, должен быть размещен и уравновешен в плоскости поглотителя коллектора по крайней мере за 30 минут до начала измерения.

6.2.2-2.3 Меры предосторожности от воздействия влажности

Пиргеометр должен иметь средства предотвращения конденсации на его поверхностях влаги, влияю- щей на его показания. При необходимости устанавливают прибор с испарителем, состояние которого дол- жно проверяться до и после проведения испытаний.

6.2.2.2.4 Меры предосторожности от коротковолнового нагрева

Влияние коротковолнового солнечного нагрева должно быть минимизировано.

* + - 1. Измерение температуры

Температура должна измеряться в соответствии с 6.1.2.3.

#### 33

ГОСТ Р 55617.2—2013

* + - 1. Измерение расхода жидкости в коллекторе

Расход жидкости должен быть измерен в соответствии с 6.1.2.4.

* + - 1. Измерение скорости воздушного потока
         1. Общие положения

Скорость воздушного потока должна измеряться в соответствии с 6.1.2.5.1.

* + - * 1. Требуемая точность измерения скорости воздушного потока

Скорость ветра на передней поверхности коллектора должка быть измерена со стандартной погреш- ностью 0.25 м/с. При наружных испытаниях скорость ветра редко бывает постоянной. Поэтому измерен- ные во время испытаний значения скорости ветра усредняются.

Примечание — Необходимо учитывать, что анемометры имеют митмальное значение измеряемой скорости, которое лежит между 0,5 до 1 м/с. Поэтому, при измерении скорости ветра менее 1 м/с могут маблодагь- ся значительные ошибки.

* + - * 1. Монтаж датчиков

Перед установкой вентилятора должна быть измерена скорость ветра. Для этого используют порта- тивный анемометр, устанавливаемый над плоскостью апертуры коллектора на высоте 10 — 50 мм. Посто- янно установленный анемометр должен быть смонтирован на одном крав коллектора, чтобы контролиро- вать работу вентилятора. Анемометр должен быть установлен так. чтобы от края коллектора до 0.3 м позади анемометра была непрерывная поверхность.

Примечание — Зарегистрированное значение скорости ветра не является скоростью воздушного потока выше апертуры коллектора.

Измерения должны быть сделаны в девяти точках, равноотстоящих друг от друга по площади коллек- тора. и усреднены. Для коллектора, который не имеет изоляции задней части или не закреплен на поверх- ности крыши, скорость воздушного потока должна быть измерена по передней и задней поверхностям. Средняя скорость воздушного потока на передней и задней поверхности должна коррелироеатъся.

8 ходе испытаний скорость воздушного потока должна быть проверена в точке, которая была отка- либрована относительно средней скорости воздушного потока по коллектору. Анемометр не должен бро- сать тень на коллектор в течение испытаний.

6.2.2.6 Измерение давления

Давление на входе в коллектор и перепад давления поперек коллектора должны быть измерены уст- ройством. имеющим погрешность 5 % от измеренного значения или ± 10 Па. Если коллектор поставляется в модулях, то перепад давления должен быть определен для модуля. Для поглотителей, поставляемых

полосами, давление должно быть определено на погонный метр полосы.

*6.2Л.7*вромп испытания

Фактическая продолжительность испытания должна быть измерена в соответствии с 6.1.2.6.

* + - 1. Регистратор показаний контрольно-измерительного оборудования (КИО) и регист- ратор данных

Регистраторы приборов и регистраторы данных должны соответствовать 6.1.2.7.

* + - 1. Площадь коллектора

Площадь коллектора должна соответствовать 6.1.2.8.

* + - 1. Объем жидкого теплоносителя коллектора

Вместимость жидкости коллектора должна соответствовать 6.1.2.9.

* + 1. Испытательная установка

Испытательная установка должна соответствовать 6.1.3.

* + 1. Испытание по определению КПД в установившемся режиме на открытом воздухе
       1. Испытательная установка

Испытательная установка должна соответствовать 6.1.4.1.

* + - 1. Предварительная подготовка коллектора

Коллектор должен быть предварительно подготовлен в соответствии с 6.1.4.2.

* + - 1. Условия проведения испытаний

Вовремя испытания полезная радиация в плоскости апертуры коллектора должна быть больше 650 Вт/м2.

Примечание — Ест иэготовитетъ установил ограничение по максимальной радиации, но не менее, чем 800 Вт/м\*. оно должно быть подтверждено испытмгем. Полученное максимагьное значение должно быть четко отражено е отчете об испытаниях.

#### 34

ГОСТ Р 55617.2—2013

Угол падения прямого солнечного излучения на апертуру коллектора должен лежать в диапазоне, в котором коэффициент преобразования угла падения на коллекторе изменяется не более чем на ± 2 *%* от его значения при нормальном падении. Коэффициент преобразования угла падения рассчитывается таким образом, чтобы можно было оценить производительность коллектора под другими углами падения.

Среднее значение скорости окружающего воздуха, с учетом изменения по площади коллектора и во время испытаний, должно находиться в пределах, определенных в 6.1.5.5

Если не определено иначе, расход жидкости должен быть приблизительно равен 0.04 кг/с на 1 м2 площади коллектора. Он поддерживается в пределах ± 1 *%* от установленного значения в течение каждого периода испытаний, и не должен отличаться более, чем на 10 % от установленного значения в разные периоды испытаний.

Испытание с более низким расходом жидкости может быть указано е спецификации изготовителя.

8 некоторых коллекторах рекомендованный расход жидкости может быть близким к переходной обла- сти между ламинарным и турбулентным течением жидкости. Это может привести к нестабильности внутрен- него коэффициента теплопередачи и. следовательно, к ошибке в измерениях КПД коллектора. Чтобы испы- тать такой коллектор рассматриваемым способом, следует использовать более высокое значение расхода жидкости, что должно быть четко отмечено в протоколе испытаний.

Измерения изменений температуры жидкости меньше, чем на 1 К не включаются е протокол испыта- ний из-за недостаточной точности прибора.

* + - 1. Методика испытаний

Коллектор должен быть проверен по диапазону его рабочей температуры е условиях чистого неба, чтобы определить его производительность. Контрольные точки измерений выбираются в соответствии с таблицей 7.

Температура на входе коллектора для получения точного значения д, должна быть выбрана так. чтобы средняя температура жидкости в коллекторе не отличалась от температуры окружающего воздуха более чем на ± 3 К.

Таблица 7 — Диапазон режимов испыгэмы теплопроизеодительности

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Контрольная точка | Положа\* радиаютя. Bi/m2 не менее | Tm {cpej»\*e\* температура). К | Скорость движения «отдуха, параллельного коллектору, м/с |
| 1 | 650 | *тш -*га ± зк | моноо 1 |
| 2 | 650 | Г.= 7а±ЗК | 1.5 ±0.5 |
| я | я\*п | T.sT.t\* | Я + 0.5 |
| 4 | 650 | 7\* = *Та +*± 3 К | менее 1 |
| 5 | 650 | *Тя-*Га+0Л(\*Цпл»)±ЗК | 1.5 ±0.5 |
| 6 | 650 | Г„=Га\*0.5(Лп,лв)±ЗК | 3 ± 0,5 |
| 7 | 650 | 7щ *- Та*+ -Uftua ± ЗК | менее 1 |
| 8 | 650 | 7т = 7а + -Km\*. *-*ЗК | 1.5 ±0,5 |
| 9 | 650 | 7m=r, + ^±3K | 3 ± 0.5 |

Atnu—ожидаемая максимальная разность средней температуры поглотителя и температуры окру- жающей среды при реальной эксплуатации.

Примечания

1. Температура жидкости на входе коллектора доляо-ы быть выше, чем температура тст-жи росы. Температу- ра на входе должна быть выбрана так. чтобы выполнялось услоыю *Тт -*Г\* ± 3 К.
2. При использовании коллектора для нагревания воды е плавательном бассейне Д4пы £ 10 К.

Для каждого значения температуры на входе коллектора должно быть проведено не менее двух испытаний.

Если возможно, то одинаковое число измерений должно быть проведено до и после полудня для каждого значения температуры жидкости на входе коллектора. Последнее не требуется, если коллекторы имеют механизм слежения за солнцем по азимуту и высоте.

35

#### ГОСТ Р 55617.2—2013

Все измерения должны быть сделаны так. как определено в 6.2.4.5. В этом случае можно определить такие серии испытаний, в которых получены удоелетеорителы<ые измерения.

* + - 1. Измерения

Должны быть изм~~о~~р~~е~~н~~ы~~:

* общая площадь коллектора А0 и площадь поглотителя *Аа.* измеренные при рабочем давлении:
* объем жидкости:
* суммарная солнечная радиация на поверхности коллектора;
* рассеянная солнечная радиация на поверхности коллектора (только на открытом воздухе):
* тепловая дгынноеолмовая радиация на поверхности коллектора (или атмосферная температура точ- ки росы
* скорость движения окружающего воздуха:
* температура окружающего воздуха:
* температура жидкости теплоносителя на входе коллектора:
* температура жидкости теплоносителя на выходе коллектора;
* расход жидкости теплоносителя.
  + - 1. Время испытаний (установившийся режим)

Применяется спецификация, приведенная в 6.1.4.6, принимая ео внимание таблицу 8.

Таблица 8 — Разреш~~ен~~ «ю~~о~~ отклонение измеренных параметров во время испытаний

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Параметр | Обозначение | Qrwomin от среднего эпечемия |
| Суммарное коротковолновое солнечное излучение | *G* | ± 50 Вт/м2 |
| Длинноволновое солнечное излучст мо |  | ± 20 Вт/м2 |
| Температура окружающего воздуха | *и* | ± 1 К |
| Массовый расход жидкого теплоносителя | *т* | ± 1 % |
| Температура на входе коллектора |  | ±0.1 К |
| Скорость воздушного логоса | *и* | ± 0.5 м/с |

### 6 2 4 7 ПрелстАнпемм\* рвчупьтятов

8 соответствии с 6.1.4.7.

* + - 1. Вычисление производительности коллектора
         1. Общие положения

В соответствии с 6.1.4.8.1, со следующими дополнениями:

По результатам испытаний должно быть вычислено КПД коллектора из следующего уравнения

О AG-

Ч\*

где G\*— полезная радиация, определенная из уравнения

G 

Значение должно быть принято равным 0.85. если изготовитель не предоставит реально измерен- ное значение;

El— измеренная длина волны солнечюго излучения в плоскости коллектора; Q — полезная выходная мощность, вычисленная из:

О = *mcAU* - W-

где с, — удельная теплоемкость теплоносителя.

(23)

(24)

#### (25)

36

#### ГОСТ Р 55617.2—2013

Если массовый расход жидкого теплоносителя m получен объемными измерениями расхода, то плотность для жидкости должна быть определена при температуре в расходомере.

Данные испытаний должны быть аппроксимированы методом наименьших квадратов, чтобы получить

зависимость КПД в следующем виде:

4 = tio<1-\*uu)-<b, +6,0)~~% Ч~~ (26)

где Г|0, *Ьи.* Ь,. Pj — коэффициенты, которые определяются при аппроксимации.

Если для измерения длинноволновой радиации EL отсутствуют необходимые устройства, то может использоваться следующая модель определения длины волны солнечного излучения et из измеренной атмосферной температуры точки росы

е. 0.7114 0.56^4 0.7  (27)

где атмосферная температура точки росы fda измерена со стандартной погрешностью 0.5 К. Длина волны солнечного излучения выделяется по формуле:

еь\*£8о7?. (28)

Если коллектор наклонен, то он будет обмениваться теплом с небом и землей. Относительная длина волны излучения £, на коллекторе, наклоненном под углом р. определяется по формуле

1 + cos jS \_.1-cosp

----- 2----- + £во7? 2-----

(29)

Температура грунта будет иметь небольшое влияние на длинноволновое излучение, падающего на коллектор с углом наклона меньше 45е. так как коэффициент формы излучения между коллектором и зем- лей составляет 0.15 при р = 45 \*

В этом случае, уравнение (29) может быть записано в виде

*л*1 4COS0 (30)

Таким образом, в уравнении (19) длина волны солнечного излучения EL е плоскости коллектора равна когда коллектор расположен на открытом воздухе.

Примечания

1. Попожитегънов значение *EL* характеризует ориеитироои ■ гую вниз радиацмо на поверхность с темпера- турой 0 К.
2. Для вычисления £» должна использоваться формула 28.
   * + - 1. Солнечная энергия, поглощаемая коллектором Поглощаемая солнечная энергия обозначается как>№' Тогда

(31)

* + - * 1. Приведенная разность температур Применяются указания, данные в 6.1.4.8.3. заменяя G на G“

6.2.4.84 Моделирование мгновенного КПД 6.2.4.8.4.1 Общие положения

Применяются указания, данные в 6.1.4.8.4.1. заменяя Gwa G\* 6.2.4.8.4.2 Мгновенный КПД

Применяются указания, данные в 6.1.4.8.4.2, заменяя G на G\*

6.2.4.8.5 Графическое представление производительности коллектора Применяются указания, данные в 6.1.4.8.5. заменяя G на G“

37

#### ГОСТ Р 55617.2—2013

* + 1. Испытания по определению КПД в установившемся режиме с искусственным источни- ком радиации
       1. Общие положения

Применяются указания, данные в 6.1.5.1.

* + - 1. Искусственный источник радиации для испытания по определению КПД в установив\* шемся режиме

Применяются указания, данные в 6.1.5.2.

* + - 1. Проверка установки Применяются указания, данные в 6.1.5.3.
      2. Предварительная подготовка коллектора Применяются указания, данные в 6.1.5.4.
      3. Методика испытаний

Коллектор должен быть испытан в диапазоне значений его рабочей температуры, чтобы определить его эффективность. Температура на входе должна быть выбрана так. чтобы средняя температура жидкости в коллекторе находилась в пределах ± 3 К от температуры окружающей среды.

Условия испытаний для тепловых характеристик определены в таблице 7.

Для каждого значения температуры на входе должны быть проведены не менее двух измерений в соответствии с 6.2.4.5.

* + - 1. Измерения при испытаниях с искусственным источником радиации Измерения должны соответствовать 6.1.5.6.
      2. Время испытаний

Время испытаний должно соответствовать 6.1.5.7.

* + - 1. Проверяемые условия

Проверяемые условия должны соответствовать 6.1.5.8.

* + - 1. Вычисление и представление результатов Результаты должны соответствовать 6.1.5.9.
    1. Определение эффективной теплоемкости и постоянной времени коллектора
       1. Общие положения

Эффективная теплоемкость и постоянная времени коллектора являются важными параметрами, кото- рые определяют его характеристику в переходном процессе.

Коллектор представляет собой сумму масс, работающих при разных значениях температуры. Каж- дая составляющая коллектора по-разному реагирует на изменения режима его работы, тем не менее нужно определить эффективную теплоемкость для всего коллектора.

Эффективная теплоемкость зависит от режима работы коллектора и не является параметром с уни- кальным значением. Сравнение различных методик испытаний для определения эффективной теплоемкос- ти коллектора показали, что использование различных методик приводит к одинаковым результатам.

Постоянная времени коллектора также зависит от режима его работы. Для большинства коллекторов, доминирующее влияние на время отклика имеет расход жидкости. Другие составляющие коллектора име- ют другое время отклика.

* + - 1. Определение эффективной теплоемкости

Эффективная теплоемкость коллектора С. Дж/К. должна быть вычислена как сумма, для каждого составляющего элемента коллектора (поглотитель, теплоотвод жидкости), произведений массы т, эле- мента. кг. и удельной теплоемкости *с„* Дж/(кг К)

на Ж.

С = £т,с,. (32)

Эффективная теплоемкость может быть также измерена, применяя методики, описанные в приложе-

* + - 1. Методика испытаний для постоянной времени коллектора Методика испытаний должна соответствовать 6.1.6.3.
      2. Расчет постоянной времени коллектора

Постоянная времени должна быть вычислена в соответствии с 6.1.6.4.

* + 1. Коэффициент преобразования угла падения (необязательно)
       1. Общие положения

Если падение солнечного луча не является вертикальным, то КПД г|0 в формуле (26) может быть

заменено на К^. где К\* является коэффициентом преобразования угла падения.

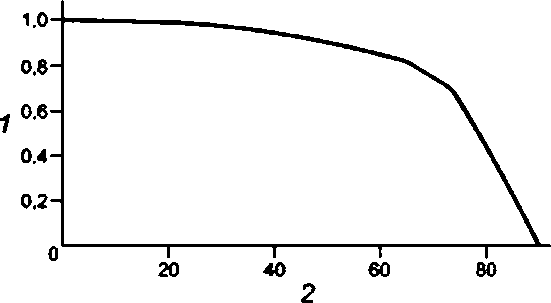
38

#### ГОСТ Р 55617.2—2013

П = КвПо(1-Ьи</)-(Ь, *+b2u)^Ji-.* (33)

Рисунок 6 показывает типовую зависимость К\* от угла падения для неостекпенмого солнечного кол- лектора.

Для тех коллекторов, для которых действия угла падения не явллотся сиьыетричтми с направлени- ем падения, применяются указания, данные в 6.1.7.1.



*1* — Зависимость от *ута* падения *Ка: 2* — Угол падения (градусы)

Рисунок 6 — Типовая зависимость К\* от утла падения

Значение *Kt* в методике испытаний, описанной в настоящем пункте, состоит в том. что значения тепловой эффективности определены для коллектора при вертикальных (или почти вертикальных) состояни- ях угла падения излучения. Поэтому точка пересечения оси ординат *г\* кривой КПД равна %

Для определения значения К,, обеспечивающего работу коллектора в широком диапазоне условий иУили времени дня. нужно провести дополнительное испытание и использовать уравнение (28).

* + - 1. Искусственный источник радиации для измерения коэффициента преобразования угла падения

Подробное описание в 6.1*.72.*

* + - 1. Методика проверки Подробное описание в 6.1.7.3.
      2. Расчет коэффициента преобразования угла падения коллектора

Независимо от того, какой экспериментальный метод используется в 6.2.7.3. значения для тепловой эффективности коллектора должны быть определены для каждого значения угла падения.

Для неостекпемных коллекторов испытание проводят только для угла падения 50\*.

Примечание — При оценсв стандарта, используя этот метод исштаний. может потребоваться, чтобы Кв был измерен для различного набора утлое падения.

Средняя температура жидкости должна поддерживаться как можно ближе к уровню температуры окружающей среды так. чтобы (\*«,-\*.)\* 0.

Соотношение между К» и КПД;

же)

*К\** По

(34)

После того, как т)0 определен, как пересечение У-оси кривой КПД. значения К\* могут быть вычислены для различных углов падения (см. 6.2.7.3). Если среднюю температуру жидкости нельзя вы- ровнять с температурой окружающей среды в пределах ± 1 К. то значение К, должно быть вычислено по формуле

\*•>+ (\*1 +S?u)(fm Va)

G

(35)

ПоО-А")

#### 39

ГОСТ Р 55617.2—2013

Как правило, уравнение (17) должно быть использовано для получения более точных результатов. В качестве альтернативы, каждая точка может быть построена на таком же графике с кривой КПД- опреде- ленной в соответствии с *62.4* или 6.2.5. и линия, проведенная через любую точку параллельную кривой КПД. до ее пересечения с осью У.

Значение в точке пересечения с осью У является значением КПД. которое должно привести к вырав- ниванию средней температуры жидкости с температурой окружающей среды (при условии, что средняя температура жидкости может быть отрегулирована). Поэтому эти значения могут использоваться вместе с формулой (33) для вычисления различных значений

* + 1. Определение перепада давления поперек коллектора

Если требуется определение перепада давления поперек коллектора, необходимо воспользоваться указаниями согласно приложению М.

* 1. Остекленные и неостекленные солнечные коллекторы в квазидинамических режимах
     1. Установка и размещение коллектора
        1. Общие положения

Коллекторы должны быть расположены и закреплены в соответствии с 6.1.1.1.

* + - 1. Монтаж коллектора

Остекленные коллекторы должны соответствовать 6.1.1.2, неостекленные коллекторы должны соот- ветствовать 6.2.1*2.*

* + - 1. Угол наклона

Остекленные коллекторы должны соответствовать 6.1.1.3, неостекленные коллекторы должны соот- ветствовать 6.2.1.3.

* + - 1. Расположение коллектора на открытом воздухе

Коллектор должен быть установлен на открытом воздухе в закрепленном положении, повернутым к экватору в пределах ± 5 \*.

Примечание — Азимутальное отклонение коллектора (ww гыранометра) относительно юга должно быть принято во вживше при вычислении утла падения солнечного излучения на апертуру юл лектора. Богаиие отклонения от направления на юг могут быть приемлемыми, но приведут к асиммет- ричному угловому распределению тепловой радиации (см. рисунок 8. 6.3.4.6.2). Это может привести к небога- тому смещению зависимости угла падения коллектора. Фактический угол падения должен быть вычислен со стандартной погрешностью менее ± 1\*.

В случае коллекторов с концентраторами, по возможности должно использоваться устройство слеже- ния за солнцем, предлагаемое изготовителем. Кроме случаев, когда используются коллекторы типа С PCs. коллекторы должны быть закреплены так. чтобы тепловая лучевая радиация от солнца падала е пределах приемного диапазона конструкции.

* + - 1. Экранирование от прямой солнечной радиации Экранирование должно быть выполнено е соответствии с 6.1.1.5.
      2. Рассеянная и отраженная солнечная радиация

Подробное описание приведено е 6.1.1.6. В части испытания искусственного источника солнечной радиации требования 6.1.1.6 не применяются.

* + - 1. Тепловая радиация

Работа некоторых коллекторов особенно зависит от уро~~вн~~я тепловой радиации. Температура поверх- ностей. смежных с коллектором, должна быть насколько возможно близкой к температуре окружающего воздуха, чтобы минимизировать влияние тепловой радиации. Например, в наружной зоне обслуживания коллектора не должны находиться дымоходы, градирни или источники горячих выхлопов. Экранирование важно как спереди, так и позади коллектора.

* + - 1. Скорость воздушного потока

Остекленные коллекторы должны соответствовать 6.1.1.8. неостекленные коллекторы должны соот- ветствовать 6.2.1.8.

* + 1. Аппаратура
       1. Измерение солнечной радиации Измерения должны соответствовать 6.1*2.1.*

6.3.2.1.1 Пиранометр

Пиранометры должен соответствовать 6.1.2.1.1 со следующим исключением: подпункт 6.1.2.1.1.5 не применим.

40

#### ГОСТ Р 55617.2—2013

6.3.2-2 Измерение тепловой радиации Измерения должны соответствовать 62.2.2.

* + - 1. Измерение температуры

Измерения должны соответствовать 6.1.2.3.

* + - 1. Измерение расхода жидкости коллектора Измерения должны соответствовать 6.12.4.
      2. Измерение скорости воздушного потока
         1. Общие положения

Измерения должны соответствовать 6.12.5.1.

* + - * 1. Требуемая точность

Скорость потока окружающего воздуха перед передней поверхностью коллектора должна быть изме- рена со стандартной погреимостью в 0.5 м/с (остекленные коллекторы) и 025 м/с (неостекленные коллекто- ры). При наружных условиях испытания скорость потока окружающего воздуха редко бывает постоянной (возможны порывы ветра), поэтому требуется измерение средней скорости воздушного потока в течение периода испытаний, что может быть получено интегрированием по времени за период испытания.

* + - * 1. Монтаж датчиков

В случаях, когда испытание проводится на открытом воздухе и на местности, где средняя скорость воздушного потока ниже, чем 2 м/с, должен использоваться вентилятор и измерения анемометра должны быть приспособлен для непрерывного измерения скорости воздуха. Этот анемометр должен быть закреп- лен на панели таким образом, чтобы лоток воздуха был непрерывен от края коллектора до 0.3 м позади анемометра. Однородность скорости воздушного потока в поле апертуры коллектора должна быть прове- рена. поскольку скорость воздушного потока может изменяться от одного конца коллектора к другому. Необходимо провести ряд измерений скорости воздушного потока на расстоянии 100 мм перед апертурой коллектора и равноотстоящих позициях по площади коллектора и определить среднее значение.

8 ветреных местностях, измерение скорости ветра должно быть выполнено близко к коллектору, на уровне середины высоты коллектора. Датчик не должен быть огражден от ветра и не должен бросать тень на коллектор в течете испытания.

* + 1. Измерения давления

Измерения должны соответствовать622.6.

* + 1. Время испытания

Время должно быть измерено в соответствии с 6.12.6.

* + 1. Регистратор показаний контрольно-измерительного оборудования (КИО) и регистра- тор данных

Измерительные приборы должны соответствовать 6.12.7.

* + 1. Площадь коллектора

Площадь коллектора должна соответствовать 6.1.2.8.

6.3.2.10 Объем жидкости теплоносителя коллектора Объем жидкости должен соответствовать 6.1.2.9.

* + 1. Испытательная установка

Установка должна быть проверена в соответствии с 6.1.3.

* + 1. Определение КПД коллектора на открытом воздухе

6.3.4.1 Испытательная установка

Установка должна быть проверена в соответствии с 6.1.4.1.

6.3.42 Предварительная подготовка коллектора

Коллектор должен быль предварительно подготовлен в соответствии с 6.1.42.

* + - 1. Условия проведения испытаний

Нижеследующие требования даются для так называемого квззидинамического метода испытаний (QOT). Для облегчения понимания и использования этого подхода, рекомендованная последовательность испытаний и другие требования, приведенные здесь, тесно связаны с известными испытаниями солнечных тепловых коллекторов в установившемся режиме, которые описаны в 6.1 и 62. По существу для обоих типов подхода требуются приемлемые данные испытаний и. таким образом, рекомендованная последова- тельность испытаний также будет учитывать традиционное определение параметров *в* установившемся режиме за счет получения и исключения измеренных данных, соответствующих поставленным требовани- ям. Рассматриваемый метод испытаний и рекомендованная последовательность испытаний позволят опре- делить эффективную теплоемкость, коэффициент преобразования утла падения, скорость ветра, темпера-

#### 41

ГОСТ Р 55617.2—2013

туру неба, и зависимость КПД коллектора в зависимости от указанных характеристик. На этапе определе- ния параметров коллектора используется модель коллектора фактической полезной мощности.

Среднее значение скорости окружающего воздушного потока, с учетом пространственного измене-

ния по поверхности коллектора и временные изменения в течение испытания, должны находиться в преде- лах от 1 м/с и 4 м/с. При необходимости могут использоваться вентиляторы.

Расход жидкости должен быть приблизительно 0,02 кг/с на 1 м: соответствующей площади коллекто-

ра. *А.* если не определено иначе. Значение расхода должно поддерживаться в пределах 11 % от заданной величины в течение каждого периода испытания, и не должно изменяться более, чем на ♦ 10 % от заданной величины от одного этапа испытаний к другому. Можно проводить испытания при других значениях расхо- да. придерживаясь указаний изготовителя.

8 некоторых коллекторах рекомендовав ■ <ый расход жидкости может быть близким к переходной обла- сти между ламинарным и турбулентным течением жидкости. Это может привести к нестабильности внутрен- него коэффициента теплопередачи и. следовательно, к ошибке в измерениях КПД коллектора. Чтобы испы- тать такой коллектор рассматриваемым способом, следует использовать более высокое значение расхода жидкости, что должно быть отмечено в протоколе испытаний.

Измерения изменевмй температуры жидкости менее, чем на 1 К ив включаются в протокол испытаний из-за недостаточной точности прибора.

Примечание — Поскольку квазидимамичеооы метод основан на минимизации ошибок а определе- ны выходной мощности коллектора (не КПД как в испытаниях, отсанных в 6.1 и 6.2). то относительная погреш- ность измерений из-за низкой разности температур жидкости коллектора больше не будет вызывать проблем, поэтому ограничена е 1 К при on ре депеши разности температур может быть исключено е последующих версиях стандарта.

* + - 1. Методика испытаний

Коллектор должен быть проверен в диапазоне его рабошх температур при наружных условиях, чтобы определить характеристики его эффективности. Измерительные точки, которые удовлетворяют требоваит- ям. приведенным ниже, должны быть получены по крайней мере для четырех значений температуры жид- кости на входе, равномерно распределенных по диапазону рабочей температуры коллектора.

Если возможно, одно из значений температур на входе должно быть установлено таким образом, чтобы средняя температура жидкости в коллекторе находилась в пределах ± 3 К от температуры окружаю- щей среды во время солнечного полудня, чтобы получить точное значение Температура на входе дол- жна быть выше температуры точки росы, чтобы избежать конденсации воды на поглотителе, что привело бы к ошибочным результатам испытаний Климатические условия должны соответствовать 6.3.4.6 и 6.3.4,6.2.

Второе и третье значение температуры жидкости на входе должны быть выбраны таким образом,

чтобы средняя температура жидкости в коллекторе была равномерно распределена между самым низким и самым высоким значениями рабочего диапазона температур коллектора, измеренных в солнечный пол- день. Для неостекпеиных коллекторов необходимо установить только три значения температуры жидкости на входе. 8 этом случае второе значение температуры должно быть выбрано таким образом, чтобы быть ближе к середине рабочего диапазона температур коллектора. Климатические условия должны соответ- ствовать 6.3.4.6.3.

В зависимости от типа коллектора, максимальная температура на входе должна быть выбрана так. как определено е 6.1.4.4 и 6.2.4.4.

Изменение значения температуры жидкости на входе должно быть сделано после того, как будет выполнен каждый этап испытания. Данные, зарегистрированные в течение периода «смены шага» не дол- жны быть включены е результаты испытаний. Температура жидкости на входе должна сохраняться постоян- ной. в пределах ± 1 К е течение каждого этапа испытаний.

Примечания

1. Ест требуется выполнить сраопамо с параметрами в установившемся режиме, необходимо получить по крайней мере четыре измерительные точки с требуемой продолжительностью, для каждой температуры на входе. Ест позволяют условия иегьланий. требуется взять равное число измерительных точек до и после сол- нечного полудня для каждой температуры жиосости на входе.
2. Так как используемая в данном методе модегъ более го«ю описывает работу коллектора, то важность измеряемых четырех точек так же. как и независимых измеритегы-ых точек в их пределах, сведена к минимуму. При дальнейшей переработке этого метода потребуется только три измерительные точки. Более лотая харак- теристика коллектора также приводит к меньшему котчеству ограничены при разработке конструкции коллек- тора. и охватывает более широкий диапазон коллекторов.

42

#### ГОСТ Р 55617.2—2013

В течение испытаний, измерения должны быть сделаны так, как указано а 6.3.4.5, тогда они могут использоваться для определения периодов испытаний, в которых могут быть получены удовлетворитель- ные данные.

* + - 1. Измерения и получение данных
         1. Измерения

Должны быть выполнены измерения следующих характеристик:

. площадь апертуры коллектора *Аа.* площадь поглотителя коллектора 4Д и общая площадь кол- лектора *А^:*

* объем жидкости;
* суммарная солнечная радиация на апертуру коллектора;
* рассеянная солнечная радиация на апертуру коллектора;
* падающая длинноволновая радиация на апертуру коллектора;
* угол падения прямого солнечного излучения (может быть определен расчетом):
* азимут и угол наклона апертуры коллектора (стандартная погрешность меньше, чем ± 1
* скорость воздушного потока:
* температура окружающей среды:
* температура жидкости теплоносителя на входе коллектора;
* температура жидкости теплоносителя на выходе коллектора;
* расход жидкого теплоносителя.
  + - * 1. Требования к сбору данных Частота дискретизации: от 1 до 6 с Интервал осреднения: от 5 до 10 мин

Каждая строка данных (запись данных) должна содержать уникагъную метку времени (стандартная

погрешность менее, чем ± 1 минута), давая возможность вычислить угол падения солнечной радиации на коллектор для каждой такой строки данных (периода времени). См. также 6.3.1.4.

8 результате вычислений должны быть включены е базу данных измерений:

* полезная мощность коллектора. Q;
* производная по времени ^ е коллекторе, то есть dtr/cft как (/„новый —/„старый)/(интервал дискретизации для I\* и /,).

Расчет производной по времени *dt„/dt* должен быть выполнен в режиме реального времени, посколь- ку это сильно влияет на окончательные результаты.

Частота дискретизации и интервал усреднения такой же. как и для измеренных значений.

Примечание — Рг.пи мчыеритепшап гиг-темя птаппввт прпичяегттм рагмвт прпияяплиггяпкыпг-ти модели коллектора с ожидаемыми параметрам\* коллектора в режиме реального времени, это будет являться очень полезным инструментом для обнаружемтя любой ошибки измерения. Ест такой возможности нет. то рекомендуется подготовить диаграмму измер~~ст~~ в юй выходной производительности по отношению к моделируе- мой производительности после каждого дня проверки.

* + - 1. Время испытания
         1. Общие положения

Рекомендуемый цикл испытания состоит из 4—5 дней. Число фактических дней, относительно всех испытаний коллектора на открытом воздухе, будет зависеть от фактических климатических условий на испытательной площадке. Запись данных должна содержать информацию, эквивалентную всем важным нормальным рабочим условиям (достаточно изменчивости и динамического диапазона), чтобы предоста- вить отдельные параметры коллектора. Данное условие достигается изменением температуры жидкости на входе, е пределах ее расчетного диапазона, наподобие установившегося метода (см. 6.1 и 6.2). Если было зарегистрировано достаточное количество данных после 4—5 дней, то эти данные должны быть оце- нены для каждого дня испытания, следуя руководящим принципам, описанным ниже в 6.3.4.6.2.

* + - * 1. Описание последовательности испытаний

Миышальная продолжительность цикла испытания должна быть 3 часа. е соответствии с требовани- ями 6.3.4.3. Этап испытания при %— условии, как определено в 6.3.4.4. должен быть проведен, главным образом, при условии чистого неба.

Должны использоваться значения угла падения от 60\* и выше до значения, при котором разница коэффициентов преобразования угла падения луча излучения будет отличается не больше, чем на 2 % от значения, при вертикальном падении луча излучения.

#### 43

ГОСТ Р 55617.2—2013

Один цикл испытания должен быть проведен при частично облачных условиях, включая переменную облачность так же. как в условиях чистого неба. Данный цикл испытания может быть проведен при новы» шенной температуре или при п0 — условии, как указано е 6.3.4.4.

Относительный порядок различных циклов испытания не является критичным и может быть установ-

лен в зависимости от фактической погоды на испытательной площадке.

* + - * 1. Зависимость угла наклона (необязательное испытание)

Если нужно определить зависимость угла наклона, то необходимо добавить один дополнительный день испытаний.

В течение этого дня. коллектор должен быть проверен под другим требуемым углом наклона и при максимальной рабочей температуре (тип дня 4). Дополиителы\*\*е данные испытания могут быть вычислены с помощью МЛР, как и все другие параметры коллектора.

Примечание — Испольэооаче МЛР описывается в 6.3.4.8.1 (примечэьме 2).

* + - * 1. Обработка данных испытания

Ниже описаны руководящие принципы для оценки пригодности зарегистрированных данных.

Надо помнить, что при оценке пригодности данные, полученные в ходе испытаний, должны удовлет- ворять следующим критерии:

* *T^t-T\** > 1 К:
* 7\*й. постоянное, в пределах ± 1 К:
* значение расхода, устойчиво в пределах ± 1 *%* от выбранного значения в течение дня испытания или цикла испытания и в пределах 10 % от одного этапа до другого.

8 течение обработки данных испытаний, период предварительной подготовки по крайней мере 4-кратной постоянной времени коллектора (если постоянная времени известна), или не меньше, чем

15 минут (если постоянная времени неизвестна), с правильной температурой жидкости на входе должен быть пропущен, чтобы гарантировать, что начальное состояние коллектора не повлияет на результаты опре- деления параметра.

Большинство требований даны в форме идеализированных диаграмм, иллюстрируя важные соотно- шения между различными условиями испытаний, включая динамические диапазоны, которые должны быть в данных для достижения надежных и достоверных результатов измерений характеристик коллектора. Эти диаграммы должны быть подготовлены для оценки корректности данных испытаний, используемых для определения параметра, и должны быть включены в отчет об испытании.

Рисунок 7 показывает *t^-t,* по отношению к G\*. чтобы проверить, были ли взяты обоснованные дан- ные при По—условиях и пои более высоких температурах на входе. Эти данные дадут всю необходимую информацию для определения F’(ta).n и тепловых потерь коллектора.

X X X X X X X

G\*

Рисунок 7 — по отношению *к*G\*

Рисунки 8 и 9 показывают, достаточно ли данных для определения *К^(в)* при высоком и низком угле падения луча радиации, и достаточно ли данных при высоком уровне рассеянной радиации было взято, чтобы определить К^.

44

#### ГОСТ Р 55617-2—2013

Сь

х х

X X

X X

X X

X X

X X

XX XX XX

О, запад о восток 6, Рисунок 8 — <3ь по отношение к 8

Примечание — Измерение даншх с более высокими значениями Go (верхняя кривая), даст К^В).

Более низкие значения дадут *К^.*

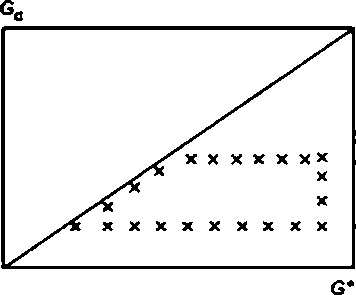


Рисунок 9 — Ge по отношению к G\*

Рисунок 10 показывает идеальное распределение соотношения скорости ветра по отношению к G\*. Нужно рассмотреть схорости ветра, как описано в 6.3.4.3.

X X X X X X X

Рисунок 10 — Скорость ветра по отношение к G\*

* + - 1. Представление результатов испытаний

Результаты испытаний должны быть предстаале+ы в отчете, в формате листов данных, предоставлен\* ных в приложениях Г и Д. и с текстом, и соответствовать 6.3 (ом. также 6.3.4.8.4). Измерения должны быть сопоставлены, чтобы определить ряд измерительных точек данных, которые отвечают требованиям уело\* вий испытаний и обеспечивают достаточную информацию. В дополнение к тому, что приведено в приложе- ниях Г и Д. измеренные данные, используемые для определения параметров коллектора, должны быть представлены в четырех диаграммах, как описано в 6.3.4.6.4 (см. рисунки 7—10). Рисунок 5. отражающий

45

#### ГОСТ Р 55617.2—2013

отношение измеренной производительности коллекторе к моделируемой производительности, должна быть также включена в отчет об исгъланиях. Диаграмма, построенная е соответствии с рисунком 5. должна отражать все данные испытания, используемые для определения параметров коллектора на одной диаг- рамме (см. также 6.3.4.5.2. примечание). Коэффициент преобразования угла падения *(1АМ).* ^(в) должен быть представлен в соответствии с диаграммой, представленной на рисунке 6. как указано на рисунке 5 или 6.

В дополнение к коэффициентам производите/ъности коллектора, в соответствии с требованиями при- ложений Г или Д. необходимо, чтобы полный набор квззидинамических коэффициентов производительнос- ти по формуле (37) должен быть включен в отчет об испытаниях.

* + - 1. Определение параметров и вычисление полезной производительности коллектора
         1. Способ определения параметров коллектора

Множественная линейная регрессия (МЛР). является не итерационным, очень быстрым матричным методом, который доступен в больимнстве стандартных программных пакетах со статистическими функци- ями. типа электронмнх таблиц или белее специализированных статистических программ, таких как *MINfTAB* или S/SS. Линейная в данном случае означает, что модель должна быть записана как сумма условий с параметрами рп. в качестве множителя, например:

Уош = ра ♦ Рг^х,.х2) + *ргд[х„х*sjf4) + *р>Щх2.хъ).* (36) Подмодели /(х...)д(х...) и *h(x...) в* каждом условии могут быть нелинейными.

Метод МЛР предоставляет свободный выбор данных из базы данных испытаний для любого испыта- ния перед применением определения параметра МЛР.

Этот выбор может быть сделан после измерений е течение нескольких дней.

Примечания

1. В качестве примера принимаются, д~~аныо~~ с G\* > 700 Вт/ы. *dt^ldt <* 0.002 К/с. *и >* 2Wc и > 10 К для определения параметра МЛР если рассматриваются требования испытаны. Даже для обширных баз данных,

при определении параметра потребуется толью несхогько секунд компьютерного времени, тем самым делая примен~~и~~м~~о~~ МЛР возможным при проведении разлапых исследований.

1. В течение нескольких лет был также проверен специальный случай *MLR* (расширенный *MLR),* который

позволяет иденгифщироватъ тот же самый параметр в различных гкщкыожестеах базы данных. Это лозвогмпо

идентифицировать, например, угол нулевых потерь эффективности без необходимости применять уравнение в двух осях в), и 8|. Тогда К\*(е) будет обобщен и заменен К\*с,(6|.А) в формуле (37). Параметры могут также опреде- ляться со стандарпым МЛР-лрограммным обеспечением в том же самом режиме. Это о~~чогь~~ полезно для сле- доальных коллекторов, таких как коллекторы с эвркахъными концентраторами или «©остекленные коллекторы с круглыми отдельными трубками поглотителя, которые не могут быть выражены стандартными уравнежями

гам . IЮлученные результаты <АМ могут использоваться непосредственно в программах моделирования, таких как *TRNSYS. WATSUN* или *LONSUN.* Недавно таксе было определено, что коэффициент теплолотерь может быть **идентифицирован** в последовательных диапазонах ДГ. Это решает проблему небогьшой корреляции между ДГ и

условием Д7\*. Коэффициент теплолотерь может также быть оформлен таким образом для коллекторов со специ- альными эффектами теплолотерь. как коллекторы с тепловой трубой или другие специальные проекты.

Другие нелинейные методы, при условии, что они минимизируют ошибку в выходной мощности коллектора, как е методе ML/?, могут использоваться как инструмент идентификации параметра как у мето- да *MLR.*

* + - * 1. Модель коллектора

Эта модель — е основном аналогична установившейся модели, используемой в 6.1 и 6.2. но с неко- торыми дополнительными условиями. Здесь моделируется зависимость прямой и рассеянной радиации, скорость ветра, температура неба, действия угла падения и эффективная теплоемкость. Дополнительная информация приведена в приложении 3.

*QIA* = ♦F(ta)^K.dG, - *c^uG\** - - (,) - c2{/«-U2-

- *CiU(tm* - *U) \* c4(El - oT?*) - Cj*dtjdt.* (37)

для области *Ак.* когда имеет отношение к области поглотителя коллектора, и *Аа.* когда имеет отноше- ние к апертурной площади коллектора (см. приложение К).

Примечание — Градусы Келвина используются для удобства а лучевом терт~~ю~~. Во всех других случаях испогъзуются градусы Цельсия, см. раздел 4.

46

#### ГОСТ Р 55617.2—2013

* + - * 1. Использование модели коллектора для различных типов коллектора

Модель коллектора, как описано в 6.3.4.8.2. должна охватить большинство проектов коллекторов, доступных на рынке, кроме /CS коллекторов. Независимо от применения полной модели коллектора для конкретного типа коллектора (или проекта коллектора) использование F(ra)^. К^(0). *К(U* - f,)3 — и коэффициентов с,.с^ и *%* для всех типов коллекторов является обязательным и они должны быть идентиф»иирова»ы.

Примечание — Для отслеживания солнца коллекторов высокой концентрации вхтчение К»о не всегда может быть достаточным и поэтому должно быть определено Г-отношепнем параметра идентификации, как показано ниже.

Тогда \*0ь(в) = 1.0 и *К*\*о = 0 должш испогъэоеэтъся в формуле (37) и должна быть повторена идентифмсация

параметра.

Если коэффициенты Cj, с\* и Cj должны быть включены в модель коллектора, они определяются 7-отмошемивм (значение парамвтра/Ррвднеквадратичнов отклонение значения параметра) идентификации параметра. 7-отношение должно быть больше, чем 2 для тех параметров, которые представлены в резуль- татах проверки. Если Г-отношение меньше, чем 2 (предполагается, что входные данные достаточно изменчивых то коэффициент должен быть обнулен и идентификация параметра должна быть повторена с отрегулированной моделью коллектора.

Для иеостекленных коллекторов обязательно использование полной модели коллектора.

П р и м е ч а н и е — Опытным путем определено, что полная модель коллектора, включая емкость, коррекцию рассеяния и угла падения являются очень точными. Если модехъ не будет соответствовать дэнньа », то в богъиинстее случаев проблема заключается в коллекторе, испытательной установке или измерениях.

* + - * 1. Графическое представление результатов испытаний

При испытаниях согласно 6.1 и 6.2, тестовые результаты должны быть представлены в форме кривой мощности, как функция разности температур между средней температурой жидкого теплоносителя и окру- жающей температурой^-\*,), которые должны быть вычислены от функции мощности (37). используя значение *G\*-*1000 Вт/м3 и рассеянную долю 15%. то есть Ge^lSOBT/м3. Параметр *dtjdt* установлен на0(обнулен)и6,приведемк15\*(Лт/<Йг0ие,= 15) для установления постоянного рабочего состояния во время солнечного полудня (38). Если используется зависимость скорости ветра от тепловых потерь и нулевая потеря эффективности в модели коллектора для остекленных коллекторов (с,>0ис6>0).

как определено в 6.3.4.8.3. то скорость ветра и = 3 м/с должна использоваться в уравнении. Если зависи-

мость температуры кеба от коэффициента теплолотерь используется в модели коллектора (с4>0). тогда (El - <т7? )\*-100 Вт/м3 должны использоваться в уравнении

6 = *(AG\*)* (F(taUK^(15)0.85 ♦ Г(ш),Л0.15 - с\*(3 *м/с)* - с,#. - (,) - *c2(tm* - -

- с3(3 *м/с*) (\*« - /,) ♦ с\*(100 ВггУм3)). (38)

Графическое представление тестовых результатов для иеостекленных коллекторов должно быть сде- лано соответственно, но со ссылкой на приложение Е.

Продукт *(AG\*)* (Г(та)вгКвв{15)0.85 ♦ *Р(ш)йЛК^0.Л* 5 должен быть отнесен к УУ^.

П р и м е ч а н и е — (Е\*. - с7\*). имеет обычно отрицательное зна~~чгхм~~е. поскольку эффективная

температура радиации неба ниже, чем окружающая воздушная температура. Чистая дтыноеопноеая радиация шыус 100 Вт/м2 будет соответствовать состоямо чистого неба, когда /, » 20 \*С и Г» \* 0 \*С.

* + 1. Определение эффективной теплоемкости
       1. Общие положения

Эффективная теплоемкость коллектора (С) и постоянная времени коллектора — важные параметры, которые определяют качество его переходного процесса. Коллектор можно рассматривать как комбина- цию масс, каждая при разлгчной температуре. Когда коллектор работает, каждая составляющая коллекто- ра по-разному отвечает на изменение в рабочих состояниях, таким образом полезно рассмотреть эффек- тивную теплоемкость для целого коллектора.

Определение с\* (см. формулу (37)) требует достаточно большого изменения *dtjdt.* Во время теста это может быть достигнуто только изменениями в уровне излучения, так как температура на входе неизмен- на из-за требований совместимости с испытанием согласно 6.1 и 6.2.

#### 47

ГОСТ Р 55617.2—2013

* + - 1. Методика

Эффективная теплоемкость, моделируемая как Cs и равная *С/А.* является обязательной частью моде- ли коллектора (уравнение (37)) и идентифицирована одновременно вместе со всеми другими параметрами коллектора.

Необходимо, чтобы во время испытания была обеспечена достаточная изменчивость в солнечном излучении для обеспечения наблюдения за изменениями теплоемкости. Во всех эмпирических данных до сих пор частично облачные условия вызывают достаточную изменчивость Л^/Лдля определения с5. Зна- чение *dtjdt* должно превышать ±0.005 К/с в течение частично облачного дня. Если изменчивость в сол- нечном излучении не произошла в течение во время испытания, то дополнительно к данным, используе- мым для идентификации, должен быть добавлен день проверки, тип 2. как описано 6.3.4.6.1 с частично

облачными условиями.

6.3.6 Коэффициент преобразования угла падения коллектора

Зависимость от угла падения коллектора (ММ), моделируемая как *К^(*в) для прямой радиации и как Км для рассеянной радиации (см. также 6.3.4.8.3. примечание 1). является обязательными частями кол- лекторной модели (уравнение (32)). Они идентифицированы одновременно вместе со всеми другими пара- метрами коллектора.

Основное моделирование зависимости от угла падения плосколластинных коллекторов должно быть выполнено, используя формулу

К ^ ( в ) \* 1 - Ь ь « 1 Л 5 0 в в 1 ) - 1 ) . (39)

Для тех коллекторов (например, вакуумироеамные трубчатые коллекторы и *СРС* коллекторы), для которых влияние углом падения не являются симметричными с направлением падения, необходимо изме- рить влияние угла падения от более, чем одного направления, чтобы полностью охарактеризовать зависи- мость от утла падения.

Сложная индивидуальная зависимость от угла падения может быть оценена, (учитывая, что это дол- жен быть продукт из отдельных зависимостей от угла падения. *К\*,* и К\*т для двух перпендикулярных симметричных плоскостей), при помощи формулы

##### (40)

Продольная плоскость (показатель *L)* расположена параллельно оптической оси коллектора и попе- речная плоскость (показатель Г) перпендикулярно оптическом оси. Углы 6L и 6Г— это проекции угла падения в на продольные и поперечные плоскости, соответственно.

Для корреляции между 6.6L и *ВТ,* необходимо использовать формулу

tg^e - tg2GL \* tg*2вТ.* < 4 1 >

Измеряя зависимость от угла падения в одной плоскости оптического несимметричного коллектора, угол падения в пределах другой плоскости должен быть неизменен к значению, где зависимость от угла падения не отличается больше, чем на 2 % от значения при вертикальном падении.

Для коллекторов с особой зависимостью от угла падения см. также примечание 6.3.4.8.1. должен быть оформлен как коллекторная постоянная.

Для общей информации также обратитесь к 6.1.7.

48

#### ГОСТ Р 55617.2—2013

Приложение А (обязательное)

Схемные решения для испытаний иа долговечность и надежность

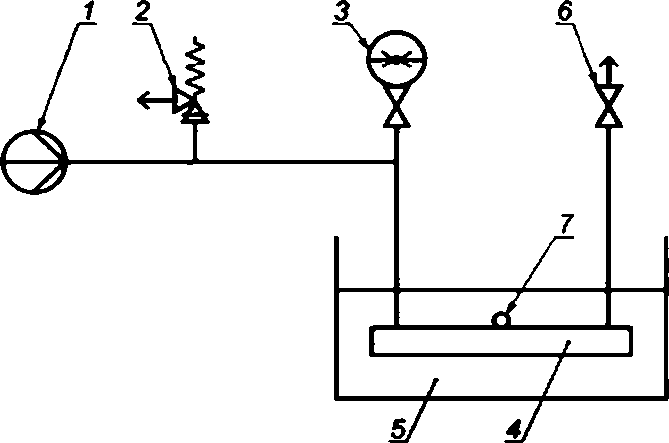


*} —* Источим гидравлического давления, *2* — Предохранитегъиый кпалам. 3 — Мано- метр. 4 — Трубопровод, аалочагамиый с накидной гайкой. 5 — Коллектор с неорганичес-

ким поглотителем, в — Воздушный выпускной клапан

Рисунок А.1 — Описание схемы для испыта-мя на внутреннее давление

неоргажческих поглотителей



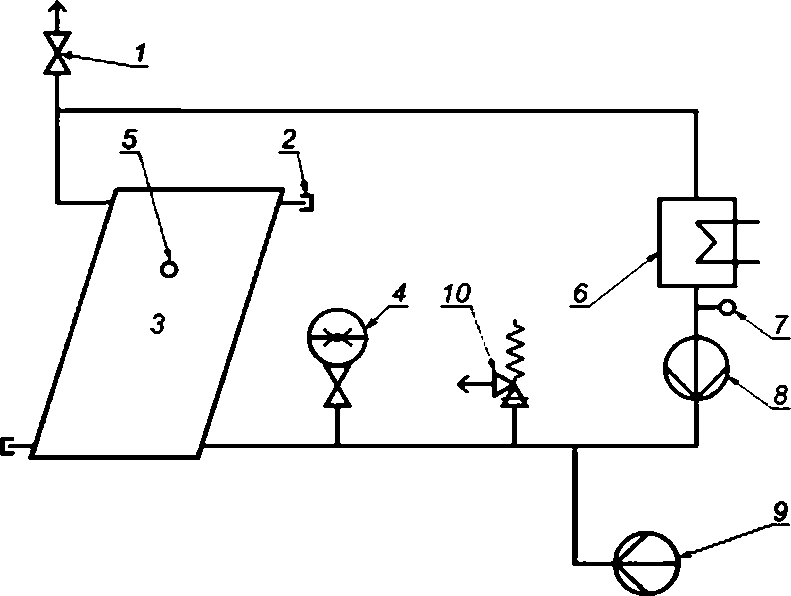
*Г*— Источде гидравлического или пневматического давления. *2* — Предохранительный клапан. *3* — Манометр, 4 — Оргамгческий поглотитель: S — банка с горячей водой, в — воздушный выпускной клапан (для гидравлического поглотителя). 7 — Температурный

датчик прикрепленный к поглотителю

Рисунок — Описание схв\*\*и для испытаны на внутреннее давление органических поглотителей для испогъэования в не остекленных коллекторах

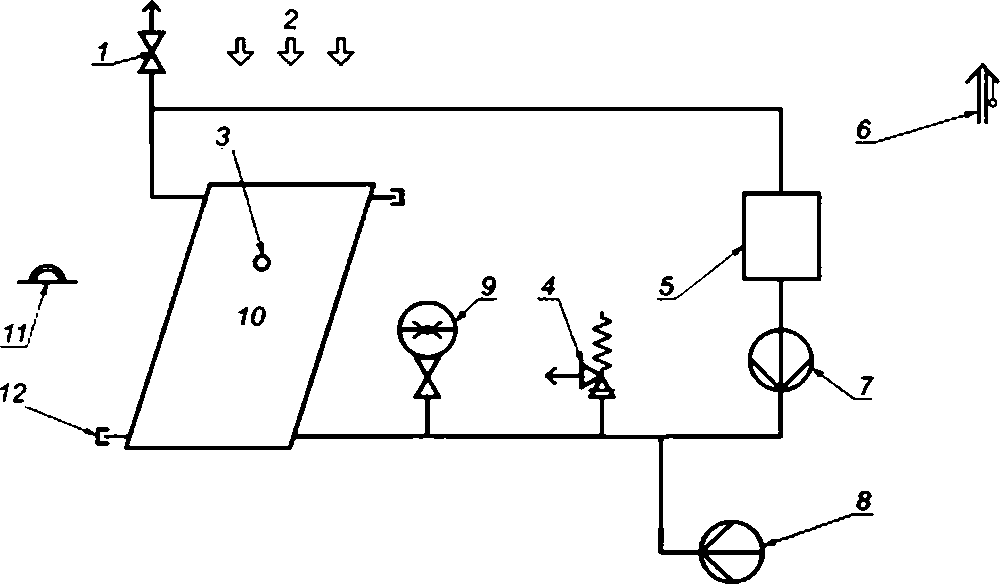
#### 49

ГОСТ Р 55617.2—2013



*1* — Воздуи~~чый~~ еыпуотои uun».2 — Трубопровод. аалечататый с накидной гаИсой. *3* — Коллектор с органичес~~ки~~м поглоти- тепам; 4 — Манометр. 5 — Температурн~~ы~~й ратрак, прикрепленный ( пот лоти тего. в — Горячий нефтяной источник; *7* — Температур~~ны~~й датчик. *9 —* Циркуляцномиьн) насос. 9 — Иста-—с гидравптческого давления. ТО — Пред~~охр~~анит~~отшы~~й клапан

Рисунок А.З — Описание схемы для испытания на a-tyrpeia~~ioo~~ давл~~стмо~~ оргэжнеских поглотителей для использования с ходкостями на основе масла (горячм источник масла)



Т — Воздушный выпускной клапан; *2* — Естественная или искусственна\* connewa\* радиация; *3* — Температурный датчик, прикреплений к поглотителю: 4 — Предохрани тел ышм клапан. 5 — Масляный источник; б — Датчик температуры окружаю-

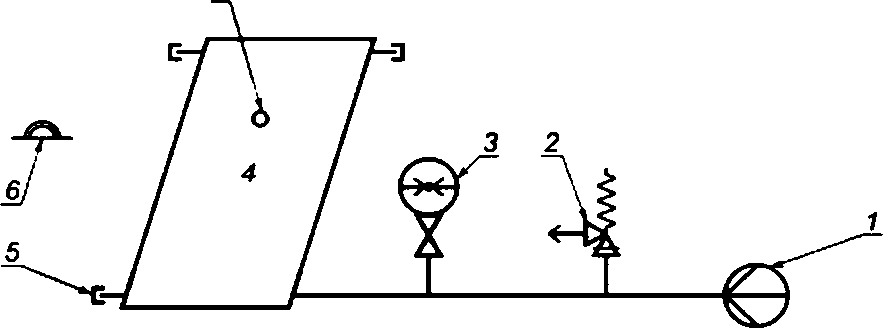
шея среды: *7* — Цирауляииошкмй насос: *9* — Исто «~~им~~ гиараагмческого давления. 9 — Манометр. ТО — Коллектор с орг»я«- ческим оогяотителеи; IT — Пиранометр на плооости коллектора, *12* — Трубоороаод. запечатанный с какидиоя гайкой

Рисунок А.4 — Описание схемы для испытания на шутрежее давление оргажнеских логлотитепей для использования с жидкостями на основе масла (тест в сотенном облу~~ча~~е~~м~~)

50

#### ГОСТ Р 55617.2—2013

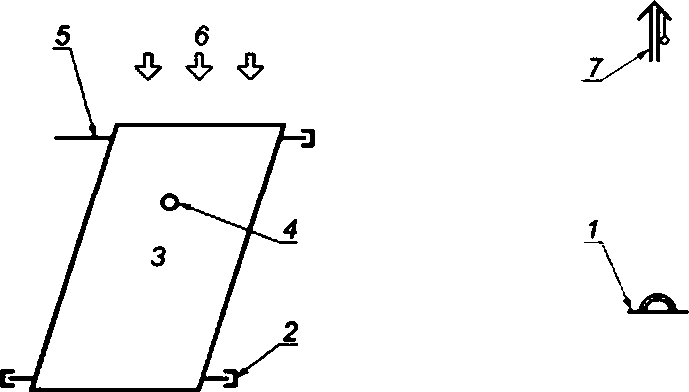
###### *I Ъ*

*8*

*1* — Истомин пневматического давлении. *2* — Предохранительный плавай. *3* — Манометр. *4* — Коллектор с органическим поглотителем. 5 — Трубопровод, мпочатаеиый с иакнднои гайкой. в — Пиранометр на плоскости коллектора; *7* — Есте~~ст~~вен- кый или искусственный солнечный радиатор. *6* — Температур~~ны~~й датчик, прикрепленный к еоглотитеяю: *9* — Дат-нп тейпе\*

ратуры окоунающей среды

Рисунок А.5 — Описание схемы для испытания на внутретее давление органических поглотителей (пневматический тест под сотенной радиацией)



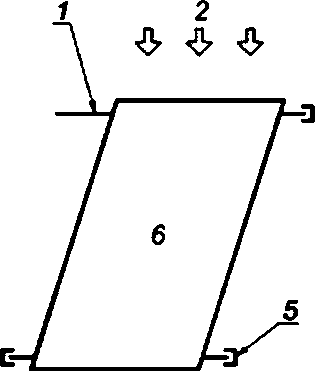
> — Пиранометр на плоскости коллектора. *2* — Трубопровод, запечатанный с накидной гааыой; *3* — Коллектор: *4* — Температурный датчик, прикреплеюкый к поглотителю. 5 —

Трубопровод, оставпекыый открытым, *в*— Естестастиюе или искусственное солнечное излучение, 7 — Датчик температуры окунающей среды

Рисунок А.6 — Огмсание схемы для испытания давлением воздуха высокой температуры (наружный ivw в искусственном источнике)

#### 51

ГОСТ Р 55617.2—2013

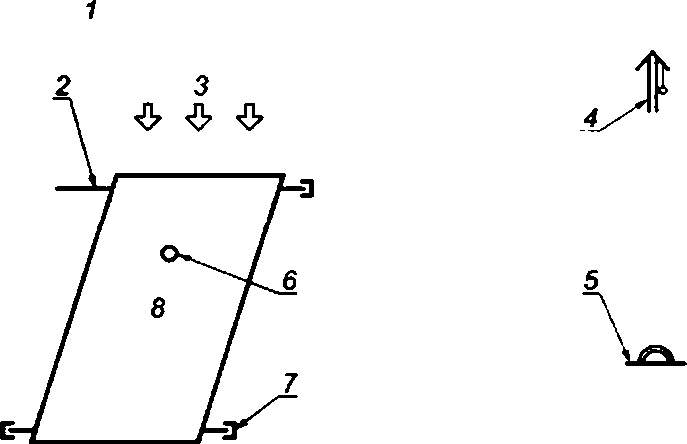


*1* —■ Трубопровод, оставленный отбытый . *2* — Солнечная радиация. 3 — Датчик темпе- ратурм окружавшей среды. *4* — ГЫранометр на плоскости коллектора, 5 — Трубопровод,

запечатанный с накидном гайкой, б — Коллектор

Рисунок А.7 — Описание схеаы для испытания на воздействие атмосферных

условий



I — водные брызги на всех сторонах. *2* — Трубопровод, оставленный открытый:

*3* — Естественная итм искусственная сосмечмая радиация. *4* — Дат\мк температуры окружавшей среды. S — Пиранометр на плоскости коллектора, в — Температурным дат-

■як». прикрепленный к поглотителю; 7 — Трубопровод, запечататый с накидной тайкой:

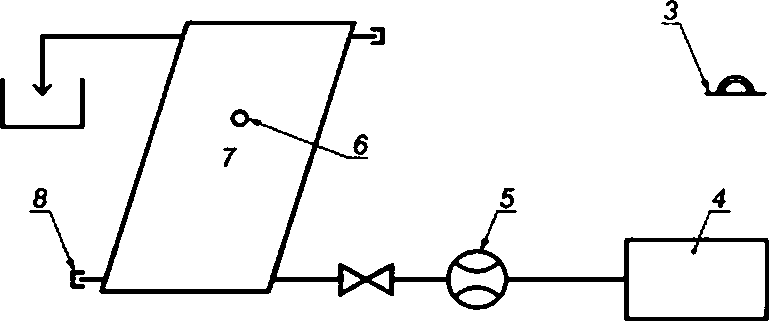
*в*— Коллектор

Рисунок АЛ — Огмсание схемы для испытают на внешний тестовой удар

52

Ф *Ъ J*

#### ГОСТ Р 55617.2—2013



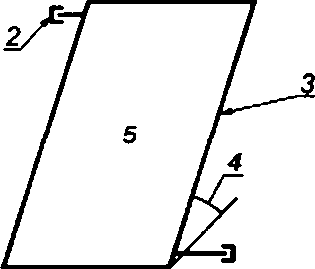
*t* — Естественная или искусственная со точная радиация. *2* — Датчик температура окружавшей среды. *3* — {Ътраиометр на

плоскости коллектора. *4 —* Истоми\* жидкости теплоносителя. S — Расходомер, 6 — Температурный датчик.

к поглотителю: *7 —* Коллектор. *8* — Трубопровод, запечатай»\*\*\* с накидном гайкой

Рисунок А.9 — Описание c\*ettet для испытания на внутренний тепловой удар

*1*



*1* — водные брыжи на асек сторонах. *2* — Трубопровод, запечатанный с

накидной гамом. *3* — Нижняя сторона коллектора, замешенная для кол- лекторов. разработанных для интеграции а конструкцию крыши; *4 —* Угол

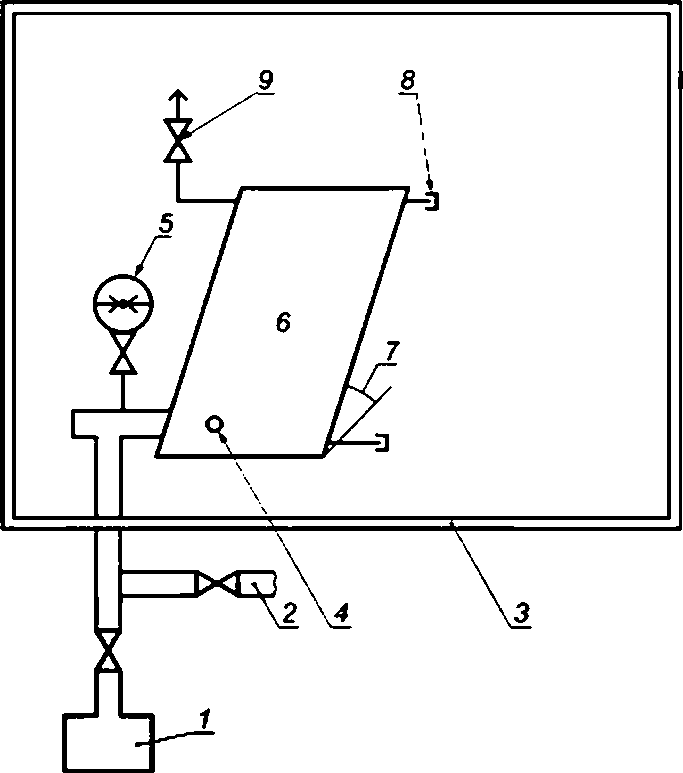
наклона. 5 — Коллектор

Рисунок А.10 — Описаете схекм для испытания на проникновение дождя

прикреплений

53

#### ГОСТ Р 55617.2—2013

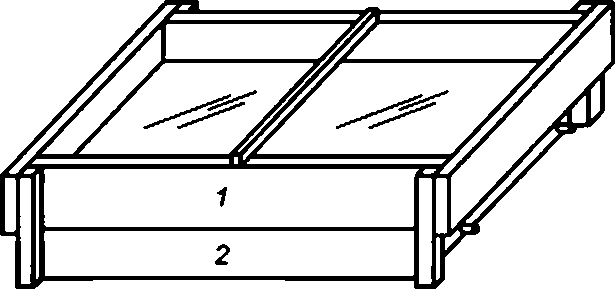


*1* — водный источи»\*. *2* — Дренаж (тольво для устройств с водоотводом): *3* — Камера термоциклмроеалия. *4* ~ Температурный датчик. 5 — Манометр. 6 — Коллектор.

*? —* Угол наклона: в — Трубопровод, да пе~~ча~~танный с накидном гайкой. *9* — Воздушный

выпускном клапан

Рисунок А.11 — Описание схемы для испытания на морозостойкость

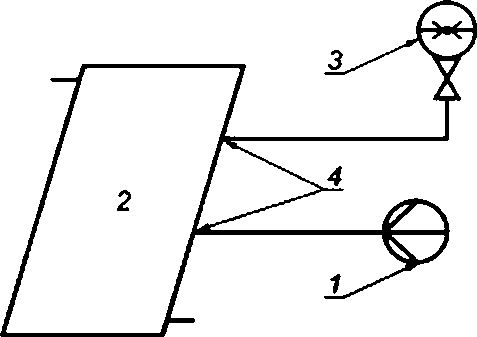


J — Деревянный корпус для гравия. *2* — Коллектор

Рисунок А.12 — Описание схемы для испыт»«й механической нагрузкой (положительное давление на поверхность коллектора)

54

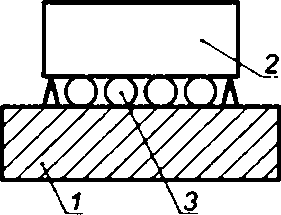
#### ГОСТ Р 55617.2—2013



Г — Источник с—амаги~~че~~ского давления: *2* — Коллектор. *3 —* М\*»метр;

*4* — Отверстия • зазоре между покрытием коллектора и поглотителем

Рисунок А.13— Описатмо схваш для испытаний механической нагрузкой (отрицательное давление на крепления иежду покры- тием и коробом коллектора)



Т — Жесткая поддержка. *2* — Коллектор. *3* — Воа-

*душные*паоушш. чтоб\* применить давление

Рисунок А.14 — Описание схеъы для иаыта- ний механической нагрузкой (отрицательное

давление на опору коллектора)

55

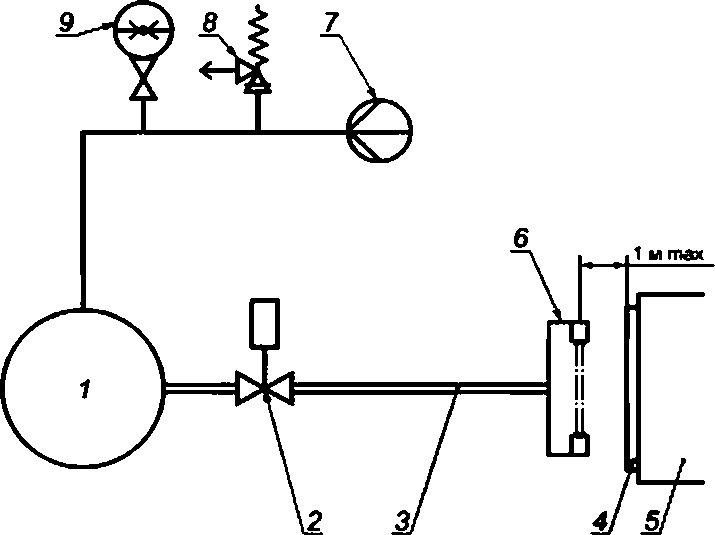
#### ГОСТ Р 55617.2—2013

*1 2*

*1* — Альтернатам А (стальной шар. падающий вертикально); 2 — Альтернатива в (маятник). *3* — Жестка\* рама.

*4 —* Коллектор. 5 — Стальной шар; в — Стальной шар; *7*— Коллектор; *Ш*— Маяттни. 9 — Жесткая рама

Рисунок A.1S — Опи~~сано~~ схемы для исгытания на ударостойкость с использованием стальных шаров



1 — Резервуар. 2 — Соленоидальиый богмшой клапан, быстрое открытие: 3 — Бочонок. 4 — Коллектор; 5 — Жесткая рама, в — Фотоэлектрическая система измерения скорости. 7 — Источник пневматического

давления, в — Предохранительный клапан; 9 — Манометр

Рисунок А.16 — Описашо схемы для испытания на ударостойкость с использованием ледяных шаров

56

#### ГОСТ Р 55617.2—2013

Приложение В (обязательное)

Форма протокола испытаний на долговечность и надежность

Идентификация коллектора Изготовитель:

Фирменный знак.

Тип коллектора: НеостекгенныйОстекленный'Вакууиный Гад вьлуска:

Серийный номер:

Номер графического документа №

| Идентификационный номер коллектора №: ........................................ В.1 Отчет о программе испытаний и сводка главных результатов

Все существенные повреждения коллектора, вклкмая проникновение дождя, должш указываться в Табгм- це В.1. Подробные детали следует указать в ичоивидуагъных гмстах резутътатое испытаю».

Таблица В.1

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Испытание | | Дата | | Краткое изложение основных результатов |
|  | | Начало | Окончание |  |
| Внутропюо давление | |  |  |  |
| Жаростойкость | |  |  |  |
| Воздействие атмосферных условии | |  |  |  |
| Внешний тепловой УДар | Первый |  |  |  |
| Второй |  |  |  |
| внутренний тепло- вой удар | Первый |  |  |  |
| Второй |  |  |  |
| Проникновение дождя | |  |  |  |
| Морозостойкость | |  |  |  |
| Механическая нагрузка | |  |  |  |
| Теплолроизводительность | |  |  |  |
| Ударопрочность | |  |  |  |
| Заключительная проверка | |  |  |  |

Замечания:

Идентификационный номер коллектора N0: ...................................... В.2 Тест на внутреннее давление в неорганических поглотителях

Примечание — См. В.З для теста на внутр~~опюо~~ давление для поглотителей, сделанных из органичес- ких материалов.

57

#### ГОСТ Р 55617.2—2013

8.2.1 Технические детали коллектора В.2.1.1: Тип коллектора

* Остекленшй
* Неостекленмый

*В2.12.*Максимальное рабочее давление коллектора, определенное изготовителем: кПа В .2.2 Условия проведения испытаний

Тестовая температура:.......................................................................... .............................................\*С

Тестовое давление:.......................................... ................................................................................ кПа

Продолжитв№ность испытания: ...................................................... ................................................. минут

В .2.3 Результаты испытаний

Следует указать подробную информацию о любых наблюдаемых или измеренных утенках. вздутиях игы деформациях и любой из неисправностей, олределеншх как «серьезная неисправность»

#### 58

ГОСТ Р 55617.2—2013

Идентификационный номер коллектора N&: ......................................

В.З Тест на внутреннее давление е поглотителях сделанных из органических материалов

Примечание — См. В.2 для теста на внутреннее давление для поглотителей, сделанных из неоргамн чесхих материалов.

* + 1. Технические детали коллектора В.3.1.1 Тип коллектора
* Остекленшй
* Неостекленный
  + - 1. Максимальное рабочее давление коллектора, определенное изготовителем: кЛа
      2. Расчетная равновесная температура коллектора: \*С Следует представить подробше сведения о расчете, указывая используемые входные данные (соедините

отдегъную страницу *в*случае необходимости).

* + 1. Условия испытаний

В.3.2.1 Жидкость, использовавшаяся для давления на поглотитель: о Масло

* Воздух
* Другое (указать):

В.3.2.2 Метод. использовавшийся для нагрева поглотителя:

* Водная ванна
* Нагреватель в жидком контуре
* Естественная солне'мая радиация
* Искусственная солнечная радиация

В.3-2.3 Измеренная тестовая температура поглотителя: \*С

В.3.2.4 Окончательное тестовое давление: idle

8.3.2.5 Продолжительность теста при окончательном тестовом давлении: шн.

59

#### ГОСТ Р 55617.2—2013

Идентификационный номер коллектора N9: В.3.2.6

|  |  |
| --- | --- |
| Промежуточное тестовое давление.  хПа | Продолжительность теста при каждом промежуточном давлении.  IMM. |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

В.3.2.7 Для поглотигтеля. проверенного под радиацией

Угол наклона коллектора (е градусах от горизонтального положения):

Средняя радиация в течете ислытатя: ......................... ....................................................Вт/м,‘

Средняя температура окружающей среды в течение испытания: ................................. \_..\*С Средняя скорость ветра в течение испытания:..................................................................

В.3.3 Результаты испытаний

Следует указать подробную информацию о любых наблюдаемых игы измеренных утечках, вздутиях ww деформациях, и любой из неисправностей, олределемшх как «серьезная неисправность»

60

#### ГОСТ Р 55617.2—2013

Идентификационный номер коллектора N&: ...................................... В.4 Испытание на жаростойкость

В.4.1 Метод, использующийся для нагрева коллектора

□ Испытание на открытом воздухе

o В искусственном солпоиюм источюесв В.4.2 Условия проведения испытаний

В .4.2.1 Общие положения

Угол наклона коллектора {а градусах от горизонтального положения):

Средняя радиация в течение испытаем............................................................................... Вт/м2

Средняя температура окружающего воздуха: ...................................................................... "С

Средняя асорость воздушного потока:................................................................................. м/с

Средняя температура поглотителя: .................................................................................... \*С

Продолжительность испытают: .......................................................................................... мин.

В.4 2.2 Дополнительная информация, требуемая в случае испытания вакуумного трубчатого коллектора Температуре коллектора была измерена в месте, указанном ниже:

В.4.2.3 Дополнительная информация, необходимая при использовании специальной жидкости для измерения температуры поглотителя (как описано в 5.3.2. примечание 2)

Поглотитель был частично заполнен.............................. и среднее давление было.................. Па. которое соответствует средней температуре поглотителя, дачое в Б.4.2.1.

8.4.3 Результаты испытаний

Следует указать подробную информации о любых наблюдаемых или измеренных деградациях деформа- циях усадки или дегазации и любой из неисправностей, определенных как ’серьезная не~~испр~~авность\*

#### 61

ГОСТ Р 55617.2—2013

Идентификационный номер коллектора N&: ...................................... В.5 Испытание на воздействие атмосферных условий

В.5.1 Условия проведения испытания

Угол наклона коллектора (в градусах от горизонтального положения);

В таблицах В.2 и Б.З должна быть представлена подробная информация о климатических условиях в тече- те всех дней во время испытания, эслючая:

* ежедневная суммарная радиация *Н*(М0ж/м3);
* периоды, когда суммарная радиация 6 и температура Офужэющего воздуха *ta* имеет значения выше тех. которые определены в табгькде 4;
* температура окружающего воздуха. Г, (\*ЗД
* дождь (мм).

В.5-2 Результаты испытаний

Контроль должен быть произведен согласно В.5.5. Должны быть даны полное описание и оцоиз любых проблем нгы наблюдаемых неисправностей, включая побую из неисправностей. опредепемшх как «серьезная неисправность», вместе с соответствующими фотографиями.

#### 62

ГОСТ Р 55617.2—2013

Идентификационный номер коллектора №;........................................

8.5.3 Климатические условия в течение всех дней испытания Таблица В.2

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Дата | *Н.*  МДж/м2 | \*с | Дождь мм | Дата | *К*  МДж/м2 | V  \*С | Дождь мм |
|  |  |  |  |  |  |  |  |

Итого:................................ дней, в которые *Н >*..........................МДяи\*м2

#### 63

ГОСТ Р 55617.2—2013

Идентификационный номер коллектора *Ш:*.......................................

В.5.4 Периоды времеюи, в которых радиация и температура окружающего воздуха имеют значения вьаие

указанных в таблице 4 Таблица В.З

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Дата | G.  Вт/ы3 | •с | Периоды времени мин. |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
| Итого: | | |  |

64

#### ГОСТ Р 55617.2—2013

Идентификзциотый номер коллектора N9: ......................................... В.5.5 Результаты проверки

Необходимо оцетгь каждую потенциальную проблему согласно следующей ижапе:

1. — Нет проблем
2. — Незначительная проблема
3. — Серьезная проблема

\* — Оценить состоите невозможно

|  |  |
| --- | --- |
| Составляющею коллектора  а) Коллектор коробса/крележ | Потенциальная проблема Оценка  Растрескивание деформирование/коррозия/пронисновение дождя |
| б) Креплетя/конструкция | Прочность/беэоласность |
| в) Изолирующий слой/уплолете | Растрескивание /слипа! *шло/*эластичность |
| г) Покрытие/отражэтель | Трещжы/перекашиванме/деформирование |
| д) Покрытие поглотителя | делаыинаци я/дегазация  Растрескивание /трещит (на эмалиУаэдутие |
| Трубки поглотителя | деформация/корроэия/протечка/потеря соединетя |
| Крелпетя поглотителя | Дефорыация/коррозия |
| е) Изоляция | Задержка воды/двгазация1’деградация |

65

#### ГОСТ Р 55617.2—2013

Идентификационный номер коллектора Не:.............................................

В.6 Ислытакече из внешний тепловой удар: В.6.1 Условия проведения испытания

8.6.1.1 Общие положения Испытание выпотело:

а На открытом воздухе о В искусственном оолне\*\*ем источнмя радиации

Испытание обьедмчлось с испытанием на воздействие атмосферных условий: о Да п Нет

Испытание обьедиючлось с испытанием на жаростойкость:

o Да а Нет

Угол наклона коллектора (в градусах от горизонтального лоложечечя): \* Средняя радиация в течение испытэмчя............................................................................. Вт/м2

ЬЬыимальная радиация а течение испытания:.................................................................... Вт/м2

Средняя температура окружающего воздуха:.............................................................. ....... \*С

Мтимзтъная температура окружающего воздуха:................................................................. 'С Период времени, в течение которого поддерживались необходимые рабочие условия

до испытания на ~~ою~~шний тепловой удар:.............................................................................минут

Сюросгь потока разбрызгиваемой воды:............................................................................. кг / (с-м2)

Температура разбрызгиваемой воды:................................................................................ ®С

Продолжительность разбрызгивания воды: ..................................................................... .. минут Температура поглотителя непосредственно перед разбрызгиванием воды: ... \*С

В.6.1.2 Дополнительная информация, требуемая, если тестировался вакуумный трубчатый коллектор Температура коллектора была измерена в месте, указанном ниже:

8.6.1.3 Дололмггельнзя информация, требуемая, если температура поглотителя была измерена, используя специальную жидкость (как описано е 5.5.2. примечание 2)

Поглотитель был частито запотей........................и среднее давление было.................. Па.

которое соответствует температуре поглотителя, указанной в В.6.1.1. В.6.2 Результаты испытаний

Дайте подробную информацию о любых растрескиваниях, искажеючях. конденсации, водного проникнове-

ния. разгерметизации или лобой из неисправностей, определенных как «серьезная неисправность\*



66

#### ГОСТ Р 55617.2—2013

Идентификационный номер коллектора №:....................................... В.7 Испытание на внутре~~н~~ний тепловом удар:

В.7.1 Условия проведения испытания

* + - 1. Общие положения Тест аьюолнен:
         * На открытом воздухе о В искусственном оолне\*\*ем источнмя радиации

Испытание обьедж-млось с испытанием на воздействие атмосферных условий: о Да п Нет

Испытание обьедимнлось с испытанием на жаростойкость:

* + - * + Да а Нет

Иол наклона коллектора (в градусах от горизонтального положения): \* Средняя радиация в течение испытэмчя.......................................................................................... Вт/м2

Минимальная радиация а течение испытания:................................................................................. Вт/м2

Средняя температура окружающего воздуха:............................................................................... ... \*С

Мыимагьная температура окружающего воздуха:............................................................ ................ \*С Период времени, в течение которого поддерживались необходимые рабочие условия

до испытания на внутренний тепловой удар: .............................. ............................................... .... минут

Расход жидкости теплоносителя:...................................................................... .............................. кг / (е-м2)

Температура жидкости теплоносителя:............................................................................................ \*С

Продолжительность циркупядии теплоносителя: .......................................................................... .. минут Температуре поглотителя н~~еп~~осредственно перед циркуляцией теплоносителя: .............................. “С

* + - 1. Дололмнтельмая информация, требуемая, если тест~~и~~ровался вакуумный трубчатый коллектор Температура коллектора была измерена в месте, показанном них»:

В.7.1.3 Дополнительная информация, необходимая при использовании специальной жидкости для измерения температуры поглотителя (как описано в 5.6.2, примечание 2)

Поглотитель был частично заполнен................... и среднее давлеюне было.................... Па.

которое соответствует температуре поглотителя, данной в Б.7,1.1. В.7.2 Результаты испытаний

Следует указать подробную «ыформащио о любых растрескиваниях, исхажвниях. конденсацмн. водного

проникновения, разгерметизации нгы любой из неисправностей, определенной как «серьезная неисправ- ность»

67

#### ГОСТ Р 55617.2—2013

Идентификационный номер коллектора N&: ...................................... В.8 Испытание на проникновение дождя

В.8.1 Условия проведения испытания

8.8.1.1 Монтаж коллект~~о~~ра Коллектор закреплен на:

* Открыть\* каркас
* Искусственная крыша

Угол наклона коллектора (е градусах от горизонтального положения): \* В.8.1.2 Метод, используемый для поддержания поглотителя е нагретом состоянии:

* Циркуляция горячей воды
* Нагрев коллектора посредством солнечной радиацт В.8.1 Л Разбрызгивание воды

Расход разбрызгивания воды: кг/(см2)

Продолжительность разбрызгивания воды: часы

8.8.2 Результаты испытаний

Область с видимым признаком водного проникновения (выраженная е процентах от площади апертуры):.......... %

Следует указать подробную информацюо о водном проникновении, сообщая о местах, где вода проникала

и времени, необходимом для исчезновения признака водного проникновения.

Следует указать подробную информацию о любой неисправности, определенной как «серьезная неисп- равность»

#### бв

ГОСТ Р 55617.2—2013

Идентификационный номер коллектора №:............................................ .

В.9 Испытание на морозостойкость В.9.1 Тип коллектора

□ Морозостойкий, когда заполнен водой о Водоотвод

Б.9.2 Условия проведения испытания

Б.9.2.1 Угол наклона коллектора е течение испытания (градусы от горизонтального):

В.9-2.2 Детали циклов замораживания/оттзяния

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| N# цикла замораживания/ таяния | Условия замораживания | | Условия оттаян ия | |
| Температура испытания  •с | Продолжительность  мтут | Температура испытания4  X | Продолжительность  минут |
| 1 |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |

“ Для морозоустойчивых коллекторов это температура состояния содержимого коллектора, то есть вода. лед. Для коллекторов с водоотводом — температура, измеренная внутри поглотителя близко к входному отверстию.

8.9.2Л Скорость охлаждения опоры:................................................................К/ч

В.9.2.4 Скорость нагрева камеры:................................................................... Х/ч

В.9.3 Результаты испытаний

Следует указать подробную информацию о любой утечке, поломке, искаженмг. деформации гвобых неисп- равностей. определенных как «серьезная неисправность»

69

#### ГОСТ Р 55617.2—2013

Идентификационный номер коллектора Не:.............................................

В.10 Испытание на механическую нагрузку

В.10.1 Испытание на положительное давление на поверхность коллектора В.10.1.1 Метод используемый для создания давления:

* Нагрузка с гравием или подобным материалом
* Нагрузка с водой о Присоски
* Повышение давления на поверхность ютлектора В.10.1.2 Условия проведения испытания

Максимальная нагрузка давле~~но~~м: Па

В.10.1.3 Результаты испытанюк

Следует указать подробную информацюо олюбом повреждении покрытия коллектора после испытания, указывая значение давления нагрузт. которое вызвало повреждение, и любые неисправности, определение как «серьезная неисправность»

В.10.2 Испытание на отрицательное давление между покрытием и коробом кол~~л~~ек~~то~~ра В.10.2.1 Метод используемый для создания давления:

* Присоски □ Повышение давления на короб коллектора

В.10.2.2 Условия проведения испытания

Максимальная нагрузка давлетем: Па

8.102.3 Результаты испытаню\*

Следует указать подробную информацюо олюбом повреждении покрытия коллектора и его креплений после испытания, указьвая жэчение давления нагрузки, которое вызвало повреждение, и тьобые неисправнос- ти. определенные как «серьезная неисправность»

70

#### ГОСТ Р 55617.2—2013

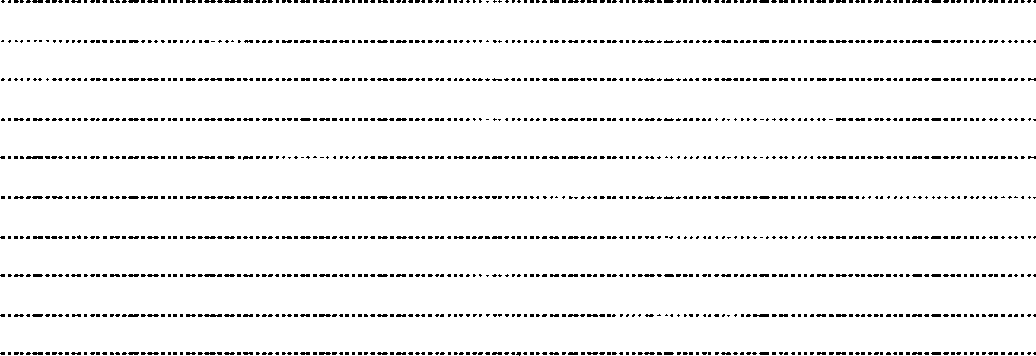
Идентификационный номер коллектора №:............................................ . В.10.3 Испытание на отрицательное давление опоры коллектора В.10.3.1 Метод, используемый для применения давления:

* Присоски а Воздуил-fete подуши В.10.3.2 Условия проведения испытания

Максимальная нагрузка давле»мем: Па

В.10.3.3 Результаты испытаний

Следует указать подробную тформацюо олюбом повреждении монтажных креплений коллектора и точек крепления после испытания, указывая значение давления нагрузки, которое вызвало поереждеьме. и любые неисправности, определение как «серьезная неисправность»



71

#### ГОСТ Р 55617.2—2013

Идентификационный номер коллектора Не:............................................. В.11 Испытание на ударостойкость (с использованием стальных шаров) В.11.1 Условия проведения испытания

Диаметр шара:

Масса шара:

Тест выпогыен. используя:

* Вертикальный удар (падающий шар)
* Горизонтальный удар (маятник) В.11*2.*Процедура испытания

|  |  |
| --- | --- |
| Высота падения, м | № падения |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

В.11.3 Результаты испытаний

Следует указать подробную информацию о любых повреждениях коллектора и любых неисправностях, определенных как «серьезная неисправность»

72

#### ГОСТ Р 55617.2—2013

Идентификационный номер коллектора №:............................................ . В.12 Испытание на ударостойкость (с использованием ледяных шаров) В.12.1 Условия проведения испытаний

Диаметр шара:................. \_..................................................................... мм

Масса шара:............................................................................................ г

С~~ко~~рость шара:........................................................................................ м\с

*QA2J2*Процедура испытаний Номер удара:

В.12.3 Результаты испытаний

Следует указать подробную информацию о любых повреждениях коллектора и любых неисправностях, определение кая «серьезная неисправность»

#### ГОСТ Р 55617.2—2013

Идентификационный номер коллектора №:....................................... В.13 Результаты заключительной проверки

Оцените каждую потенциагъную проблему согласно слаоующей шкале:

* 1. — Нет пробоем
  2. — Требооаыя по отдельным испытаниям не выполнены 2 — Требования испытэтй не выпоте~~ют~~
  + — Установить состояние невозможно

Составляющая коллектора Потенциальная проблема

|  |  |
| --- | --- |
| а) Коллектор коробса/крележ | Оценка  Растрескивание деформирование/коррозия/пронисновение дождя |
| б) Креплемся/конструкция | Прочность/беэоласность |
| в) Изолирующий слой/уплотнеюге | Растрескивание /слипа! *шло/*эластичность |
| г) Покрытив/отражэтель | Трещжы/пврекашивание/деформнрование |
| д) Покрытие поглотителя | деламинаци я/дегазация  Растрескивание /трещит (на эмапиУвэдутие |
| Трубки поглотителя | дефорыацияЛифроаня/протечка/потеря соединеьмя |
| Крепления поглотителя | Деформа ция/коррозия |
| е) Изоляция | Задержка воды/двгазация/деградация |

74

#### ГОСТ Р 55617.2—2013

Приложение С (обязательное)

Равновесная температура жидкостных коллекторов

С.1 Общие положения

Настоящее лриложемне предоставляет метод для вычисления равновесной температуры коллектора, то есть температуры коллектора во время периоде» с высокой солнечной радиацией и температурой окружав- шей среда. при отсутствии полезного теплоотвода от коллектора.

Равновесная температура должна быть определена для выбранной солнечей радиэсми 6, и выбрачной температуры окружающей среды

Расчетная равновесная температура используется для определения температуры тест~~а~~ для:

* испытания ьа внутреннее давление для органических поглотителей (см. 5.2.2);

- иотытания на жаростойкость, используя контур с горячей жидкостью (см. 5.3)1

С.2 Определение равновесной температуры

Равновесная температура для выбранных значений солнечной радиации Gs и температуры окружав- шей среды 4\* вычисляется методом экстраполяции от измеренных в установившемся режиме значений:

* солнечной радиации От (естественная иш искусственная) на плоскости коллектора:
* температура окружающего воздуха tam:
* температура поглотителя i^,.

В го время, как коллектор располагается под воздействием солнечной радиацчн и окружающей температу- ры (на открытом воздухе, или в искусственном солнечном источнике) при установившихся условиях без тепло- отвода от коллектора (условия отсутствия циркулнщии).

Выражение для определения равновесной температуры для выбранных параметров (G6 и ^)

— fa + ) ■ (С.1)

Дачное выражение основано на приближении, что отношение ((^ - *t^)/G„*остается постоянным в устано- вившемся режиме работы коллектора.

Это приближение приемлемо, только если уровень радиации *G^.*используемый в течение испытания, находится в пределах 10 % от значения радиации, определенной для условий равновесия G,.

75

#### ГОСТ Р 55617.2—2013

Приложение О (обязательное)

Отчет о выполнении испытаний производительности для остекленных солнечных коллекторов

* 1. Общие положения Идентификадоонный номер коллектора ffe: Испытания выполнены:

Адрес:

Дата. Телефон. Факс.

* 1. Описание солнечного коллектора Наименование изготовителя:

Фирменный знак: Серийный номер: Тип коллектора: Остекленный^Вакууътм

Год выпуска: Диапазон расхода: Рабочее давление:

Равновесная температура при 1000 Вт/м2 и температуре окружающей 30 ’С: Монтаж коллектора:

Коллектор:

Тип:

Плосхий/вакуумный/нижеагмосферный Общая площадь:

Площадь апертуры: Площадь поглотителя: Размеры коллектора

Номер графического документа N9:

Я"/С

хПа

\*С

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Дтма: | мм | Площадь поглотителя: | м |
| Ширина: | Ml | Площадь апертуры: | м |
| Высота: | мм | Общая плошаем | м |

Вес пустого коллекторе:

Содержание жидкости:

Число покрытий:

Материалы покрытия:

Юпцина покрытия:

Коэффициент пропусками покрытия: Поглотитель:

Материал:

Ширина плэспмы:

Топцина пластины:

Коэффициент поглощения сс

Коэффициент попусферичеосого излу~~ки~~ м~~л~~ с: Обработка поверхности:

Тип коне трупам.

Число труб:

Диаметр грубы или размеры.

Расстояние между трубами:

Размеры:

Тепловая изоляция и обшивка: Топцина тепловой изоляции: Материал изоляции: Материал обшивки: Герметизирующий материал: Ограничения:

Максимальная рабочая температура: Максимальное рабочее давл~~ен~~и~~ю~~: Другие ограничения:

Фотография коллектора

76

#### ГОСТ Р 55617.2—2013

Комментарии к конструкции коллектора: Принципиальная схема монтажа коллектора Принципиальная схема испытательного контура

Теплоноситель. вода/ыэсло/другой

Допотнительно (лобаст и Т. д.):

Альтернативные приемлемые жидкости для теплоносителя:

D.3 Результаты испытаний

Теплопроизвооительмость была проверена на основе методов испытаний:

* 6.1 На отфытом воздухе — Установившейся метод

На открытом воздухе Широта:

Долгота:

* 6.2 Внутри помещения — Установившейся метод

Внутри помещения

средняя солнечная радиация: тип ламп:

* 6.3 На открытом воздухе — Квазидипанический метод

Азимут коллектора:

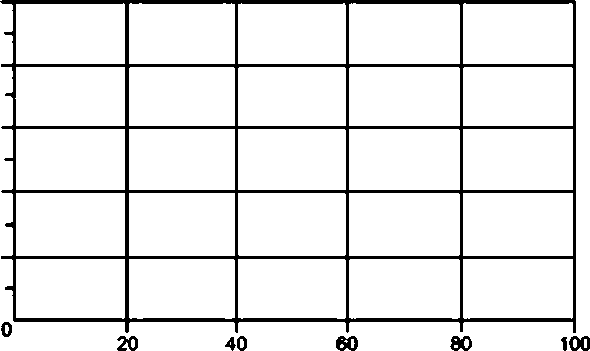
Угол наклона коллектора:

эфанировка длинноволновой радиаиюс да нет

Ориентация трубок поглотителя в течете испыттия (горизонтальная или вертикальная):

Плсоеая мощность (G = 1000 Вт/м2} на единицу коллектора: Wpejh Выходная мощность на единицу коллектора (Вт):

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Радиация | | | |
| *тт-тл.* К | 400 Вт/м2 | 700 Вт/м2 | 1000 ВтЛ\*2 |
| 10 |  |  |  |
| 30 |  |  |  |
| 50 |  |  |  |
| Примечание — | Получение значения применимы для вертмсального падения излучения. | | |

10000

8000

6000

## *1*

4000

2000

### 2

*) —* Выходка\* мощность на едииыцу коллектора. Вт. 2 — (fm - \*,). К

Рисунок 0.1 — Выходная мощность на единицу коллектора (для G = 1000 Вт/м2}

Мгновенная кривая КПД, построенная на основании площади (пот летите л ь/апертура) и средней температуры жидкости теплоносителя.

Расчетная площадь: область поглотителя Ад Расчетная площадь: площадь апертуры *Ал* Площадь поглотителя, используемая для кривой в м2:

Площадь апертуры, используемая для гривой а м2:

77

#### ГОСТ Р 55617.2—2013

мгновенный КПД определяется как:

Q

Па *AtG-* (D.1)



Расход жидкости, используемый для исгытания: Общая площадь коллектора:

Второй порядок, пригодный к данным:

\*1» — Лев— вдв! q I — Эгв®1 *q* I •

\_ .. \_ *(t m -\*А .* -U\*

кг/с м2

(D.2)

(□Л)

(D.4)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Основанный на площади поглотителя | | Стандартное отклонение | Основанный на площади апертуры | | Стандартное отклонение |
| Под |  |  | По\* |  |  |
| в,А |  |  | «и |  |  |
| \*2в |  |  | а2« |  |  |
| В случае 6.3 резугътаты испытаний согласно Приложению К должны быть присоединены к этому документу. | | | | | |

Постоянная времени

с Эффективная теплоемкость С= JK\*1

Определение:

Расчет:

В закрытом помещены\*:

На открытом воздухе:

Коэффициент преобразования угла падения Угол:

Наблюдаемые неисправности

Необходимо указать подробную информацию о побых ~~неи~~справностях, определенных как «серьезная не- исправность»

Доставка образца:

Начало теста:

Окончание тест~~а~~:

Исгытатегыый институт............................. Дата........................................

78

#### ГОСТ Р 55617.2—2013

ПриложениеЕ (обязательное)

Отчет о выполнении испытаний производительности для иеостеклеиных солнечных коллекторов

Е.1 Общие положения Идентификационный номер коллектора №: Испытания выполнены:

Адрес:

Дата. Телефон. Факс:

Е.2 Описание солнечного коллектора Наименование изготовителя:

Фирменный знак: Серийный номер:

Тип коллектора: ОстекленныйгВакуумжм Номер графического документа №:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Год выпуска:  Диапазон расхода: |  | кг/с |
| Рабстве давление: |  | кПа |
| Равновесная температура при 1000 Вт/ы2 и температуре окружающей среды 30 | \*С: | \*С |
| Монтаж коллектора: |  | |
| Коллектор: |
| Имя типа: |
| Плоашй/вахуумный/жжеатмосферный |
| Общая площадь: Площадь апертуры: |
| Площадь поглотителя: Размеры коллектора |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Длина: | мм | Плошадь поглотителя: | м |
| Ширина: | мм | Площадь апертуры: | м |
| Высота: | мм | Общая площадь: | м |

Вес пустого коллектора:

Содержание жидкости:

Пог~~л~~отит~~е~~ль:

Материал:

Ширжа ппэстжы:

Тогацина пластины:

Коэффициент поглощения о:

Коэффициент полусферического излучемя *с:* Обработка поверхности:

Тип coHcrpynaw:

Число труб:

Диаметр трубы или размеры:

Расстояние между трубами:

Размеры:

Ограничения:

Максимальная рабочая температура: Максимальное рабочее давление при 45 \*С:

Максимальное рабочее давлеже при мэксимагъной температуре эксплуатации:

Другие ограничения:

Фотография коллектора

Комментарии к конструкции коллектора: Принципиальная схема монтажа коллектора Мгновенный КПД:

Теплоноситель: водаДиэспо/другой Допогмитепьно (добавки и т. д.):

Альтернативные приемлемые жидкости для теплоносителя:

79

#### ГОСТ Р 55617.2—2013

Е.З Результаты испытаний

Теллопроизвоаительность была проверена на основе методов испытаний:

□ 6.1 На открытом воздухе — Установившейся метод

На открытом воздухе Широта:

Долгота:

o 6.2 Внутри помещетя — Установившейся метод

Внутри пом~~е~~щения

средняя солнечная радиация тип ламп:

* 6.3 На открытом воздухе — Квэзидинаыический метод

Азимут коллектора: **экранировка длинноволновой** ррааддииаащщыы. да нет Угол наклона коллектора:

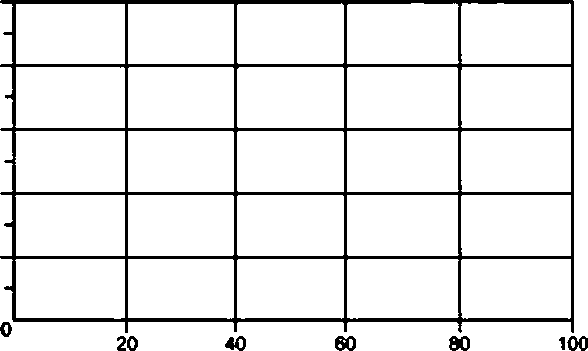
Ориентация трубок поглотителя в теи~~ст~~ м~~о~~ испытания (гориэонгалывя или вертикальная):

Пмвеая мощность (G = 1000 Вт/м2) на единицу шллектора: Wm.

Выходная мощность на единицу коллектора (Вт):

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Радиация | | | |
| *Тт-Тя =*2К | 400ВТ/М2 | 700 Вт/м2 | 1000 Вт/м2 |
| *и*<1 м/с |  |  |  |
| *и -*(1.5 ± 0.5) *Шс* |  |  |  |
| *и -*(3 ± 0.5) м/с |  |  |  |

Выходная моиаюсгь »е единицу коллектора должна быть представлена в соответствии с рисунком Е.1 для следующих состоя»\*\*\* ветра: *и*< 1 м/с. *и*= 1,5 ± 0.5 м/с и *и*■ 3 ± 0.5 м/с.

10000

8000

6000

## *1*

4000

2000 1

### 2

*1 —*Выходная мощность на едиитщу коллектора. Вт. *2*— <<„, - *IJK*К Рисунок Е.1 — Выходная мощность на единицу шллектора

Мгновенная кривая КПД. построенная на основании площади (поглотитель/апертура) и средней температуры жидкости теплоносителя.

Мгновенный КПД определяется сак:

О AG"

Л

(Е.1)

Площадь коллектора, используемая для кривой:

Расход жидкости, используемый для испытания: кг/с

Л = (Ь, +6го)-^Ц^М.

(Е\*2)

80

#### ГОСТ Р 55617-2—2013

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Основанный на площади поглотителя | | Основанный на площади апертуры | |
| Под |  | ЛОА |  |
| &иА |  |  |  |
|  |  |  |  |
| *Ь3А* |  | \*>2в |  |
| В случае 6.3 результаты испытаний согласно Приложемио К должны быть присоединены к этому документу. | | | |

Постоянная времени

# *Хс - с*

Эффективная теплоемкость С = JK-1

Определение:

Расчет:

В закрытом помещении:

На отбытом воздухе:

Коэффициент преобразования угла падения

Угол:

###### *к\*-*

Наблюдаемые неисправности

Необходимо указать подробную информацию о любых неисправностях, определенных как «серьежая неисправность»

Доставка образца:

Начало теста.

Окончание тест~~а~~:

Испытательньы институт:........................... Дата:.......................................

81

ГОСТ Р 55617.2—2013

Приложение F (обязательное)

Моделирование отношения коэффициента с к *сд* коллекторной модели 6.3

Коэффициент Ci — коэффициент теплопотерь при (Ап — \* 0, Вг^К'1 С) — смоделирован как *FU0*

Коэффициент *С]*— температурная зависимость коэффициента теплопотерь. Вт~3К'2

*с2*равен *FUi*

Коэффициент С) — зависимость скорости ветра от коэффициента теплопотерь. Дж - м° К'1 с3 равен *FUU*

Коэффициент С4 — зависимость дли i-ысеол новой радиащы от коэффициента теплопотерь

Сц равен *Ft*

Примечание — При моделировании зависимости длинноволновой радиации коллектора для ислыта-

ип неостекленных коллекторов попетая радиация длыной волы. определена как (£L - *аТ?* ) (где Et — изме- ренная тепловая радиация длиной волны на плоскости коллектора).

Способ моделирования, описаний нэстопцим стандартом, исключает G\*и использует — коэффициент

в уравнении. В настоящем стандарте поправоиный коэффициент для длмиоаолноеой радиации рассматривает- ся как отдельный элемент теплопотерь и не входит в величину полезной радиации 6”. Это позволяет упростить уравнение коллектора, а также учесть влияние утла пад~~сам~~я и действия рассеянной радиации. В этом случае, угол а должен был скорректирован с учетом этого влияния. При другом способе моделирования эти коэффициенты

могут быть не приняты во ~~а~~ мманне и формула упрощается при помощи использования коэффициента G" и Коэффициент с$ — эффективная теплое\*\*ость. Дж-м~2К~\*

с5 равен *С/А*(определение С см. в 6.1.6.2).

Примечание — С часто обозначается *(тС)л* в основной литературе. Коэффициент св — зависимость скорости ветра от КПД при нулевых потерях. см-1 с, смоделирован как постоянная коллектора

— коэффициент преобразования угла падения (ХАМ) для прямой радиации Моделирование ХАМ-зависимости осуществляется применением формулы

К\*(0) \* 1 - М(1/со®е.) -1). (F.1)

Для коллекторов со специальной /АМ-зависимостью см. примечание 2 е 6.3.4.8.1.

*К*\*з — коэффициент преобразования угла падения для рассеянной радиащы. К» смоделирован как постоянная коллектора.

#### 82

ГОСТ Р 55617.2—2013

Приложение G (обязательное)

Измерение эффективной теплоемкости

* 1. Испытательная установка

Коллектор зафвппвн в соответствии с 6.1.1 и соед»\*\*еи с испытзтегъным контуром для измерения тепло- емкости.

Измерения эффективной теплоемкости могут быть выполнены в закрытом помещении, где измерены тогъ- ю теллопотери. Таоне изм~~е~~р~~е~~ния могут быть сделаны на открытом воздухе в установившихся условиях чистою неба, или при иску ~~се~~т ~~вои~~ном исто» ■ —г.о сотыечюй радиации.

* 1. Внутренняя испытательная процедура

G.2.1 Общие положения

Жидкий теплоноситель циркулирует от вершины до основания коллектора с постояжой температурой на входе, с величиной расхода, подобной той. что используется для испытания КПД коллектора, пока не будут достиг- нуты установившиеся условия.

Температура на входе должна подняться быстро примерно до 10 К. и измерения производятся непрерыв- но до достижения установивимхся условий. Этот процесс выполняется четыре раза и вычисляется среднеариф- метическое значение эффективной теплоемкости.

G.2-2 Измерения

Измеряются следующие вел~~»~~—~~еж~~

а) массовый расход жидкого теплоносителя:

б) температура жидкости теплоносителя на входе коллектора: в) температура жидкости теплоносителя ж выходе коллектора: г) температура окружающего воздуха.

Примечание — Когда испытывается коллектор, имеющий жэкую т ©плоек\* ость, частота выборки, для измерения температуры жидкости, должна быть больше, чем об~~ычн~~о используемая для испытаний КГЩ коллек- тора для того, чтобы исследовать переходный режим коллектора.

G.2.3 Вычисление эффективной теплоемкости

Переходный режим коллектора между двумя внутренними установившимися режима—\* 1 и 2 представлен следующим ypaei ~~кимо~~м:

c£=L=mc\*ir-\*lAU -fa). (G.1)

где

Л7=(^ —k) (отрицательный) (G.2)

и и — температуры жидкости теплоносителя на входе и выходе коллектора, соответственно, под новым

нал рае n~~ot мом~~ потока жидкости теплоносителя.

Интегрированмо уравнения за период между эти—\* двумя установившимися режима—\* дает

12 в

С(\*«2 -<т1) = -|тс,д™-Аи/«т (СЛ)

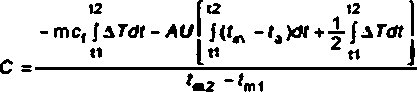
и и

Поскольку

мы можем выразить *(I»*- как

*=\*ш \** (G.4)

*+* (G.5)

Объединение вышеупомянутых уравнений, и его одеобразование. дает спедуюшев уравнение для теплоем- кости коллектора.

(G.6)

83

#### ГОСТ Р 55617.2—2013

6.2.4 Определение эффективной теплоемкости по экспериментальным данным

Из результатов испытаний. (4, - у и Д *Т*представляются, как фунщия времени. Области под кривыми.

12 t2

между эпмм двумя установившимися режимам\*. /(\*м и /^Т<Л соответст~~венн~~о.

и и

Коэффициент теплопередачи *U* коллектора, возможно определить во время измерения теллопотерь коллектора внутри помещены. Однако. *AU* мажет быть получен непосредственно из двух установившихся режи- мов. следовательно в установившемся режиме мы имеем:

и таким образом

Os-mctar-ALMn-U

тоДГ

С - \* . '

(G7)



*AU* рэссчитъвается для обоих установившихся режимов, и обмеляется среднее арифметическое значение.

Значение эффективной теллоемсосги определяется путем включены этого экспериментального экачены в формуле (G.6).

G.3 Методика испытаний на открытом воздухе или в искусственном источнике солнечного излучения.

Жидкость циркулирует с постоянной температурой и еегмчиной расхода, подобной для испытания КПД коллектора, пока не достигаются установившиеся условия. Апертура коллектора должна быть экро>мрована от солнечного излучены (естественного или искусственного) посредством солнечно-отражаюшего покрытия.

Покрытие удаляется и непрерывно производятся измерения, пока не будут снова достигнуты установивши- еся успоаы. Этот процесс выполняется четыре раза и выводится среднее арифметическое значение эффектив- ной теплоемкости.

Производятся измерения, описанные 8 G.2.2. Кроме того, измеряется сопнечгая радиация (ест~~ес~~тветая или искусственная) G.

Переходный режим коллектора между двумя установившимися режимами 1 и 2 представлен следующим уравнением

С^- = АтЬ6-шсгДГ-АУ(11Т1 (G.9)

где. как и a G.2.3,

ДТ= (f, - /п)( положительный).

Интегрирование уравнения (G.9) за период между этими двумя установившиеся режимами дает следую- щее уравнение для теплоемкости иогетектора:

*12* с2 *12*

А По *\С01*- met *jlTdl-AU*J(IU *-laX}t+±l&Tdt*

# *С =* и

*{m2 ~* \*m1

Из результатов испытаны. (i« - I,). ДГ и G представляются, как фужция времени. Области под кривые между этими двумя установившимися режимам\*:

12 12 12

J(fe *-UW'* /ДГсЯ и jGtf

л (1 Л

соответственно.

Y пересекает ось в По. а градиент *U* гь~~ию~~июй формы мгновенного КПД т| известен из испытаны. Значение для эффективной теплоемкости определяется путем включения этого экспериментального зна-

чения в уравнены (G.10).

(G.10)

84

#### ГОСТ Р 55617.2—2013

ПриложениеН (справочное)

Сравнение модели коллектора 6.1 и модели коллектора 6.3

В датой сравнительном анализе сначала описывается существующая постояжая модель коллектора, используемая в 6.1. Эта модель широко используется и а испытаниях и для моделирования. Основным уравнением является постоянная модель реботы коллекторе для почти нормального утла падения и может бытьзаписанокак:

ОМ = Я(т)вЛ<3'-с,«.-\*в)-с\*«в-/в)2. (Н.1)

Радиация обозначается как G\ но могла бы вместо этого быть обозначенной как ***G^.*** чтобы указать те высокие уровни радиации, принимаемые в цикле испытания. Нмвкое исправление для непостоянных состо~~я ■«~~ не делается, поэтому необходимо обеспечить постоянные условия на входе в коллектор и условия излучения для каждойточсииспытаний.

Предполагается, что угол падения излучения является почти вертикальным, так. чтобы действием угла паденияможнобылопренебречь.

Кроме того а 6.1 приведены дополнительные методики ислытамш для определения зависимости угла падения для КПД с нулевым\* потерями и эффективной теплоемкости коллектора. Поэтому полное мгновенное уравнениеотвсехвариантовв6.1можетбытьнаписанокак:

*OIA =* ЯОДяЗДеХ3\* - с , ( < - - U - C j U n - f . , ) 2 - ( H J 2 )

Как и первый шаг в методе 6.3. первый элемент уравнения разделен на две чести, давая сумму КПД с нулевыми потерями для луча радиации и рассеянной радиации, или ***F(xa)t<J^(B)G'*** есть разделенный на в«\*)впКл{а)66+Р(ш)ФПКи(6)6в.вговремякакостальнаячастьуравненияостаетсянеизмопюй.

Чтобы сделать возможным испытания более иирокого диапазона солнечных коллекторов, но также и

достигать «много более полной харастеристио\* коллектора из того же испытания и с тем же самьаг методом, добавлено другое исправление к модели коллектора, а именно, ислраапеме для ветровой зависимости. В мето­ де 6.1 это осуществляется ограничением скорости ветра 2—4 м/с. для остекленных коллекторов в течете испы­ тания. Чувствительность к скорости ветра неостеклетьос коллекторов приводит к необходимости применен» метода исхытания 6.2. которым указывает, что три раз/мч\*ые функции КПД должны быть измерены для каждого коллектора при трех скоростях ветра. Для исгытателыых площадок с изменяющимся климатом, такие исгытэ- мптакжемажетбытьтруднопровестинаоткрытомвоздухе.

В этом методе зависимость ветра смоделирована двумя условиями, добавленными к основному уравнению Каждый оказывает действие на КПД с нулевым\* потерями (-с# и G‘) и другое действие на теплопотери(-с\*и(I\*—ta».

После заключительного добавления зависимости длюниоеогыоеой радиацч\* от теплолотерь

{+ с4 (5. - о7? **)** . смоделированной как и для неостекпенных коллекторов (см. приложение Д). модель коллекто­ ра записывается как формула (7). Формула (7) дает выходную мощность коллектора на квадратный метр исполь­ зуемойрекомендуемойобласти.

#### 65

ГОСТ Р 55617.2—2013

Приложение I (справочное)

Свойства воды

### Плотностьводы(приатмосферномдавлении),кг/м1

р(0) \* at + e,0 + aj©2 + взв3 + э4в\*

(050&99.5) \*С

где ас = 999.85

а, = 6.187-10\*2 3j = -7.654-КГ3 аз = 3,974-КГ5

### ад=\_1.110.10-7

Отклонениетогочлекэкзначениям,указаннымвтаблицах,всегдаменьше,чем0.02%.Я2равняется 0.99998

* 1. Теплоемкостьводы(приатмосферномдавлении),кДж/(кг-К)

ср{0) ■ вд + а,0 + + 3,0\* + 3^0\*

(0 £05 99.5}

### 0.9994

86

где at = 4.217

### а,=-3.358-1СГ5

***а,-*** 1,089-10"\*

### вз\*-1.675-10\*\* ад=1.309-10-\* Эз=-3.88410-"

Отклонениемногочленакзначениям,указаннымвтаблицах,всегдаменьше,чем0.02%.Я2равняется

#### ГОСТ Р 55617.2—2013

ПриложениеJ (справочное)

Идентификация: Изготовитель: Фирменныйзнак: Типколлектора:

Измеренияединицыколлектора:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Длина: | мм | Площадьпоглотителя: | м |
| Ширина: | мм | Площадьапертуры: | м |
| Высота: | мм | Общаяплощадь: | м |
| Общиепараметры: Вес: |  | w |  |

Отчет об испытаниях на производительность для квазидииэмического метода испытаний

### Сери~~йны~~йномер:

РисунокдокументаNP:

Жидкостьтеплоносителя:

Диапазонрасхода: кг/ч

Рабочеедавление: атм.

Равновесная температура при 1000 ВтУм'2, итемпературеокружающейсредыЭ0\*С

Теппопроизводительмостъ.основаннаяна:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Площадьапертуры | | | Площадьпоглотителя | | |
|  | Значение | Стандартное отклонение |  | Значение | Стандартное отклонение |
| Р(та)\*п |  |  |  |  |  |
| «« |  |  | «и |  |  |
| ***Ь0*** |  |  |  |  |  |
| «П |  |  | Cl |  |  |
| сг |  |  | С2 |  |  |
|  |  |  | «Ь |  |  |
| с4 |  |  | С« |  |  |
|  |  |  | С5 |  |  |
| Сб |  |  | Св |  |  |

ТаблицаJ.1-Зависимостьв)отуглападения

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| в | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | во |
| ««(в) |  |  |  |  |  |  |  |  |

Этототчетобиспытанияхдолженбытьзаконченсовместносотчетомобисгытаюеасогласно ПриложениямDtuwЕ.

Проверено: Дата:

#### 87

ГОСТ Р 55617.2—2013

Приложение К (справочное)

Общие принципы оценки погрешности экспериментального определения КПД солнечного коллектора

### К.1Общиеположения

Цель этого приложения состоит в том. чтобы обеспечить общее руководство для оценки погрешности в результате испытатя солнечного коллектора, выполненного в соответствии с настоящим стандартом. Испыта­ тельные лэбораторюн часто привлекаются, для обеспенекия расчетов погрешности в результатах испытаний и в количественных тестах, в рамках их амфвдитацт или применения схем сергифюсзции продукта. Целью этого приложения на является определение того, является ли необходимым расчет погрешности в результатах провер­ киивкакомслучае.

ДанноеруководствокасаетсятолькоиспытанийКПДколлектора,иэ-эа:

* + большойважностирезультатаэтогоисгытаниядляпользователя:
  + специфичности расчетов, тая сак итоговый результат определения КПД не обеспечивается единс~~пх»~~ и ~~ц~~м измер~~ен~~н~~о~~м,апроведениябольшогоколичествап~~о~~р~~о~~ж~~ны~~хизмерений.

Необходимо отметить, что предложенная методология является одним из возможных методов для оценки погрешности и могут быть иоюльэооа ы другие методы. В ответственность каждой лаборатории входит выбор и осуществ~~ляю~~ наунно-обоснованного подхода для определения погрешности, следуя рекомендациям органов аюфедиташни.гдеэтоуместно.

К.2ПогрешностьизмерениявиспытанияхпоопределениюКПД

Основная цель испытатя КПД солнечного коллектора — определите КПД коллектора путем измере­ ны при определен ых условиях. Более конкретно предполагается, что режим коллектора может быть огмсан М-лараметромединственногоузла,(установившийсярежимилыквазидинамичвсхаямодель):

Л s c,pi + *С3Р2 \* +Суру.* (К.**1**)

### где: Л—эффективность(КПД)коллектора:

***руР****2****.....ри*** —величины,значетякоторыхопределеныэкспериментально

c,.Cj....cu —характерныеконстантыколлекторе, которыеопределешэкспериментально.

Например, в случае модели установившегося режима: М\* 3. с, = Ло- *°2 ~* 1Л. сз = {/2. р, = 1, pj = *{Тт—* ГаУ6

И Рзв(7а\*-***T„flG.***

### В течение эксперимента измеряется выходная мощность, солнечная энергия и основные климатические величины е контрольных точсах установившихся или кваэидинамичесхих J-режимах. е зависимости от используе­ моймодели.Изэтихосновныхизмеренийзначенияпараметровл\****Рл- Рг***....................... ***Ри*** выводятсядлякаждойточен наблюдения /, ***j*** = 1**.**. ***J.*** Вообще экспериментальная процедура испытания приводит к образование группы кэбгкдений***J.*** котораявключаетдлякаждойтонкиислъгтуэмыхточек/,значениял,-р,у ***Pu-j***

Для определенна погрешности, существенно вымелить соответствующие объединение стандартные по­ грешности ***u(Pi;)- - u(P»+t)*** в каждой точке наблюдений. Необходимо отметить, что практически погрешности и(П,Л ***u(pu.J*** почтинесогданепостоянны,итакжедлявсехточек,ночтокаждаяточеаиспытанияимеет собственноестандартноеотклонение

Для расчета стандартного отклонения (стандартная среднеквадрагическая погрешность) в каждой точке /. могутбытьпримененыследующиеобщиеправила:

I Стандартные погрешности в экспериментальных да чих определяются, принимая во ~~а «~~мание по­ грешности типа А (погрешности, определение статистическими средтми вели»—~~и~~ми) и типа В (по­ грешности.определенныедругимисреднимивеличинами).

**I** Погрешность ***u(s).*** связанная с измерением в. есть результат суммы погрешюсти Ugfs) типа В. которая является характерной особенностью калибровки устройства, и погрешности ***UA (S)*** типа А которая пред­ ставляет собой колебания в течение осуществления выборки данных. Если есть больше, чем едт независимей и сто’«м~~и~~ погрешности (тип В или тип A) tv суммарная погрешность вычисляется согласно общемузаконусуммыпогрешностей:

*и* (1С2)

### 111 Погрешность t%(s) типа В вознмсэет из сумме погрешностей по всей цели измерения, принимая во вниманиевседоступныеданы, таонекакпогрешностьдатчика,погрешностьрегистратораданных.

88

#### ГОСТ Р 55617.2—2013

погрешность, возжкшая из возможных различий между измеренными значениями, воспринятыми измерительнымприбором.

Соответствующая тформатя долж>в быть получена из сертификатов о калибровке игы других техж- чесхихлгктгсвязанныхсиспользуемымиустройствами.

1. По своей природе погрешости типа А зависят от определенных условий измерения, и на их долю приходят колебания в измеряемых величинах в течение измерения. Погрешность </A(s) типа А воэмжа- ет из статистиче~~ск~~ого ана/мза экслеримента/ъкых данных. В некоторых случаях (например, в случав установившейся модвпч), наилучшая оценка S есть среднеарифметическое 5 повторяемых ***i*** наблюде- тй***si*** (/=1**.**.***f)*** иегопогрешюститипеАестьстандартныеотклонениясреднейееличгны:

s *»* uA(s) =

!(\*,-\*>\*

j-i

##### (К.з>

В некоторых других случаях (например, в случае кааэидинамичеосой мадеж. где не испогъэуется ника­ кое среднее арифметическое значение повторных измерений) погрешность ***uA(s)*** может быть равной нуло.

1. Термин суммарная стандартная погрешность означает, что стандартная погреивюсть есть результат,

полученный от множества печений других ееличгн. В большинстве случаев измеренный У определяет­ ся косвен\*-» от ***Р*** других непосредственно измеренных величин Х1. ***Х2.* .. *ХР*** через функциональное соотносхх мо У \* ***1*** (XI. Х2. **..** ХР). Стандартная неопределенность е оценке удается согласно закону распределенияошибок:

*Р ,* .2 Р-1 *Р у*

###### *(*

. (Mi

### Пример такого косвенного определетя а случае испытания КПД солнечного коллектора — определе­ ние эффективности коллектора (КПД) п\* который получается из значений суммарной солнечной радиа­ ции на уроенне коллектора G. массового расхода жидкого теплоносителя ***т.*** разности температур ДГ. площади коллектора ***А*** и удельной теплоемкости теплоносителя о. Таким образом в этом случае стан­ дартная погрешность о(ту) е каждом значении ту эффективности (КПД) вычисляется суммированием стандартных погреимостей е значениях ооюеных измеренных ветчин, принимая во внимате их зави­ симостьотполучетойвеличиныд.

К.ЭПр\*5лияонисипог~~р~~ешностирезультатовиспытанийэффективностиколлектора Входеанатзэдажыхвыполняетсявьфэвниваниеметодомнаименьшихквадратовмодегмуравнежя.

чтобыопределитьявлениякоэффициентовс**,** ,смдлякоторыхмодельуравнения(К.1)представляетряд***J***

наблюденийснаибольшейточюстъю.

Так как в действительности стандартное откло~~ни~~ н~~о~~ почти месогда не постояжо. и также для всех наблюде­ ний. а каждая точка данных (г^р,гр2.л**.**.рл/,() имеет его собственное стандартное отклонение ***Ог*** существует следу­ ющий метод решетя — испогъзовате метода ***взвешенного нэииеныиеао квадрата (ВНК).*** который вычисляет, на основании измеренных значений и их погрешностей, не только параметры модегм. но также и их погрешности. В случае ВНК максимальная оцемса вероятности параметров модели получается минимизацией функции по критериюу-квадратз.

2 *±* (п, *-ic\*u \** C2PZ, \* *C„pu.,)f*

*1* = *Г2* (К-5)

### где\*/\*—дисперсияразности:

+ с2рд/ + —с«ЙМ./>

=у«'(т|/-(CiPi./♦***C2pzj*** ♦**.**.с\*рм,>)=(u(n;)f+c 3(<u(pt./)f***+ ...+cl(impu,,)f.*** (K.**6**)

1

### Помехкоэффщиенгоес**,** иихстандартныйпогрешностей,минимизируяфужциюпокритермо

у-квадрата. которая шляется сложной задачей из-за нелинейности присутствующей е уравнении (К.5). Поэтому

#### 89

ГОСТ Р 55617.2—2013

идея заключается ***в*** том. чтобы найти эти погрешности в числовом отнош~~от~~и. Метод для случая модели М-пара­ метрапредставленшже.

Пусть ***К*** будет матрицей, чьи ***JxMc*** оставляющие ***кгт*** построены из ***М*** основных функций, оцененных в ***J***

экспериментальныхзначениях взве~~швт~~ымипофешностъю

(К.7)

Prt

*Pm*

«1

* в •

в

*Pm.i*

*Ut* '

* в •

*P\J*

*Uj*

*PUJ*

Oj

Пусть также ***L*** будет вектором длины ***J.*** чьи составляющие ^ построены из приближенных значений ***г\г***

взвешеныпофешностъю***и.***

V"i

i,-i. <■=

### Следовательноможнозаписатьуравнениенормали:

###### *T\jlUj*

(K.8)

### (Кт•К)•INV(C)=Кт•L. (К.9)

гдеС—вектор,элементыкот~~о~~рого—прибли~~женью~~коэффициенты.

Учгтывэятотфакт,чтодлярасчетаразмцнеобходимознаниекоэффициентов***ci.c3...^cu.*** возможны\*

метод решения состоит в том. чтобы использовать значения коэффициентов, выделенных методом наименьшее квадратов,вкачественачатыхзначений.Этиначалыыезначениямогутиспользоватьсяеуравнемм(Л.б)для

расчетаt/J.***J*** »1**.**.***J*** иобразованияматрицы***К*** ивектора***L.***

Метод решения уравнения {К.9) дает новые значегыя коэффициентов с,.С2**.**.,си. которые не будут заметно отличаться от ~~оыч~~исленных методом наименьших квадратов и итольэуеыых как начальные значения для расче­

те***и\****

### Кроме того. Z = INV(KT • К) — матрица, диагональные элементы которой Z\*., — квадраты погрешности, а недиатональныеэлементы***z^.j*** =z^Jcs/—ковариациямеждуприближеннымикоэффициентами:

*и(Сш ) =* (К.10)

Covfc\*.cJ=***г^, = г,х. к*** =1 Ми/=1,**.**„Ми***krl.*** (К.11)

### Необходимо отметить, что явже ковариации между приближенными коэффициентам необходимо, еегм нужно вычислить, в следующей ступам\* погрешность oft) в прибгмженных значениях т). испогъзуя уравнения (К.1) и(К.4).

Уравнение (К.9) может быть решено стандартным числовым методом, например, исключением Гаусса- Джордана Также возможно использовать фунщии матричных маипуляций. обычно используются электромые таблицы.

90

#### ГОСТ Р 5561*72*—2013

ПриложениеL (справочное)

Определение перепада давления поперек коллектора

### L.1Общиеположения

Перепад давления поперек коллектора может быть важным для проектировщиков систем солнечных коллекторов. Жидкость, используемая в коллекторе для испытан\*# должна быть водой игь\* смесью вода : гты- коль(60:40).илисмесью,рекомендованнойизготовителем.

Температуражидкостидолжнабыть(20±2)\*С. 1\_2Испытательнаяустановка

Коллектор должен быть закреплен в соответствии с 6.1.1 и соединен с исгытательньы контуром, который соответствует 6.1 Л. хотя требуется меньше аппаратуры для определения перепада давления чем для испытаны КПДколлектора.

Жидкость теплоносителя должна циркулировать от основами до вершины коллектора, и особое виинам~~о~~ необходимо уделить выбору соответствующих приспособлений трубопровода на портах входа и выхода коллекто­ ра. как определено в 6.1.3.3.В случае неостекпенных коллекторов направление потока жидкости может быть рекомендованоизготовителем.

L.3Подготовкаколлектора Жидкостьдолжнабытьпроверена,чтобыгарантировать,чтооначистая.

Коллектор должен быть вентилируем воздухом посредством воздуиж-юго вьктускного клапана ww других подходящих способов, таких как уветмчение расхода жидкости е течение кор~~о~~ткого периода, чтобы уоимть воздух изколлектора.

L.4Методикаиспытаний

а) Остекленныесого~~юныо~~коллекторы

Перепад давления между соединениями ввода и вывода коллектора должен быть определен для диапазо­ на расходов, который используется в реальной работе. При отсутствии определенных рекомендации по расходу изготовителем, измерения перепада давления должны быть сделаны по диапазону расходов от 0,005 до

0.03 кг/с на квадратный метр площади коллектора. Предпочтительно начало координат диаграммы перепада

давлениядолжнабытьточка(0:0).

Должны быть сделаны по кражей мере пять измерений э-вчвнмй. одинаково размещенных по диапазону расхода.

б) Неоствкпежыесолнечныеколлекторы

Перепад давления между соединениями ввода и вывода коллектора должен быть определен для коллек­ тора и его жидкости, при температуре близкой к температуре окружающей среды, и для расхода, которые вхоагт ерабочийдоапаэонрассматриваемогоколлектора.

Поскольку расположение полос и трубопровода. иепользуо\*япг в испытании. обычно отличается от типово­ го монтажа, перепад давления полосы и трубопровода должен быть определен отдельно. Это может быть дос­ тигнуто двумя последовательными измерениями перепада давления одной короткой полосы поглотителя включая трубопровод (по кр~~о~~н~~но~~й мере 3 м) и одной дги~~н~~юй полосы поглотителя включая трубопровод {напри­ мер.15и).

Разность обеих кривых перепада давления может тогда быть разделена на разность длин полосы между обоимипоглотителями.Получающаясякривая—непрерывныйперепаддавлениянаметрполосы.

Исгытаииедолжнобытьвыпотыеноприпостоя!■юмдавлены.котороесоответствуетрабочемудавпемео.

При отсутствие\* определенных рекомендаций по расходу жидкости изготовителем, измерения перепада давлениядолжныбытьсделаныподиапазонурасходовот0,02до0.1ю/сна1м2площадиколлектора.

По крайней мере должна быть сделаны пять измерений значений, размещенных с одинаковым интерва­

ломподиапазонурасходажидкостиТакжедолженбытьпровереннуль.

L.5Измерения Следующиеданныедолжныбытьизмеренывсоответствиис6.1.2: а) температуражидкостинавходеколлектора:

б) расходжидкости:

е)перепаддавленияжидкоститеплоносителямеждусоединениямивходаивыходаколлектора.

Перепад давления жиасости теплоносителя поперек коллектора должен быть измерен устройством, име­ ющимстандартнуюпогрешностьв5%отизмеренногозначенияили±10Па.

L.6Перепаддавления,вызванныйфитингами

Гарнитура, используемая для измерения давления жидкости, может сама служить причиной перепада давления. Нулевая проверка при перепаде давления должна быть вьшогьена без коллектора в жидком контуре и повторяя испытаны с измеряющими давление устройствами, непосредственно связанными вместе. Перепад давления, вызванный фитингом, должен использоваться для исправления измеренного перепада давления коллектора.

#### 91

ГОСТ Р 55617.2—2013

L.7Условияиспытании

Расход жидкости во время испытаний должен сохраняться постопимм в пределах ± 1 % от ном~~ина~~льного значения.

Во время испытаний температура теплоносителя на входе должна быть постоямюй (может изменяться в пределах ± 5 К для остекленных и ± 1 К для неостекпекных коллекторов). Исгъгтание должно проводиться при температуре, отличающейся не более, чем на ± 10 К от температуры окружающего воздуха. Испытания перепада давления при других знзчемтях температуры могут быть важными для жидкостей теплоносителя на основе масла.

L.8Вычислениеипредставлениерезультатов

Перепад давления должен быть представлен графически, как фужция расхода жидкости для каждого еьпогыенного исгъ**г** ания. используя формы, приведение в Приложении D (для остекленных коллекторов) игы вПриложеныЕ(длянеостекленныхколлекторов).

92

#### ГОСТ Р 55617-2—2013

Библиография

П1 ИСО 9553:1997

(ISO 9553:1997)

Энергия солнечная. Методы испытания предварительно отформованных резино- вых уппотмттелей и герметисое. применяемых а коллекторах (Solar energy — Methods of testing preformed rubber seals and sealing compounds used in collectors)

*Щ*ИСО 9060:1990 Энергия сопнвчвя. Технические требования и классификация приборов для измере- (ISO 9060:1990) »мя полусферической и прямой солнечной радиации (Solar energy — Specrfcation and classification of instruments for measuring hemispherical solar and direct solar radiation)

[31 ИССУТО 9901:1990

(iSOTR 9901:1990)

Энергия солнечная. Полевые пиранометры. Рекомендуемая методика прим~~ы ки~~мя (Solar energy — Retd pyranometers — Recommended practice for use)

93

#### ГОСТ Р 55617.2—2013

УДК 620.91:006.354 ОКС 27.160

Ключевые слова: солнечные коллекторы, испытания, жаростойкость, климатические условия, внешний тепловой удар, внутренним тепловой удар, проникновение дождя, морозостойкость, ударопрочность, меха- нические нагрузки, тепл ©производительность

Сдано а набор 24 06.2014 Подписано • печать 20.10.2014. Формат 60x84'/,. Бумага офсетная. Гарттура Ариап.

Печать офсетная. Уел. печ. л. 11.16 Уч.-иад. л. 10.S0. Тирах 47 экз Зак. 1060.

•ГУП «СТАНДАРТИИФОРМ». 123905 Москва. Гранатный лер. 4. [www.90stnfo.1u](http://www.90stnfo.1u/) info£9ostinfo.ru

Набрано *m* отпечатано а Калужской типографии стандартов. 248021 Калуга, ул Московская. 256

[Elec.ru](https://www.elec.ru/)

Электротехническая библиотека Elec.ru