ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 57903— 2017 (МЭК 62253: 2011)

СИСТЕМЫ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ. АВТОНОМНЫЕ НАСОСНЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ ПОДАЧИ ВОДЫ

Определение выходных характеристик. Выбор и оценка

(IEC 62253:2011, Photovoltaic pumping systems — Design qualification and performance measurements, MOD)

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2017

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 ПОДГОТОВЛЕН Обществом с ограниченной ответственностью «ВИЭСХ-ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ» (ООО «ВИЭСХ-ВИЭ») на основе собственного перевода на русский язык англоязычной версии международного стандарта, указанного в пункте 4

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 016 «Электроэнергетика»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 3 ноября 2017 г. № 1646-ст

4 Настоящий стандарт является модифицированным по отношению к международному стандарту МЭК 62253:2011 «Фотоэлектрические насосные системы. Требования к конструкции и измерение характеристик» (IEC 62253:2011 «Photovoltaic pumping systems — Design qualification and performance measurements», MOD) путем изменения отдельных фраз, слов, ссылок, которые выделены в тексте курсивом.

Внесение указанных технических отклонений направлено на учет потребностей национальной экономики Российской Федерации и особенностей объекта стандартизации, характерных для Российской Федерации.

Наименование настоящего стандарта изменено относительно наименования указанного международного стандарта для приведения в соответствие с ГОСТ Р 1.5—2012 (пункт 3.5).

При применении настоящего стандарта рекомендуется использовать вместо ссылочных международных стандартов соответствующие им межгосударственные и национальные стандарты, сведения о которых приведены в дополнительном приложении ДА

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомления и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (www.gost.ru)

© Стандартинформ, 2017

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения . . . 1
2 Нормативные ссылки . . . 1
3 Термины, определения и обозначения . . . 4
4 Типы автономных фотоэлектрических насосных систем для подачи воды . . . 7
5 Требования к компонентам . . . 9
5.1 Общие положения . . . 9
5.2 Требования к отдельным компонентам . . . 10
5.3 Предупреждающие знаки и надписи . . . 12
6 Требования к документации . . . 13
6.1 Общие положения . . . 13
6.2 Руководство по эксплуатации . . . 14
6.3 Технические характеристики системы . . . 15
7 Методы определения выходных характеристик . . . 16
7.1 Общие положения . . . 16
7.2 Выбор образцов . . . 17
7.3 Условия испытаний . . . 18
7.4 Измеряемые параметры . . . 19
7.5 Испытательное оборудование . . . 19
7.6 Визуальный контроль . . . 24
7.7 Подготовка системы к испытаниям . . . 25
7.8 Определение зависимостей подачи от мощности фотоэлектрической батареи и энергетической освещенности при постоянных значениях напора/давления . . . 27
7.9 Определение зависимости КПД от подачи при постоянных значениях напора/давления . . . 30
7.10 Определение зависимости подачи от напора/давления при постоянном значении частоты . . . 31
7.11 Определение стартовой мощности . . . 32
7.12 Протокол испытаний . . . 34
8 Выбор и оценка . . . 35
8.1 Общие положения . . . 35
8.2 Исходные данные . . . 36
8.3 Проверка комплектации и соответствия компонентов условиям эксплуатации и требованиям к компонентам . . . 38
8.4 Определение характеристик автономной фотоэлектрической насосной системы для подачи воды для заданных условий эксплуатации . . . 38
8.5 Проверка автономной фотоэлектрической насосной системы для подачи воды по суточному объему перекачиваемой воды . . . 40
Приложение А (справочное) Пример формы представления информации о технических характеристиках компонентов . . . 41
Приложение В (справочное) Примеры знаков . . . 45
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных межгосударственных и национальных стандартов международным и европейскому стандартам, использованным в качестве ссылочных в примененном международном стандарте . . . 47
Библиография . . . 51

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

СИСТЕМЫ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ. АВТОНОМНЫЕ НАСОСНЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ ПОДАЧИ ВОДЫ

Определение выходных характеристик. Выбор и оценка

Photovoltaic systems. Stand-alone pumping systems for water supply. Performance determination. Selection and verification

Дата введения — 2018—07—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на автономные фотоэлектрические насосные системы для подачи воды. Стандарт устанавливает методы определения выходных характеристик таких фотоэлектрических систем и требования к их выбору и оценке по техническим характеристикам.

Настоящий стандарт не распространяется на фотоэлектрические насосные системы с аккумулированием электрической энергии, за исключением систем, в которых накопленная энергия используется только для запуска насоса (менее 100 Вт·ч).

Требования, установленные в настоящем стандарте для выбора и оценки, распространяются как на предварительную оценку, сравнение и выбор систем заказчиком, в тендерах, заявках и т. п., так и на все этапы создания систем. Однако при проектировании, выборе вариантов, проверке правильности расчетов и соответствия системы заданным или требуемым условиям на разных этапах создания систем может быть необходим более детальный учет возможных условий эксплуатации, особенностей работы систем и особенностей компонентов.

В стандарте рассматриваются только выбор и оценка по техническим характеристикам. Учет экономических, эстетических, экологических, социальных и т. п. критериев также обязателен. Например, более эффективная система по техническим показателям может быть настолько дисгармонична с окружающей средой, что установка менее эффективной системы будет предпочтительна.

Примечание — Все положения настоящего стандарта исходят из того, что независимо от количества насосных агрегатов и их соединения с фотоэлектрической батареей система рассматривается как система с единым насосным агрегатом и общими гидравлическими характеристиками на выходе системы. В случае, если для системы с несколькими насосными агрегатами указанное допущение неприменимо, может потребоваться корректировка процедур испытаний и выбора/оценки.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 6134—2007 (ИСО 9906:1999) Насосы динамические. Методы испытаний

ГОСТ 13823 Гидроприводы объемные. Насосы объемные и гидромоторы. Общие технические требования

ГОСТ 14254 (IEC 60529:2013) Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (Код IP)

ГОСТ 15150—69 Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды

Издание официальное

ГОСТ 18311 Изделия электротехнические. Термины и определения основных понятий

ГОСТ 26287 Электронасосы бытовые. Общие технические условия

ГОСТ 28203 (МЭК 68-2-6-82) Основные методы испытаний на воздействие внешних факторов. Часть 2. Испытания. Испытание Fc и руководство: Вибрация (синусоидальная)

ГОСТ 30630.1.2 Методы испытаний на стойкость к механическим внешним воздействующим факторам машин, приборов и других технических изделий. Испытания на воздействие вибрации

ГОСТ 30804.6.2 (IEC 61000-6-2:2005) Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к электромагнитным помехам технических средств, применяемых в промышленных зонах. Требования и методы испытаний

ГОСТ 30804.6.3 (IEC 61000-6-3:2006) Совместимость технических средств электромагнитная. Электромагнитные помехи от технических средств, применяемых в жилых, коммерческих зонах и производственных зонах с малым энергопотреблением. Нормы и методы испытаний

ГОСТ 30805.14.1 (CISPR 14-1:2005) Совместимость технических средств электромагнитная. Бытовые приборы, электрические инструменты и аналогичные устройства. Радиопомехи индустриальные. Нормы и методы измерений

ГОСТ 30805.14.2 (CISPR 14-2:2001) Совместимость технических средств электромагнитная. Бытовые приборы, электрические инструменты и аналогичные устройства. Устойчивость к электромагнитным помехам. Требования и методы испытаний

ГОСТ 31839 (EN 809—1998) Насосы и агрегаты насосные для перекачки жидкостей. Общие требования безопасности

ГОСТ 31840 Насосы погружные и агрегаты насосные. Требования безопасности

ГОСТ IEC 60332-1-2 Испытания электрических и оптических кабелей в условиях воздействия пламени. Часть 1-2. Испытание на нераспространение горения одиночного вертикально расположенного изолированного провода или кабеля. Проведение испытания при воздействии пламенем газовой горелки мощностью 1 кВт с предварительным смешением газов

ГОСТ IEC 60335-2-41 Бытовые и аналогичные электрические приборы. Безопасность. Часть 2-41. Частные требования к насосам

ГОСТ IEC 60947-1 Аппаратура распределения и управления низковольтная. Часть 1. Общие правила

ГОСТ ISO 9906 Насосы динамические. Гидравлические испытания. Классы точности 1, 2 и 3

ГОСТ ИСО/МЭК 17025 Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий

ГОСТ ISO 17769-1 Насосы жидкостные и установки. Основные термины, определения, количественные величины, буквенные обозначения и единицы измерения. Часть 1. Жидкостные насосы

ГОСТ ISO 17769-2 Насосы жидкостные и установки. Основные термины, определения, количественные величины, буквенные обозначения и единицы измерения. Часть 2. Насосные системы

ГОСТ Р 12.4.026—2001 Система стандартов безопасности труда. Цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная. Назначение и правила применения. Общие технические требования и характеристики. Методы испытаний

ГОСТ Р 50571.3 (МЭК 60364-4-41:2005) Электроустановки низковольтные. Часть 4-41. Требования для обеспечения безопасности. Защита от поражения электрическим током

ГОСТ Р 50571.5.52/МЭК 60364-5-52:2009 Электроустановки низковольтные. Часть 5-52. Выбор и монтаж электрооборудования. Электропроводки

ГОСТ Р 50571.5.54/МЭК 60364-5-54:2011 Электроустановки низковольтные. Часть 5-54. Выбор и монтаж электрооборудования. Заземляющие устройства, защитные проводники и защитные проводники уравнивания потенциалов

ГОСТ Р 50571.7.712—2013/МЭК 60364-7-712:2002 Электроустановки низковольтные. Часть 7-712. Требования к специальным электроустановкам или местам их расположения. Системы питания с использованием фотоэлектрических солнечных батарей

ГОСТ Р 51524 (МЭК 61800-3:2012) Совместимость технических средств электромагнитная. Системы электрического привода с регулируемой скоростью. Часть 3. Требования ЭМС и специальные методы испытаний

ГОСТ Р 51597 Нетрадиционная энергетика. Модули солнечные фотоэлектрические. Типы и основные параметры

ГОСТ Р 54806 (ИСО 9905:1994) Насосы центробежные. Технические требования. Класс 1

ГОСТ Р 56978—2016 (IEC/TS 62548:2013) Батареи фотоэлектрические. Технические условия

ГОСТ Р 56980—2016 (МЭК 61215:2005) Модули фотоэлектрические из кристаллического кремния наземные. Методы испытаний

ГОСТ Р 56983 (МЭК 62108:2007) Устройства фотоэлектрические с концентраторами. Методы испытаний

ГОСТ Р 57227 (МЭК 61725:1997) Устройства и системы фотоэлектрические. Стандартная суточная временная зависимость энергетической освещенности

ГОСТ Р 57229 (МЭК 62817:2014) Системы фотоэлектрические. Устройства слежения за Солнцем. Технические условия

ГОСТ Р МЭК 60068-2-30 Испытания на воздействия внешних факторов. Часть 2-30. Испытания. Испытание Db: Влажное тепло, циклическое (12 ч + 12-часовой цикл)

ГОСТ Р МЭК 60891 Государственная система обеспечения единства измерений. Приборы фотоэлектрические. Методики коррекции по температуре и энергетической освещенности результатов измерения вольт-амперной характеристики

ГОСТ Р МЭК 60904-1—2013 Приборы фотоэлектрические. Часть 1. Измерение вольт-амперных характеристик

ГОСТ Р МЭК 60904-2 Государственная система обеспечения единства измерений. Приборы фотоэлектрические. Часть 2. Требования к эталонным солнечным приборам

ГОСТ Р МЭК 60904-3 Государственная система обеспечения единства измерений. Приборы фотоэлектрические. Часть 3. Принципы измерения характеристик фотоэлектрических приборов с учетом стандартной спектральной плотности энергетической освещенности наземного солнечного излучения

ГОСТ Р МЭК 60904-5—2013 Приборы фотоэлектрические. Часть 5. Определение эквивалентной температуры методом измерения напряжения холостого хода

ГОСТ Р МЭК 60904-7 Государственная система обеспечения единства измерений. Приборы фотоэлектрические. Часть 7. Вычисление поправки на спектральное несоответствие при испытаниях фотоэлектрических приборов

ГОСТ Р МЭК 60904-8 Государственная система обеспечения единства измерений. Приборы фотоэлектрические. Часть 8. Измерение спектральной чувствительности фотоэлектрических приборов

ГОСТ Р МЭК 60904-10—2013 Приборы фотоэлектрические. Часть 10. Методы определения линейности характеристик

ГОСТ Р МЭК 61427-1 Аккумуляторы и аккумуляторные батареи для возобновляемых источников энергии. Общие требования и методы испытаний. Часть 1. Применение в автономных фотоэлектрических энергетических системах

ГОСТ Р МЭК 61646 Модули фотоэлектрические тонкопленочные наземные. Порядок проведения испытаний для подтверждения соответствия функциональным характеристикам

ГОСТ Р МЭК 61730-1 Модули фотоэлектрические. Оценка безопасности. Часть 1. Требования к конструкции

ГОСТ Р МЭК 61730-2 Модули фотоэлектрические. Оценка безопасности. Часть 2. Методы испытаний

ГОСТ Р МЭК 61829 Батареи фотоэлектрические из кристаллического кремния. Измерение вольт-амперных характеристик в натурных условиях

ГОСТ Р МЭК 61853-1—2013 Модули фотоэлектрические. Определение рабочих характеристик и энергетическая оценка. Часть 1. Измерение рабочих характеристик в зависимости от температуры и энергетической освещенности. Номинальная мощность

ГОСТ Р МЭК 62093 Системы фотоэлектрические. Компоненты фотоэлектрических систем. Методы испытаний на стойкость к внешним воздействиям

ГОСТ Р МЭК 62124—2013 Системы фотоэлектрические автономные. Проверка работоспособности

ГОСТ Р МЭК 62305-1 Менеджмент риска. Защита от молнии. Часть 1. Общие принципы

ГОСТ Р МЭК 62305-2 Менеджмент риска. Защита от молнии. Часть 2. Оценка риска

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный

стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины, определения и обозначения

3.1 В настоящем стандарте применены термины по *ГОСТ ISO 17769-1*, *ГОСТ ISO 17769-2*, *ГОСТ 18311* и *ГОСТ Р 56978*, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1.1 **фотоэлектрическая система** (photovoltaic system, PV system): Система, преобразующая солнечную энергию в электрическую с помощью прямого преобразования и использующая ее для частичного или полного покрытия электрических нагрузок потребителя и/или передачи ее в электрическую сеть.

Примечание — Потребитель — нагрузка(и), для работы с которой(ыми) предназначена фотоэлектрическая система, рассматривается как часть системы. Либо в состав изготовленной фотоэлектрической системы входит сама указанная нагрузка, либо в документации на систему приводятся полные данные о нагрузке (типах и параметрах).

3.1.2 **фотоэлектрическая насосная система** (PV pump system): Фотоэлектрическая система, в которой потребителем преобразованной солнечной энергии (нагрузкой) является электронасосный(ые) агрегат(ы).

Примечания

1 В фотоэлектрической насосной системе могут быть также и другие потребители (нагрузки), согласованные с основной нагрузкой — электронасосным(и) агрегатом(ами), но, как правило, потребителем является только электронасосный(ые) агрегат(ы).

2 С точки зрения насосных систем можно дать следующее определение фотоэлектрической насосной системы: «насосная система, электропитание в которой осуществляется частично или полностью от фотоэлектрической батареи».

3.1.3 **автономная фотоэлектрическая насосная система** (photovoltaic (PV) pumping system in stand-alone operation): Фотоэлектрическая насосная система, не подключенная к распределительной электрической сети.

3.1.4 **фотоэлектрическая батарея;** ФБ (photovoltaic array, PV array): Устройство, состоящее из электрически соединенных фотоэлектрических модулей, генерирующее постоянный электрический ток под воздействием солнечного излучения и включающее также все компоненты, обеспечивающие электрические и механические соединения внутри батареи и с внешними устройствами, конструкциями, компоненты защиты и компоненты коммутации.

Примечания

1 В соответствии с *ГОСТ Р 56978—2016, пункт 3.3.1*, в настоящем стандарте под ФБ понимаются все ее составляющие до входных зажимов постоянного тока, соединенного с ней устройства в контуре потребления фотоэлектрической системы (устройства преобразования энергии, устройства управления, устройства согласования нагрузки, насосного агрегата, накопителя энергии). Границей ФБ считается выходная сторона отключающего устройства ФБ, если оно совмещено с указанным устройством, или установлено в общем распределительном щите, или точка соединения с выходными зажимами указанного устройства в контуре потребления.

2 ФБ может состоять из одного фотоэлектрического модуля или из нескольких фотоэлектрических модулей, электрически соединенных в одну фотоэлектрическую цепочку, в несколько параллельно соединенных фотоэлектрических цепочек или несколько параллельно соединенных фотоэлектрических групп, и включать соответствующие компоненты фотоэлектрических групп и/или фотоэлектрических цепочек. Определение терминов «фотоэлектрическая цепочка» и «фотоэлектрическая группа» см. в *ГОСТ Р 56978*. Термины связаны с вариантами электрического соединения (последовательное и параллельное) фотоэлектрических модулей в фотоэлектрической батарее.

3 Также может использоваться термин «фотоэлектрическая солнечная батарея; ФСБ».

4 Также применимо следующее определение ФБ: «часть фотоэлектрической системы, преобразующая энергию Солнца в электрическую энергию с помощью прямого преобразования».

5 Здесь и далее, если нет дополнительных пояснений, под фотоэлектрическим модулем подразумевается фотоэлектрический модуль любой конструкции из элементов, выполненных по любой технологии, в том числе фотоэлектрический модуль/устройство с концентратором.

3.1.5 **фотоэлектрический модуль;** ФМ (photovoltaic module, PV module): Устройство, конструктивно объединяющее в одной общей оболочке электрически соединенные между собой фотоэлектрические элементы, защищенное от окружающей среды и допускающее испытания и эксплуатацию в качестве независимой конструкционной единицы.

Примечание — Также может использоваться термин «фотоэлектрический солнечный модуль; ФСМ» в соответствии с *ГОСТ Р 51597*.

3.1.6 **контур потребления фотоэлектрической системы:** Все компоненты фотоэлектрической системы от выхода фотоэлектрической батареи до выхода системы.

3.1.7 **насосный агрегат** (pump unit, pump aggregate): Агрегат, состоящий из насоса и привода, соединенных между собой.

Примечание — Классификация насосов и насосных агрегатов по принципу действия и конструкции и определения видов насосов указаны в *ГОСТ ISO 17769-1*.

3.1.8 **электронасосный агрегат** (electrically driven pump): Насосный агрегат, в котором приводом является электродвигатель или электромагнитный блок.

3.1.9 **электронасос:** Насосный агрегат с приводом от электродвигателя/электромагнитного блока, узлы которого входят в конструкцию насоса.

3.1.10 **устройство преобразования энергии (фотоэлектрической системы);** УПЭ (power conversion equipment, PCE): Устройство, в котором происходит преобразование производимой фотоэлектрической батареей электрической энергии постоянного тока в энергию с необходимыми частотой и/или напряжением для питания нагрузки, и/или накопления, и/или передачи в электрическую сеть.

Примечание — Устройство преобразования энергии, установленное в фотоэлектрической системе, может также выполнять функции слежения за точкой максимальной мощности (поддержания работы фотоэлектрической батареи в режиме генерации максимальной мощности), управления частотой вращения, согласования нагрузки, регистрации, измерения и защиты и т. д.

3.1.11 **инвертор** (inverter): Устройство преобразования энергии, которое преобразует напряжение постоянного тока в одно- или многофазное напряжение переменного тока.

3.1.12 **конвертор:** Устройство преобразования энергии, которое преобразует поступающее на него напряжение постоянного тока в более высокое или низкое напряжение постоянного тока.

3.1.13 **устройство согласования нагрузки** (impedance matching): Устройство, осуществляющее поддержание работы фотоэлектрической батареи в точке максимальной мощности ее вольт-амперной характеристики (ВАХ) при изменении параметров ВАХ, связанном с изменением параметров окружающей среды, и/или при изменении параметров нагрузки.

3.1.14 **номинальное значение параметра электротехнического изделия (устройства):** Значение параметра электротехнического изделия (устройства), указанное изготовителем, при котором оно должно работать, являющееся исходным для отсчета отклонений.

Примечание — К числу параметров относятся, например, ток, напряжение, мощность.

3.1.15 **рабочее значение параметра электротехнического изделия (устройства):** Значение параметра электротехнического изделия (устройства), электротехнического изделия, указанное изготовителем, ограниченное допустимыми пределами.

3.1.16 **максимально возможное напряжение ФБ** (PV array maximum voltage): Максимальное напряжение холостого хода ФБ при стандартных условиях испытаний (СУИ) с поправкой на минимальную ожидаемую рабочую температуру и максимально возможную (в условиях эксплуатации, для которых предназначена ФБ) энергетическую освещенность.

Примечания

1 Если в состав ФБ входят фотоэлектрические модули/устройства с концентраторами, то при стандартных условиях испытаний для фотоэлектрических устройств и систем с концентраторами (СУИК).

Далее в тексте везде, где указаны условия испытаний СУИ, подразумевается, что для фотоэлектрических модулей/устройств с концентраторами, входящих в состав ФБ, при условиях СУИК.

2 Параметры СУИ (см. *ГОСТ Р 56980—2016, приложение В*): температура элемента 25 °С; энергетическая освещенность 1000 Вт/м^2; световой поток направлен нормально к воспринимающей поверхности; спектральный состав АМ 1,5 в соответствии с *ГОСТ Р МЭК 60904-3*. Для условий СУИК помимо этого должно быть прямое излучение.

3.1.17 **номинальная мощность ФБ:** Среднее значение максимальной мощности ФБ при СУИ по результатам испытаний.

3.1.18 **минимальная требуемая энергетическая освещенность:** Энергетическая освещенность, соответствующая стартовой мощности фотоэлектрической насосной системы при данной температуре окружающей среды (температуре ФБ) и напоре.

3.1.19 **характеристика насоса** (pump performance): Графическая зависимость основных технических показателей (напора, потребляемой мощности и КПД) от подачи для динамических насосов и от давления для объемных насосов при постоянных значениях частоты вращения, вязкости и плотности перекачиваемой жидкости на входе в насос.

3.1.20 **рабочая часть характеристики насоса** (regulating performance of pump): Зона характеристики насоса, в пределах которой рекомендуется его эксплуатация.

3.1.21 **оптимальный режим насоса** (optimum performance of pump): Режим работы насоса при максимальном значении КПД.

3.1.22 **допустимый рабочий диапазон:** Диапазон подач, напоров или давлений при точно указанных эксплуатационных условиях насоса, находящихся в пределах, ограниченных кавитацией, нагреванием, вибрацией, отклонением вала и другими подобными критериями.

Примечание — Этот диапазон определен изготовителем. Верхние и нижние пределы диапазона обозначены максимумом и минимумом подачи.

3.1.23 **напор насоса, гидростатический напор:** Величина, определяемая зависимостью

$$H = \frac{P}{\rho g}, \quad (1)$$

где P — давление насоса, Па;

ρ — плотность жидкой среды, кг/м^3;

g — ускорение свободного падения, м/с^2.

3.1.24 **полный напор:** Напор, наблюдаемый в точке x, соответствующий сумме высоты точки x, гидростатического напора и скоростного напора перекачиваемой жидкости в точке x.

3.1.25 **номинальный напор:** Напор, обеспечивающий номинальную подачу при номинальной частоте и заданной плотности перекачиваемой жидкости.

3.1.26 **предельное давление** (фотоэлектрической насосной системы): Наибольшее давление на выходе насоса, на которое рассчитана его конструкция.

3.1.27 **оптимальная подача:** Подача в точке максимального КПД.

3.1.28 **максимальная (минимальная) подача:** Наибольшая (наименьшая) подача, которая ожидается при эксплуатации.

3.1.29 **максимальная (минимальная) допустимая подача:** Наибольшее (наименьшее) значение подачи, допустимое в условиях продолжительной работы насоса без риска получения внутренних повреждений при условии его работы на заданной частоте и использовании той жидкости, для работы с которой он предназначен.

3.1.30 **номинальная частота:** Частота для получения номинальных показателей, устанавливаемая изготовителем.

3.1.31 **максимальная (минимальная) допустимая непрерывная частота вращения насоса:** Наибольшая (наименьшая) частота вращения насоса, установленная изготовителем для непрерывной работы.

3.1.32 **статический уровень** (водоисточника): Уровень воды в водоисточнике (от поверхности почвы до зеркала воды в водоисточнике), когда откачка воды из него не производится.

Примечание — При откачке воды из водоисточника уровень воды понижается до тех пор, пока не достигнет некоторого минимального значения, которое называют динамическим уровнем.

3.1.33 **динамический уровень** (водоисточника): Установившийся постоянный уровень воды в водоисточнике (от поверхности почвы до зеркала воды в скважине) при ее активной откачке.

Примечание — В зависимости от интенсивности откачки динамический уровень может меняться.

3.1.34 **дебит водоисточника:** Объем воды, стабильно поступающий из водоисточника в единицу времени.

Примечание — Дебит является интегральной характеристикой водоисточника, определяющей его способность генерировать воду при заданном режиме эксплуатации и зависящей от его связей с прилегающими водоносными слоями, истощения этих слоев, а также сезонных колебаний грунтовых вод.

3.1.35 **период водоподачи:** Дни года, в которые необходима водоподача.

3.2 В настоящем стандарте применены следующие обозначения:

E — энергетическая освещенность, Вт/м^2;

E_{max} — энергетическая освещенность в солнечный полдень (t = 0), Вт/м^2;

E_{min} — минимальная требуемая энергетическая освещенность, Вт/м^2;

$H_{сист}$ — напор на выходе фотоэлектрической насосной системы, м;

$H_{сут}$ — заданный/требуемый суточный приход солнечной радиации, Вт·ч/м^2·сутки;

$I_{к.з}$ — ток короткого замыкания ФБ, А;

$I_{к.з\ э}$ — ток короткого замыкания эталонного прибора, А;

$I_{ИФБ}$ — ток на выходе имитатора ФБ, А;

$I_{ФБ}$ — ток на выходе ФБ, А;

$I_{max\ ФБ}$ — ток ФБ, соответствующий ее максимальной мощности, А;

$I_{=}$ — ток электродвигателя постоянного тока, А;

$I_{\sim}$ — ток электродвигателя переменного тока или электромагнитного привода, А;

M — крутящий момент (момент на соединительной муфте электродвигателя), Н·м;

n — частота вращения насоса, с$^{-1}$, мин$^{-1}$, об/мин;

$P_{старт}$ — стартовая мощность фотоэлектрической насосной системы, Вт;

$P_{ФБ}$ — мощность ФБ, Вт;

$P_{max\ ФБ}$ — максимальная мощность ФБ, Вт;

$p_{сист}$ — давление на выходе фотоэлектрической насосной системы, Па;

$Q_{в.с}$ — расход (при водопотреблении), м^3/ч;

$Q_{сист}$ — подача (объемная подача) фотоэлектрической насосной системы, м^3/ч;

$T_в$ — температура воды на входе в насос, °С;

$T_{окр}$ — температура окружающей среды, °С;

$T_{ФБ}$ — температура фотоэлектрической батареи, °С;

$T_э$ — температура эталонного прибора во время измерений;

t — время суток;

t_0 — время восхода/заката, ч: $-t_0$ — время восхода, $+t_0$ — время заката;

$2t_0$ — продолжительность светового дня, ч;

$U_{ИФБ}$ — напряжение на выходе имитатора ФБ, В;

$U_{ФБ}$ — напряжение на выходе ФБ, В;

$U_{max\ ФБ}$ — напряжение ФБ, соответствующее ее максимальной мощности, В;

$U_{=}$ — напряжение электродвигателя постоянного тока, В;

$U_{\sim}$ — напряжение электродвигателя переменного тока или электромагнитного привода, В;

$V_{сист\ сут}$ — суточный объем воды, перекачиваемый фотоэлектрической насосной системой, м^3;

$V_{в.п\ сут}$ — суточный объем водопотребления, м^3;

v — скорость ветра, м/с,

$\eta_{КП}$ — общий КПД компонентов контура потребления фотоэлектрической системы, %,

$\eta_{аг}$ — КПД насосного агрегата, %;

$\eta_{нас}$ — КПД насоса, %;

$\eta_{пр}$ — коэффициент полезного действия (КПД) электропривода, %;

$\eta_{сист}$ — КПД фотоэлектрической насосной системы, %;

$\eta_{У}$ — общий КПД всех отдельных устройств, осуществляющих функции управления, согласования нагрузки, преобразования энергии, %;

$\eta_{ФБ}$ — КПД фотоэлектрической батареи, %;

ρ — плотность (плотность перекачиваемой жидкости), кг/м^3.

4 Типы автономных фотоэлектрических насосных систем для подачи воды

Для определения выходных характеристик и параметров автономных фотоэлектрических насосных систем для подачи воды важным является разделение испытуемых систем по их структуре. По структуре автономные фотоэлектрические системы для подачи воды подразделяют на пять основных типов, описания которых приведены в таблице 1.

Схемы структуры автономных фотоэлектрических насосных систем для подачи воды каждого типа с указанием измеряемых при испытаниях параметров показаны на рисунке 1.

Таблица 1 — Типы автономных фотоэлектрических насосных систем для подачи воды в зависимости от их структуры

Тип	Описание
A	Системы с электродвигателем(ями) постоянного тока, в которых электронасосный агрегат подключен к ФБ непосредственно или через встроенное в него устройство управления с функцией согласования нагрузки
B	Системы с электродвигателем(ями) постоянного тока, в которых электронасосный агрегат подключен к ФБ через встроенное в него устройство управления и отдельное устройство согласования нагрузки
C	Системы с бесколлекторным(и) электродвигателем(ями) постоянного тока, в которых электронасосный агрегат подключен к ФБ через отдельные устройства управления и согласования нагрузки или через одно отдельное устройство, выполняющие указанные функции
D	Системы с электронасосными агрегатами переменного тока, в которых электронасосный агрегат подключен к ФБ через отдельное(ые) устройство(а), выполняющее(ие) функции преобразования энергии, управления и согласования нагрузки (например, инвертор)
E	Системы с вибрационными электронасосными агрегатами однофазного переменного тока, в которых электронасосный агрегат подключен к ФБ через специальный инвертор, который выполняет также функции управления и согласования нагрузки
Примечание — Наличие и варианты подключения устройств, обеспечивающих аккумулирование выработанной ФБ энергии и ее использование для запуска насоса, не влияют на разделение автономных фотоэлектрических насосных систем для подачи воды в их зависимости от структуры.	

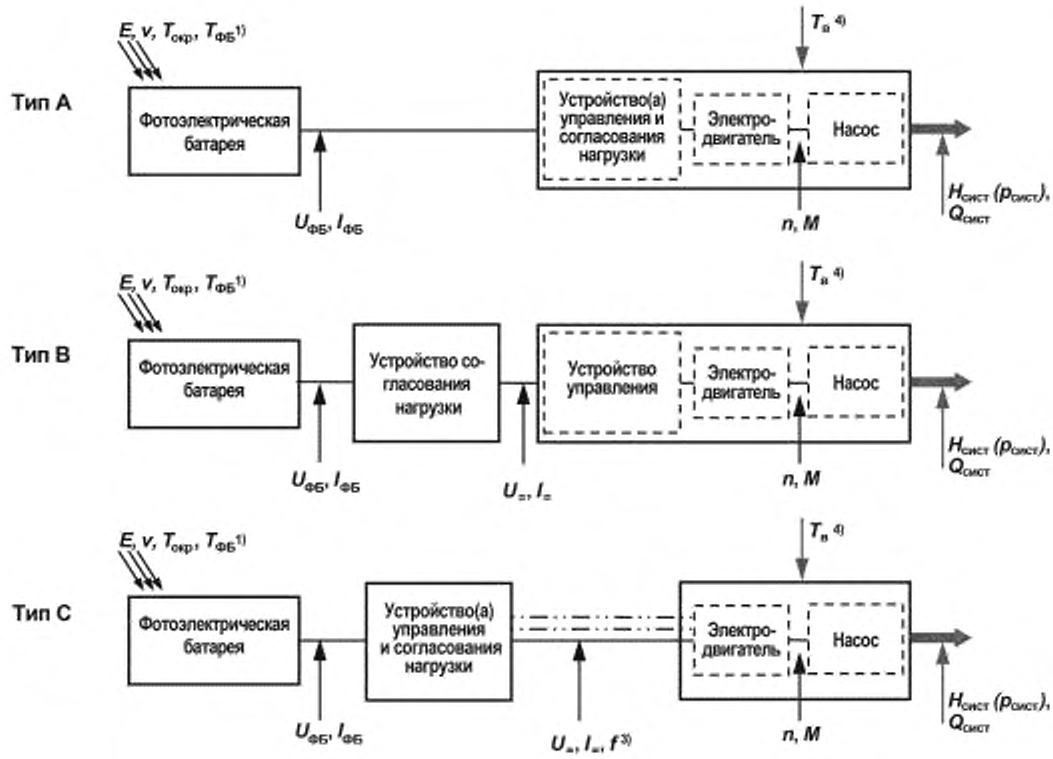
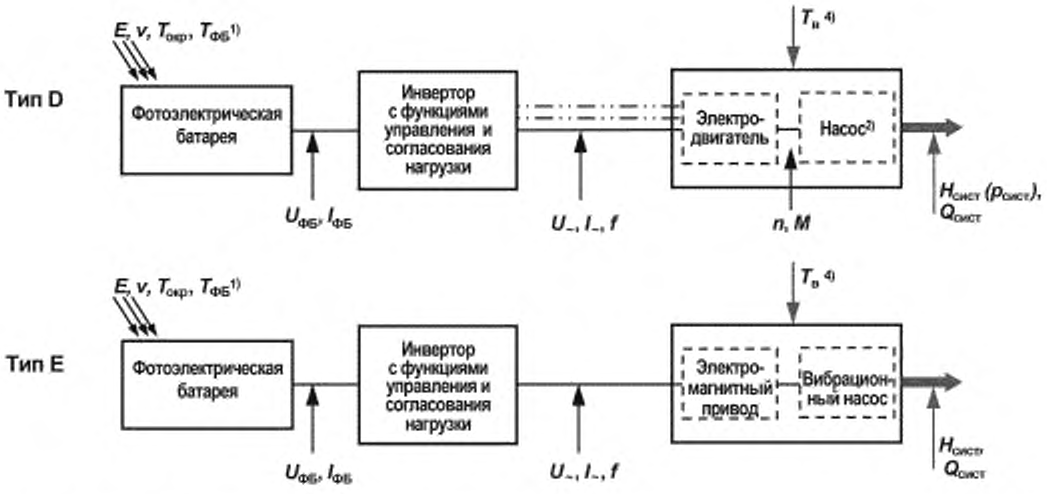


Рисунок 1, лист 1 — Схемы основных типов автономных фотоэлектрических насосных систем для подачи воды



[1] Измеряют при эксплуатации и испытаниях в натурных условиях.
[2] Кроме вибрационных электронасосов.
[3] Тактовая частота постоянного тока, пульсации постоянного тока и напряжения.
[4] Измеряют на входе в насос или электронасосный агрегат.

Примечания

1 Устройства для аккумулирования энергии, которые могут использоваться в системе любого типа для запуска насоса, на схемах не показаны.

2 Показаны параметры, которые измеряют при определении выходных характеристик систем.

Рисунок 1, лист 2

5 Требования к компонентам

5.1 Общие положения

Автономные фотоэлектрические насосные системы для подачи воды включают следующие основные компоненты:

- фотоэлектрическую батарею;
- электронасосный агрегат;
- в зависимости от типа системы (см. раздел 4) одно или несколько устройств, выполняющих функции управления (в том числе частотой), согласования нагрузки и преобразования энергии, например, инвертор с функциями управления и согласования нагрузки, устройство управления с функцией согласования нагрузки и т. п.

Примечание — Устройство(а), выполняющее(ие) функции управления и согласования могут быть выполнены отдельно от насосного агрегата или встроены в него (см. раздел 4);

- накопитель энергии (менее 100 Вт·ч), если его используют для запуска насоса, например, аккумуляторная батарея или энергоемкий конденсатор.

А также:

- электропроводку;
- аппараты и устройства защиты и коммутации;
- компоненты системы заземления и уравнивания потенциалов;
- компоненты системы молниезащиты;
- трубопроводы;
- арматуру и сопутствующие части трубопроводов;
- измерительные приборы.

Автономные фотоэлектрические насосные системы для подачи воды являются одним из приложений фотоэлектрических систем, поэтому компоненты этих систем должны отвечать требованиям

всех соответствующих стандартов, относящихся к компонентам фотоэлектрических систем, в том числе *ГОСТ Р МЭК 62093*.

Все компоненты должны соответствовать следующим требованиям:

- в части, не противоречащей требованиям настоящего стандарта, отвечать требованиям, установленным в Правилах устройства электроустановок [1] и стандартах на низковольтные электроустановки, в частности в *ГОСТ Р 50571.3* и *ГОСТ Р 50571.7.712*, и требованиям эксплуатационной безопасности;
- быть совместимы,
- быть сертифицированы по соответствующим стандартам;
- иметь маркировку изготовителя установленного образца;
- быть полностью укомплектованы и сопровождаться соответствующей технической документацией (см. также раздел 6), в том числе включающей сертификаты и характеристики компонентов, как минимум указанные в приложении А настоящего стандарта;
- быть предназначены для работы как минимум в тех же условиях эксплуатации (быть того же климатического исполнения), что и система.

Выходные электрические и гидравлические параметры и характеристики компонентов (условия эксплуатации, тип тока, значения тока, напряжения, номинальной мощности, подачи насоса и т. п.) должны соответствовать электрическим и гидравлическим параметрам и характеристикам системы в целом.

5.2 Требования к отдельным компонентам

Компоненты ФБ и ФБ в целом, а также монтаж и установка компонентов ФБ, должны отвечать требованиям *ГОСТ Р 56978*[*].

Фотоэлектрические модули должны соответствовать требованиям соответствующих стандартов[**]. Для фотоэлектрических модулей на основе кристаллического кремния — как минимум *ГОСТ Р 56980*, для тонкопленочных фотоэлектрических модулей — как минимум *ГОСТ Р МЭК 61646*, для фотоэлектрических модулей и устройств с концентраторами — как минимум *ГОСТ Р 56983*. Безопасность фотоэлектрических модулей должна соответствовать требованиям *ГОСТ Р МЭК 61730-1* и *ГОСТ Р МЭК 61730-2*[***].

Примечание — В зависимости от конструктивного исполнения фотоэлектрических модулей (плоские односторонние, двусторонние, с концентраторами, интегрированные и т. п.) и технологии, на основе которой они изготовлены, может быть необходимо установить дополнительные требования к фотоэлектрическим компонентам ФБ как части системы, а также может быть необходим расширенный набор данных о фотоэлектрических модулях и ФБ.

Несущие конструкции и система слежения (при ее наличии) с установленными на них фотоэлектрическими модулями должны быть способны противостоять ветровой нагрузке. Изготовителем должны быть предоставлены расчеты и/или подтверждения соответствия этому требованию. Система слежения (при ее наличии) должна отвечать требованиям *ГОСТ Р 57229*.

Если ФБ проектируют и изготавливают одновременно с автономной фотоэлектрической насосной системой для подачи воды, то до испытаний всей системы ФБ должна пройти все обязательные испытания, установленные для ФБ.

Устройства преобразования энергии должны отвечать таким же требованиям, как требования к преобразователям энергии для фотоэлектрических систем, приведенные в соответствующих стандартах Международной электротехнической комиссии (МЭК)[****].

Инвертор, используемый в системе с вибронасосами, должен быть специально разработан или модифицирован в соответствии с особенностями вибронасоса данного типа и производителя.

Центробежные насосы должны соответствовать требованиям *ГОСТ Р 54806*, объемные — *ГОСТ 13823*. Типы и основные параметры насосов и электронасосных агрегатов должны отвечать требованиям стандарта для данного вида насосов в части, не противоречащей *ГОСТ Р 54806* или *ГОСТ 13823*. Бытовые насосы и электронасосные агрегаты, например вибрационные, должны отвечать требованиям *ГОСТ 26287*. Динамические насосы должны быть испытаны по *ГОСТ 6134*.

---

[*] См. также [2].

[**] См. также [3].

[***] См. также [4] и [5].

[****] См. [6].

Вибронасосы должны быть предназначены для работы при частоте 50 Гц.

Насосы и электронасосные агрегаты должны отвечать требованиям безопасности, установленным в *ГОСТ 31839*, погружные и полупогружные насосы и электронасосные агрегаты — также установленным в *ГОСТ 31840*. Насосы бытового и аналогичного применения должны отвечать требованиям безопасности, установленным в *ГОСТ IEC 60335-2-41*, а также требованиям *ГОСТ 30805.14.1, ГОСТ 30805.14.2*.

Корпуса распределительных щитов и соединительных коробок, шкафы или блоки для размещения в них устройств управления, согласования нагрузки, преобразования энергии и другие оболочки технических средств защиты, коммутации, соединения и управления должны соответствовать требованиям *ГОСТ IEC 60947-1*.

Электропроводка должна отвечать требованиям [1], стандартов на низковольтные электроустановки, в частности *ГОСТ Р 50571.5.52*, и требованиям *ГОСТ Р 56978*. До принятия стандартов на кабели для фотоэлектрических устройств рекомендуется, чтобы кабели ФБ отвечали требованиям стандартов на электрические кабели*.

В частности, электропроводка должна отвечать следующим требованиям:

- иметь максимальную длительную рабочую температуру, соответствующую предполагаемым условиям эксплуатации;
- обеспечивать достаточное уменьшение провисания, вызванного цикличностью температуры, и достаточное предотвращение избыточных натяжений;
- размещение, крепление и защита проводов и кабелей должна исключать накопление воды,
- кабели и провода должны быть водостойкими;
- проводка должна быть механически прочной и выдерживать возможные механические нагрузки, связанные с воздействием окружающей среды в месте установки (ветер, снег, обледенение и т. п.);
- при возможной эксплуатации в условиях воздействия солевого тумана или другой коррозионно-опасной среды (например, вблизи животноводческих предприятий) кабели и провода должны быть многожильными с плетеными проводниками из луженой меди для предотвращения ухудшения характеристик;
- кабели и провода должны быть пожаростойкими в соответствии с *ГОСТ IEC 60332-1-2*;
- при наружной установке кабели и провода должны быть стойкими к воздействию ультрафиолетового (УФ) излучения и иметь УФ-стойкие крепления, или должны быть защищены от воздействия УФ-излучения соответствующей защитой, или должны быть проложены в коробах или аналогичных защитных конструкциях, стойких к воздействию УФ-излучения.

Если для запуска насоса используется аккумуляторная батарея, она должна отвечать требованиям *ГОСТ Р МЭК 61427-1*.

Электрооборудование на стороне переменного тока должно быть рассчитано на применение в цепях переменного тока.

Защита от прикосновения, несанкционированного доступа и водонепроницаемость должны соответствовать требованиям *ГОСТ 14254*.

Уровень защиты от электромагнитного излучения должен соответствовать требованиям *ГОСТ 30804.6.2*, *ГОСТ 30804.6.3* и *ГОСТ Р 51524*.

Электрические компоненты и электронное оборудование (устройства управления, преобразования энергии, защиты и т. п.) должны быть испытаны аналогично тому, как указано в соответствующих стандартах МЭК**.

Помимо испытаний на термоциклирование при высокой влажности, установленных для отдельных типов электронного оборудования, все электронное оборудование должно пройти не менее пяти циклов испытаний на тепловлагостойкость по *ГОСТ Р МЭК 60068-2-30* при температуре как минимум 45 °С для обычного исполнения системы и 55 °С, если система предназначена для работы в тропическом климате.

Защищенность упакованного электронного оборудования при транспортировании должна соответствовать требованиям *ГОСТ 28203, ГОСТ 30630.1.2****.

---

* См. также [7] и [8].

** См. [6], а также МЭК 60146 [9] и МЭК 62477-1 [10] в части, не противоречащей [6].

*** См. также [11].

Компоненты систем заземления и уравнивания потенциалов должны отвечать требованиям [1] и *ГОСТ Р 50571.5.54*.

Меры по грозозащите должны соответствовать требованиям стандартов на компоненты, в частности требованиям *ГОСТ Р 56978* и в части, не противоречащей требованиям этих стандартов, требованиям *ГОСТ Р МЭК 62305-1, ГОСТ Р МЭК 62305-2*, СО 153-34.21.122 [12], РД 34.21.122 [13]*.

Любые компоненты, предназначенные для эксплуатации вне помещения, включая технические средства для внешнего подключения, должны быть коррозионно-устойчивыми. Изготовитель должен предоставить подтверждения того, что компоненты системы обладают достаточным уровнем такой устойчивости.

Свойства воды (химическая активность, содержание в ней твердых включений и т. п.), на перекачивание которой рассчитаны компоненты системы, должны соответствовать требованиям соответствующих нормативных документов для этих компонентов и соответствовать этим показателям, указанным для системы в целом.

Свойства воды (химическая активность, содержание в ней твердых включений и т. п.), на перекачивание которой рассчитана автономная фотоэлектрическая насосная система для подачи воды, должны соответствовать свойствам воды водоисточника.

По согласованию с изготовителями компонентов допускается, чтобы компоненты были рассчитаны на перекачивание воды, свойства которой отличаются от свойств воды водоисточника на объекте и/или регламентированных нормативными документами для данного компонента, если при этом предусмотрены соответствующие мероприятия (снижение гарантированного технического ресурса, повышение номинальной мощности, подачи, повышенные нормы резервирования и т. д.).

5.3 Предупреждающие знаки и надписи

Все знаки и надписи должны отвечать требованиям *ГОСТ Р 56978—2016, подраздел 9.2*. Примеры знаков приведены в приложении В.

Знак, аналогичный приведенному на рисунке В.1, предупреждающий о наличии ФБ на объекте, например на здании, должен быть установлен:

- в месте размещения ФБ (фотоэлектрических модулей);
- в месте установки и снятия показаний измерительных приборов (в том числе счетчика), в месте установки панели индикации и/или управления, если она установлена на расстоянии от места установки ФБ;
- в месте размещения оборудования контура потребления фотоэлектрической системы или распределительного щита, к которым подведено питание от УПЭ;
- во всех точках отключения всех источников питания.

Вместо знака, приведенного на рисунке В.1, для ФБ напряжением более 120 В, установленных на объекте, например на здании, или рядом с главным распределительным щитом объекта, должен быть установлен предупреждающий знак, аналогичный приведенному на рисунке В.6. Знак должен включать значение максимально возможного напряжения и тока короткого замыкания ФБ.

На месте установки ФБ должны быть размещены инструкция о способах аварийного отключения и электрическая монтажная схема.

На распределительном щите фотоэлектрической насосной системы (если ФБ подключена непосредственно к этому щиту) должно быть размещено предупреждение о том, что проводящие части распределительного щита могут находиться под напряжением даже при отключенном устройстве преобразования энергии (устройстве управления и устройстве согласования нагрузки).

На соединительных коробках ФБ, фотоэлектрических цепочек и фотоэлектрических групп должен быть установлен предупреждающий знак, аналогичный приведенному на рисунке В.2 «Солнечная установка. Постоянный ток». На соединительных коробках должен быть установлен предупреждающий знак «Под напряжением при освещении» и/или, например, «Стой! Напряжение» [см. рисунки В.3 c) и d)].

Выключатель-разъединитель ФБ должен быть обозначен знаком, расположенным в заметном месте рядом с выключателем-разъединителем (пример знака см. рисунок В.5).

Электропроводка ФБ должна быть маркирована надписью, аналогичной приведенной на рисунке В.2 «Солнечная установка. Постоянный ток», одним из следующих способов:

- нанесена непосредственно на кабель (провод) и быть четкой и несмываемой;

* См. также [14], [15].

- выполнена легко различимыми цветными ярлыками, при отсутствии четкой надписи, нанесенной непосредственно на кабель (провод). Ярлыки должны размещаться с интервалом не более 5 м в нормальных условиях или с интервалом не более 10 м на прогонах с прямой видимостью от ярлыка до ярлыка;

- выполнена на внешней поверхности защитных конструкций с интервалами не более 5 м при установке кабеля в коробах, трубах и т. п.

На корпусах распределительных щитов и соединительных коробок, шкафах или блоках для размещения в них устройств управления, согласования нагрузки, преобразования энергии и других оболочках технических средств защиты, коммутации, соединения и управления должны быть размещены предупреждения о том, что установленные на стороне постоянного тока плавкие предохранители или автоматические выключатели не должны, соответственно, выниматься или выключаться под нагрузкой (пример см. в приложении В).

На аппаратах и устройствах коммутации и всех соединениях кабелей (проводов) должен быть установлен предупреждающий знак «Под напряжением при освещении» и/или, например, «Стой! Напряжение» [рисунки В.3 c) и d) соответственно].

На всех аппаратах и устройствах коммутации должны быть ясно обозначены положения «Вкл.» и «Откл.».

На аппаратах и устройствах коммутации, не рассчитанных на отключение, разъединение под нагрузкой (например, разъемах, предназначенных только для монтажа ФМ на месте установки), должен быть установлен знак «Под напряжением! Не разъединять» (см. рисунок В.4) или «Под нагрузкой не включать/отключать» [см. рисунок В.3 b)].

Места присоединения заземляющих проводников, элементы систем заземления должны быть обозначены символом ⏚.

6 Требования к документации

6.1 Общие положения

Комплект документов на автономную фотоэлектрическую насосную систему для подачи воды должен быть составлен на русском языке и включать:

- название, контактное лицо, телефон, адрес/электронный адрес организации, выполнявшей изготовление, проектирование и монтаж системы. Если за изготовление, проектирование или монтаж системы отвечает более одной организации, например отдельная организация выполняла проектирование, изготовление или монтаж ФБ одновременно с проектированием, изготовлением или монтажом системы, то должна быть приведена указанная информация о каждой организации с описанием степени ее участия;
- технические характеристики системы, как минимум указанные в 6.3;
- руководство по эксплуатации;
- перечень компонентов системы;
- полные комплекты документов всех компонентов, предоставляемые изготовителями компонентов, включающие как минимум:
  - паспорта и техническую документацию, в том числе данные о параметрах и характеристиках компонентов (пример формы предоставления информации о технических характеристиках основных компонентов с минимальным набором требуемых данных приведен в приложении А);
  - сертификаты;
  - гарантийные документы, включающие в том числе дату начала гарантии и гарантийный срок;
- полный комплект схем и чертежей системы (схему всей конструкции со ссылками на соответствующие детальные схемы, электрическую монтажную схему и другие схемы: например, схемы управления, схемы размещения компонентов системы и компонентов ФБ, функциональную схему, схему последовательно-параллельных соединений ФМ, схему размещения и ориентации ФМ, чертежи насоса/насосного агрегата с особым вниманием к маркировке деталей, чертежи и спецификации конструкций, например монтажных конструкций, и схемы их установки и т. д.).

Примечание — Требования к электрической монтажной схеме ФБ см. *ГОСТ Р 56978—2016, подраздел 10.3;*

- данные о системах заземления и уравнивания потенциалов, молниезащиты и/или инструкции по заземлению, уравниванию потенциалов и молниезащите (при необходимости);

- инструкцию по монтажу;
- перечень необходимых для монтажа инструментов и оборудования;
- инструкции по проведению испытаний при монтаже, приемо-сдаточных, проверочных и периодических испытаний, включая все соответствующие места проверок и испытательные процедуры, по крайней мере:
  - определение всех выходных характеристик и параметров системы, указанных в 6.3, в соответствии с разделом 7;
  - проверку работоспособности системы;
  - измерения выходных параметров фотоэлектрических компонентов и ФБ в целом;
  - проверку работоспособности ФБ;
  - проверку целостности контура заземления;
- результаты, протоколы и документы всех испытаний и проверок, начиная от испытаний при монтаже, типовых испытаний и приемо-сдаточных испытаний;
- перечень запасных частей;
- данные о возможности проведения любых строительных и иных сторонних работ, которые могут оказать влияние на работу системы (например, работы на крыше, если фотоэлектрические модули размещены на крыше, использование земли под конструкциями с фотоэлектрическими модулями и т. п.);
- требования к квалификации обслуживающего персонала;
- информацию о размещении предупреждающих знаков и надписей;
- данные о сроке службы;
- гарантийные документы;
- правила хранения и транспортирования;
- инструкцию по выводу из эксплуатации и утилизации.

Вся необходимая информация по установке, функционированию, обслуживанию и т. п. должна быть непосредственно включена в соответствующие документы без ссылок на спецификации изделий или инструкции изготовителей отдельных компонентов, даже если они включены в поставку.

Если система включает компоненты, специально разработанные и изготовленные для данной системы, в документации системы должен быть отдельный список таких компонентов, а также документы, подтверждающие их пригодность для использования, результаты испытаний и гарантии изготовителя.

В руководстве по эксплуатации и инструкции по проведению испытаний должна быть приведена информация о том, что проводящие части распределительного щита системы (если ФБ подключена непосредственно к этому щиту) могут находиться под напряжением даже при отключенном устройстве преобразования энергии (устройстве управления и устройстве согласования нагрузки) и о том, что на компонентах ФБ может быть напряжение в любое время суток, независимо от того, разомкнут ли выключатель-разъединитель ФБ и выключены ли все остальные устройства системы.

В состав комплекта документов на систему должен входить оперативный журнал, в который в процессе эксплуатации системы заносят данные о ее текущем состоянии и значения контролируемых параметров.

Примечание — Для небольших систем, эксплуатация которых не требует постоянного присутствия квалифицированного обслуживающего персонала, составляется отдельное сокращенное руководство по эксплуатации (руководство пользователя), включающее необходимую часть данных из документов, перечисленных в настоящем подразделе, достаточную для обслуживания системы потребителем. В таком руководстве должно быть четко указано, какие процедуры запрещается проводить без соответствующей квалификации.

6.2 Руководство по эксплуатации

Руководство по эксплуатации должно включать:
- перечень компонентов;
- порядок функционирования системы;
- инструкцию по запуску и выключению системы;
- инструкцию по технике безопасности;
- инструкцию по техническому обслуживанию;
- рекомендуемые графики обслуживания системы (в том числе чистки фотоэлектрических модулей);
- инструкцию по замене компонентов;
- список инструментов, приспособлений и материалов, используемых при обслуживании;
- руководство по выявлению неисправностей, распространяющееся на все компоненты системы;

- инструкцию по устранению неисправностей, не требующих вызова специалистов;
- порядок аварийного отключения;
- инструкцию по работе в аварийных ситуациях, в том числе меры защиты и порядок работы под напряжением.

В руководство по выявлению неисправностей и инструкцию по устранению неисправностей должны быть включены процедуры диагностики и ремонта, которые могут быть выполнены изготовителями компонентов и изготовителем системы. Должно быть четко разграничено и указано, какие процедуры должны выполняться только изготовителями компонентов, только изготовителем системы и/или квалифицированным персоналом и какие процедуры могут быть выполнены пользователем (владельцем системы) (если система может эксплуатироваться без постоянного обслуживающего персонала).

6.3 Технические характеристики системы

В технической документации, прилагаемой к автономной фотоэлектрической системе для подачи воды, должны быть указаны как минимум следующие параметры и характеристики системы.

Выходные характеристики и параметры:

- семейство зависимостей подачи системы от мощности ФБ при разных постоянных значениях напора на выходе системы и номинальной частоте;
- семейство зависимостей подачи системы от энергетической освещенности при разных постоянных значениях напора на выходе системы и номинальной частоте, для температуры элемента ФБ при СУИ 25 °С;
- семейство зависимостей подачи системы от напора на выходе системы при номинальной частоте или при нескольких постоянных значениях частоты;
- максимальный КПД системы, КПД фотоэлектрической батареи и общий КПД компонентов контура потребления системы и семейство зависимостей КПД системы от подачи при разных постоянных значениях напора на выходе системы и номинальной частоте;
- номинальный напор (или давление — для объемных насосов),
- номинальная подача;
- номинальная частота (частота вращения насоса, тактовая частота и т. п.);
- стартовая мощность и соответствующая ей минимальная требуемая энергетическая освещенность при номинальном напоре, номинальной частоте и для температуры элемента ФБ при СУИ 25 °С или, если необходимо, графики зависимости стартовой мощности от напора и минимальной требуемой энергетической освещенности от напора и температуры окружающей среды (или температуры элемента ФБ).

Примечания

1 Для систем с объемными насосами выходным параметром является давление вместо напора, и соответственно, все указанные характеристики определяются в зависимости от давления на выходе системы.

2 Все указанные выходные характеристики и параметры системы должны соответствовать условиям работы системы с чистой холодной водой, параметры которой соответствуют указанным в *ГОСТ 6134—2007, таблица 5.4*. Если указанные характеристики и параметры системы определены для работы системы с водой, характеристики которой отличны от установленных в *ГОСТ 6134—2007, таблица 5.4*, и выходят за пределы, указанные в *таблице 5.5 ГОСТ 6134—2007*, то должны быть приведены характеристики воды, для которой определены характеристики и параметры системы. Рекомендуется также указать, как изменятся выходные характеристики и параметры системы, если она будет работать с водой, имеющей иные характеристики.

Условия эксплуатации, на которые рассчитана система (перечень основных данных, исходя из которых определяются условия эксплуатации системы, см. в 8.2):

- максимальная и минимальная температуры окружающей среды;
- скорость ветра/диапазон скорости ветра;
- приход, диапазон прихода солнечной радиации или классы прихода солнечной радиации по *ГОСТ Р МЭК 62124*;
- высота над уровнем моря;
- атмосферное давление;
- особенности объекта, места эксплуатации, системы водопотребления или другие аналогичные ограничения, учтенные при создании системы (если учитывались);
- требования к водоисточнику и/или перекачиваемой воде (если для применения системы есть подобные ограничения).

А также:

- уставки устройств управления, согласования нагрузки, преобразования энергии;
- параметры срабатывания аварийного отключения;
- диапазон отклонения от точки максимальной мощности;
- ориентация фотоэлектрических модулей (если устанавливается, но не задана производителем ФБ) или описание принципа слежения за Солнцем;
- параметры на выходе насоса для присоединения напорного трубопровода;
- параметры трубопроводов (марка, длина, диаметр и т. п.) и гидроаппаратуры, на которые рассчитана система, или максимально допустимые потери в напорном трубопроводе.

7 Методы определения выходных характеристик

7.1 Общие положения

Методы испытаний, устанавливаемые в настоящем стандарте, предназначены для определения выходных характеристик и параметров автономной фотоэлектрической насосной системы для подачи воды на всех стадиях ее жизненного цикла — от разработки до внедрения и эксплуатации.

Конечные значения выходных параметров и характеристики системы должны быть определены на основе испытаний в натурных условиях.

Проведение всех испытаний, установленных в настоящем стандарте, с полностью собранной системой на месте эксплуатации до начала ее эксплуатации является обязательным.

Рекомендуется до испытаний в натурных условиях все испытания, установленные в настоящем разделе, провести в лабораторных условиях и использовать полученные результаты при испытаниях в натурных условиях.

Если при испытаниях в процессе создания системы или испытаниях системы, изготовленной для индивидуального проекта, какие-либо компоненты испытуемой системы, изготовленные одновременно с системой/специально для системы, не прошли какие-либо обязательные испытания, то до начала испытаний по настоящему разделу указанные компоненты должны пройти все недостающие испытания, установленные в нормативных документах. В процессе этих испытаний должно быть подтверждено соответствие параметров указанных компонентов требуемым/заявленным значениям.

В качестве номинальных значений параметров испытуемой системы и ее компонентов, например значений максимальной мощности ФБ, номинальной частоты, максимального допустимого напора, вольт-амперных характеристик и т. п., используют значения, указанные изготовителем в паспортных данных, или при начальных испытаниях — расчетные значения, указанные в проекте.

Примечание — Если настоящий стандарт используется для проведения испытаний в процессе изготовления испытуемой системы, указанные параметры определяются расчетами и испытаниями по настоящему разделу.

Испытания проводят на основании *ГОСТ 6134*, *ГОСТ Р 54806*, или *ГОСТ 13823*, или *ГОСТ 26287*, *ГОСТ Р МЭК 61829*[*], *ГОСТ Р МЭК 61583-1*, *ГОСТ Р МЭК 60904-1*, *ГОСТ Р МЭК 61214*, также используя, если это необходимо, соответствующие стандарты МЭК по измерению ВАХ фотоэлектрических приборов разных типов[**].

При испытаниях в натурных условиях с ФБ определяющее значение для достоверности и сопоставимости результатов имеет точность определения энергетической освещенности рабочих поверхностей фотоэлектрических модулей и температуры ФБ (температуры элемента, температуры перехода ФБ). Точность определения температуры ФБ, в свою очередь, зависит от способа ее определения, предпочтительным является способ определения температуры ФБ как эквивалентной температуры элемента по *ГОСТ Р МЭК 60904-5* (см. также *ГОСТ Р 56980* и *ГОСТ Р МЭК 61829*).

При испытаниях в натурных условиях с ФБ следует принять все меры для того, чтобы обеспечить определение мощности ФБ при сходных условиях испытаний, то есть минимизировать величину поправок выполнением измерений при примерно одинаковых значениях температуры и энергетиче-

[*] См. также [16].

[**] См., например, МЭК 60904-1-2 [17] для двусторонних фотоэлектрических модулей и МЭК 60904-1-1 [18] для модулей из многослойных элементов.

ской освещенности. Если необходимо, должны быть выполнены процедуры коррекции по температуре и энергетической освещенности аналогично *ГОСТ Р МЭК 61829*, *ГОСТ Р МЭК 60891* и *ГОСТ Р МЭК 61583-1*[*], учитывая требования *ГОСТ Р МЭК 60904-1—2013, раздел 3.* Все значения — измеренные, значения поправок и конечные значения должны быть приведены в протоколе испытаний.

При испытаниях с ФБ на результаты измерений влияют угловая и спектральная зависимости выходных параметров фотоэлектрических модулей и, соответственно, выходных параметров ФБ. Это влияние должно быть определено, учтено и зафиксировано в протоколе испытаний.

Примечание — Везде, где речь идет о рабочих поверхностях фотоэлектрических модулей, в случае фотоэлектрических модулей/устройств с концентраторами имеется в виду входная апертура концентратора.

При проведении испытаний в натурных условиях и определении конечных значений параметров следует учитывать, что:

- потери в напорном трубопроводе могут заметно повлиять на выходные характеристики испытуемой системы;
- если испытуемая система изготовлена не по индивидуальному проекту и параметры трубопровода заранее неизвестны, потери в напорном трубопроводе на месте эксплуатации могут отличаться от потерь в трубопроводе при натурных испытаниях.

Последовательность определения выходных характеристик и параметров системы не имеет значения. Испытания по 7.8—7.11 могут проводиться одно за другим или отдельно, через временной интервал (испытательный стенд и/или испытуемую систему в этом случае каждый раз собирают заново). Испытания по 7.8 и 7.9 могут быть объединены в одно испытание.

При испытаниях должны быть соблюдены требования техники безопасности и не должен быть нанесен вред окружающей среде.

Персонал, проводящий испытания, должен строго соблюдать инструкции изготовителя по эксплуатации, монтажу и подключению испытуемой системы, требования по технике безопасности, требования *ГОСТ 6134, ГОСТ ISO 9906.*

В том случае, если какие-либо процедуры испытаний, установленные в настоящем стандарте, неприменимы к данному типу конструкции испытуемой системы, изготовитель совместно с испытательной лабораторией и сертифицирующей организацией должны разработать программу испытаний, соответствующую основным положениям настоящего стандарта. Все изменения, отклонения и дополнения к программе испытаний должны быть отмечены и подробно изложены в протоколе испытаний.

Примечание — Испытания, установленные в настоящем стандарте, являются минимальным требуемым набором испытаний для определения выходных характеристик и параметров автономных фотоэлектрических насосных систем для подачи воды. По согласованию между испытательной организацией и изготовителем программа испытаний может быть расширена.

В процессе испытаний не должно быть отказов компонентов испытуемой системы, в противном случае система считается не прошедшей испытания.

Полное описание проведенных испытаний, все результаты измерений, значения параметров и графики зависимостей должны быть внесены в протокол испытаний (см. 7.12). В течение всего времени испытаний следует вести журнал (на бумажном и/или электронном носителе), в который заносятся текущие данные испытаний, все измеренные значения, расчеты и комментарии, данные о состоянии системы (если необходимо). Данный журнал должен сохраняться изготовителем испытанной системы/заказчиком испытаний и организацией, в которой проводились испытания, в течение всего жизненного цикла изделия.

Для подтверждения сертификата соответствия при любых изменениях конструкции, материалов или компонентов систем, прошедших испытания, может потребоваться повторение части или всех испытаний по настоящему стандарту. Изготовитель должен сообщать и согласовывать с испытательной лабораторией и сертифицирующей организацией все проводимые им изменения.

7.2 Выбор образцов

Испытуемая система должна быть полностью укомплектована и сопровождаться технической документацией, в том числе руководством по эксплуатации, инструкциями по монтажу и подключению. Испытуемая система должна быть изготовлена из указанных в сопроводительных документах компонентов и материалов в соответствии с чертежами и технологическими картами изготовителя и должна пройти установленные процедуры заводской проверки, контроля качества и приемочных испытаний.

Компоненты испытуемой системы должны отвечать требованиям, указанным в разделе 5, а ее документация — требованиям, указанным в разделе 6.

Примечание — При испытаниях в процессе создания системы (до разработки технической документации) к системе должна прилагаться вся имеющаяся на момент проведения испытаний информация о системе: расчеты, схемы, чертежи и инструкции, максимально соответствующие требованиям 6.1, записи и результаты предыдущих испытаний, моделирования (если они проводились) и т. п.

Если в системе предусмотрены заземление, уравнивание потенциалов и молниезащита, то они должны входить в состав испытуемой системы и должны быть подключены в соответствии с инструкциями изготовителя.

Если в системе для запуска насоса используется устройство накопления энергии, в состав испытуемой системы должно входить указанное устройство, идентичное тому, которое будет установлено в поставляемые системы.

Результаты испытаний относятся только к конструкции систем с теми компонентами, которые были установлены на испытанной системе. Если изготовитель системы предполагает использовать один и тот же компонент разных поставщиков, должны быть проведены испытания для всех вариантов компонентов.

Если система, подлежащая испытаниям, является новой разработкой и еще не поставлена на производство, или система изготовлена для индивидуального проекта, это должно быть отмечено в протоколе испытаний.

7.3 Условия испытаний

Выходные характеристики и параметры автономных фотоэлектрических насосных систем для подачи воды определяют в натурных и лабораторных условиях.

Выделяют четыре варианта условий проведения испытаний:

1) Испытания в натурных условиях с ФБ при естественном изменении энергетической освещенности и других параметров окружающей среды в течение светового дня.

2) Ускоренные испытания с ФБ в натурных условиях. В этом случае количество поступающей на ФБ солнечной радиации уменьшается с помощью изменения угла наклона фотоэлектрических модулей или иным способом.

3) Испытания в лабораторных условиях с имитатором ФБ.

4) Испытания в натурных условиях с имитатором ФБ. Например, для проведения испытаний с водоисточником, с которым будет функционировать испытуемая система.

Испытания в натурных условиях проводят в условиях эксплуатации или аналогичных условиях.

При варианте 1) или 2) испытания могут проводиться как в условиях, полностью совпадающих с условиями эксплуатации (тот же водоисточник, та же напорная сеть и т. п.), так и на испытательном стенде.

При испытаниях в натурных условиях с ФБ:

- испытания должны проводиться в безоблачный день, в дни со значением энергетической освещенности в солнечный полдень E_{max} не меньше, чем наибольшее значение E_{max}, на работу при которой рассчитана испытуемая система, или меньше E_{max} в пределах, позволяющих выполнить экстраполяцию результатов измерений к E_{max};
- во время каждого измерения кратковременные вариации энергетической освещенности, вызванные облаками, дымкой или туманом, должны быть в пределах ±1 % от показаний эталонного прибора в соответствии с требованиями *ГОСТ Р МЭК 60904-1*, скорость ветра не должна превышать 2 м/с;
- в момент измерения параметров фотоэлектрические модули должны находиться в стабильном состоянии. В течение 10 мин. до проведения измерений не должно быть порывов ветра со скоростью 10 м/с и более; в течение 5 мин. до проведения измерений не должно быть резких изменений энергетической освещенности (на 30 % и более);
- должна быть обеспечена прямая видимость Солнца, то есть во время испытаний рабочие поверхности фотоэлектрических модулей не должны быть затенены какими-либо предметами, зданиями или растительностью. При испытаниях на месте эксплуатации затенение и отражение от окружающих объектов должно соответствовать рабочим условиям;
- для получения достаточного количества данных в широком диапазоне условий и повышения точности измерений снятие данных следует проводить в течение не менее трех ясных дней.

Примечание — При ускоренных испытаниях допускается проводить измерения при переменной облачности, если в момент снятия показаний облака находятся не ближе 15° от Солнца.

Испытания в лабораторных условиях проводят в нормальных климатических условиях испытаний в соответствии с *ГОСТ 15150—69 (пункт 3.15)*:

- температура ..... (25 ± 10) °С
- относительная влажность воздуха ..... от 45 до 80 %
- атмосферное давление ..... от 84,0 до 106,7 кПа (от 630 до 800 мм рт. ст.).

Кроме испытаний с реальным водоисточником и если изготовителем испытуемой системы в целом или изготовителем насоса не указано иное, все испытания проводят с чистой холодной водой, параметры которой соответствуют указанным в *ГОСТ 6134—2007, таблица 5.4*.

Если характеристики воды, с которой проводились испытания, отличны от установленных в *ГОСТ 6134—2007, таблица 5.4*, и выходят за пределы, указанные в *таблице 5.5 ГОСТ 6134—2007*, то характеристики воды должны быть приведены в протоколе испытаний. Рекомендуется также указать, как изменятся полученные выходные характеристики и параметры испытуемой системы, если она будет работать с водой, имеющей иные характеристики, если система изготовлена не для конкретного водоисточника, с которым проводились испытания.

7.4 Измеряемые параметры

Для определения выходных характеристик и параметров систем разных типов измеряют разные параметры (см. рисунок 1). В то же время различные лаборатории располагают разными возможностями по измерительному оборудованию. Поэтому для испытуемых систем каждого типа установлен набор основных измеряемых параметров и набор дополнительных измеряемых параметров.

Основные параметры должны быть измерены обязательно, в любой лаборатории. Их измеряют обычными методами, требующими использования только общепринятых приборов. Набор основных измеряемых параметров является минимальным набором измеряемых параметров, необходимых для определения выходных характеристик и параметров автономной фотоэлектрической насосной системы для подачи воды данного типа.

Для измерения дополнительных параметров может потребоваться использование более сложного оборудования. Их измеряют, когда соответствующее оборудование есть в наличии.

Основные и дополнительные измеряемые параметры для испытуемых систем каждого типа приведены в таблице 2.

7.5 Испытательное оборудование

Общая схема испытательного стенда с подключенной испытуемой системой приведена на рисунке 2.

Компоновка стенда определяется типом системы (см. раздел 4) и конструктивным исполнением насосного агрегата (погружной насос, поверхностный насос, размещение электродвигателя отдельно и т. п.). Допускается изменять компоновку оборудования и использовать дополнительное оборудование при условии, что в процессе испытаний создается требуемое начальное противодавление и обеспечиваются требуемые гидравлические и электрические характеристики.

Для конкретного испытания может использоваться все приведенное на рисунке 2 и в настоящем подразделе оборудование или только его часть. При испытаниях в натурных условиях водоисточником может быть как бак, указанный на рисунке 2, так и водоисточник, для работы с которым предназначена испытуемая система (или аналогичный).

Состав испытательного оборудования для любых условий испытаний, указанных в 7.3, следующий:

a) Устройство поддержания давления и регулирования подачи.

b) Пневмогидроаккумулятор (с регулированием давления).

c) Обратный клапан.

d) Манометр с неопределенностью измерений не более 2 %.

e) Расходомер с неопределенностью измерений не более 2 % от измеряемой величины. Верхний предел измерений расходомера должен превышать максимальную подачу системы не менее чем в 1,5 раза.

f) Устройство для поддержания/регулирования частоты, если необходимо и если эта функция не выполняется устройствами, входящими в состав системы.

g) Средства для измерения частоты вращения в соответствии с *ГОСТ 6134—2007 раздел 9*, в зависимости от типа насоса/насосного агрегата, с неопределенностью не более 2 % от измеряемой величины, если частота не определяется устройствами, входящими в состав системы, если возможно (см. таблицу 2).

h) Средства измерения напряжений и токов испытуемой системы, указанных в таблице 2, с неопределенностью не более 1 % от измеряемой величины.

Примечание — Для получения значений $U_{=}$ и $I_{=}$ для систем типа С (см. рисунок 1) необходимы электронные преобразователи напряжения и тока или измерительные приборы электродинамического принципа действия.

i) Средства измерения температуры воды на входе насоса с неопределенностью не более 2 % от измеряемой величины.

j) Прибор для измерения температуры окружающей среды с максимальной погрешностью измерений ±1 °С.

k) Прибор для измерения времени или другие средства регистрации времени, если необходимо.

l) Средства для измерения частоты переменного тока или тактовой частоты постоянного тока с неопределенностью не более 2 % от измеряемой величины, если необходимо и если частота не определяется устройствами, входящими в состав системы.

m) Прибор для измерения крутящего момента с неопределенностью не более 2 % от измеряемой величины, если крутящий момент измеряют.

Таблица 2 — Параметры, измеряемые при определении выходных характеристик и параметров автономных фотоэлектрических насосных систем для подачи воды

Параметр	Обозначение	Единица измерения	Тип испытуемой системы					Неопределенность измерений
			A	B	C	D	E	
Напряжение на выходе фотоэлектрической батареи или имитатора ФБ[1)]	$U_{ФБ}$ или $U_{ИФБ}$	В	Осн.	Осн.	Осн.	Осн.	Осн.	≤ 1%
Ток на выходе фотоэлектрической батареи или имитатора ФБ[1)]	$I_{ФБ}$ или $I_{ИФБ}$	А	Осн.	Осн.	Осн.	Осн.	Осн.	≤ 1%
Давление	$p_{сист}$	Па	Осн.	Осн.	Осн.	Осн.	Осн.	≤ 2%
Подача	$Q_{сист}$	$м^3/ч$	Осн.	Осн.	Осн.	Осн.	Осн.	≤ 2%
Температура воды на входе в насос	$T_в$	°С	Осн.	Осн.	Осн.	Осн.	Осн.	≤ 2%
Напряжение электродвигателя постоянного тока	$U_{=}$	В		Осн.	Доп.			≤ 1%
Ток электродвигателя постоянного тока	$I_{=}$	А		Осн.	Доп.			≤ 1%
Напряжение электродвигателя переменного тока или электромагнитного привода	$U_{\sim}$	В				Доп.	Доп.	≤1%
Ток электродвигателя переменного тока или электромагнитного привода	$I_{\sim}$	А				Доп.	Доп.	≤ 1%
Частота переменного тока (или тактовая частота постоянного тока)	f	Гц			Доп.	Доп.	Доп.	≤ 2%
Частота вращения[2)]	n	$С^{-1}$ (об/мин)	Осн./ доп.	Осн./ доп.	Осн./ доп.	Осн./ доп.		≤ 2%
Крутящий момент	M	Н·м	Доп.	Доп.	Доп.	Доп.		≤ 2%
Температура окружающей среды (воздуха)	$T_{окр}$	°С	Осн.	Осн.	Осн.	Осн.	Осн.	±1 °С[3)]
Температура на поверхности фотоэлектрического модуля[3)]	$T_м$	°С	Осн.	Осн.	Осн.	Осн.	Осн.	±1 °С[3)]
Энергетическая освещенность[4)]	E	$Вт/м^2$	Осн.	Осн.	Осн.	Осн.	Осн.	±0,5 %[3)]

Окончание таблицы 2

Параметр	Обозначение	Единица измерения	Тип испытуемой системы					Неопределенность измерений
			A	B	C	D	E	
Скорость ветра[4]	v	м/с	Осн.	Осн.	Осн.	Осн.	Осн.	±2 %[3]
Ток короткого замыкания эталонного прибора[4, 5]	$I_{к.з\ э}$	А	Осн.	Осн.	Осн.	Осн.	Осн.	±1 %[3]
Температура эталонного прибора[4, 5]	$T_э$	°С	Осн.	Осн.	Осн.	Осн.	Осн.	±1 °С[3]

[1] В зависимости от условий испытаний (см. 7.3).

[2] Для систем, в которых измерение и/или поддержание требуемого значения частоты затруднено, например когда невозможен доступ к насосу без повреждения насосного агрегата, для проведения испытаний может потребоваться специальное оборудование. В этом случае испытания с измерением и/или поддержанием требуемого значения частоты выполняют только в лабораториях, оснащенных соответствующим оборудованием.

[3] Погрешность измерений.

[4] Измеряют при испытаниях с ФБ.

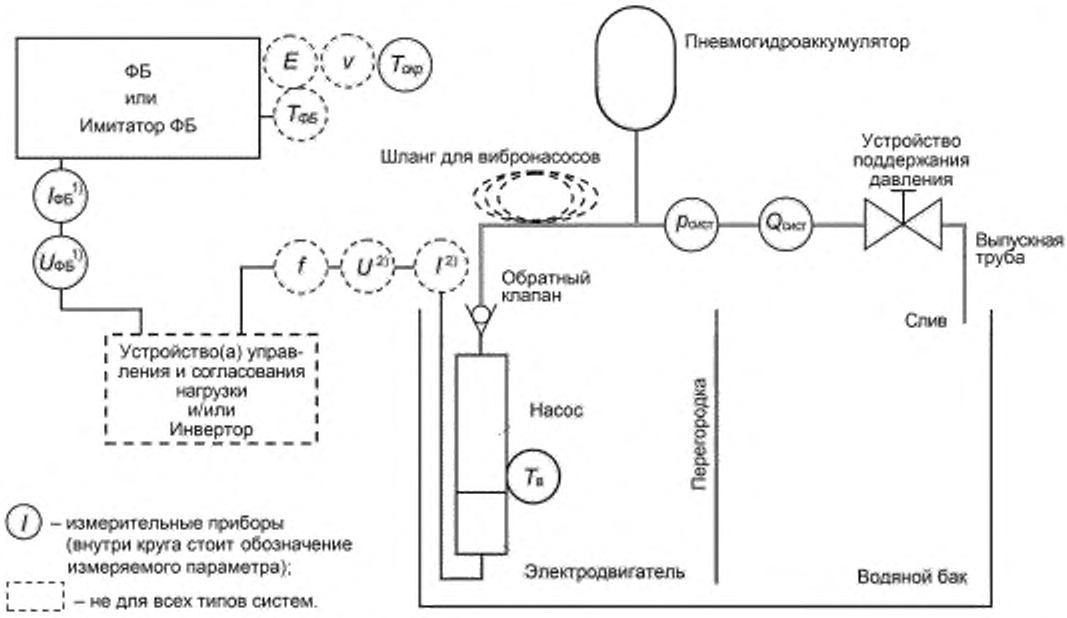
[5] Если необходимо.

Примечания

1 Осн. — основной параметр; доп. — дополнительный параметр.

2 Параметры из затененной части таблицы не измеряют для испытуемых систем данного типа.

3 Крутящий момент измеряют на соединительной муфте электродвигателя.



[1] Или ток и напряжение имитатора ФБ $I_{ИФБ}$ и $U_{ИФБ}$.

[2] Приборы для измерения тока и напряжения постоянного тока (для систем типов B и C) или переменного тока (для систем типов D и E).

Примечания

1 Компоновка стенда показана для погружного насоса.

2 Компоненты, обеспечивающие заземление, уравнивание потенциалов и молниезащиту, не показаны.

Рисунок 2 — Пример схемы испытательного стенда для измерения выходных параметров автономной фотоэлектрической насосной системы для подачи воды

n) Кабели указанного изготовителем типа, длины и сечения.

Примечание — Если с испытуемой системой были получены готовые кабели, используют указанные кабели полной длины.

p) Трубопроводы указанного изготовителем типа, длины и сечения.

q) Технические средства для записи регистрируемых параметров или автоматизированная система сбора данных.

Если испытания проводят на испытательном стенде, в состав стенда также входит следующее оборудование:

a) Водяной бак с перегородкой.

b) Выпускная труба соответствующего диаметра, длина которой обеспечивает выполнение требований настоящего стандарта.

c) Имитатор сопротивления кабеля, эквивалентный полному сопротивлению всех соединительных кабелей испытуемой системы [если не используют кабели, указанные в перечислении m), или кабели, поставляемые с испытуемой системой].

При испытаниях с ФБ также используют следующее оборудование:

a) Эталонный фотоэлектрический прибор (приборы) или пиранометр(ы) с хорошим соответствием характеристик характеристикам фотоэлектрических модулей ФБ испытуемой системы в требуемых диапазонах энергетической освещенности, спектрального распределения и температур.

Эталонный прибор должен быть изготовлен и откалиброван в соответствии *ГОСТ Р МЭК 60904-2*. Спектральная чувствительность эталонного прибора должна соответствовать спектральной чувствительности фотоэлектрических модулей, либо следует выполнять коррекцию на несовпадение спектральной чувствительности по *ГОСТ Р МЭК 60904-7* и *ГОСТ Р МЭК 60904-8*. В диапазоне энергетической освещенности, в котором проводятся испытания, эталонный прибор должен иметь линейную зависимость тока короткого замыкания от энергетической освещенности. Линейность определяется в соответствии с *ГОСТ Р МЭК 60904-10*.

Если спектральные измерения нецелесообразны, при определении значений энергетической освещенности должна быть определена, учтена и зафиксирована в протоколе испытаний погрешность/неопределенность измерений тока короткого замыкания/мощности эталонного прибора.

Примечания

1 Эталонный прибор считается совпадающим по спектральным характеристикам с фотоэлектрическим модулем ФБ, если технология его изготовления (изготовления его элементов), конструктивные особенности и герметизация такие же, как у фотоэлектрического модуля ФБ. В противном случае в протоколе испытаний должно быть отражено несовпадение спектральных характеристик.

2 Если эталонный прибор имеет существенную зависимость напряжения холостого хода от спектрального состава излучения, для получения достоверных результатов следует также использовать спектрорадиометр.

3 Особенно важно совпадение по спектральным характеристикам для тонкопленочных фотоэлектрических модулей.

Эталонный фотоэлектрический прибор должен соответствовать типу фотоэлектрических модулей в ФБ испытуемой системы. Рекомендуется использовать эталонный фотоэлектрический модуль того же размера или многоэлементную сборку, состоящую из эталонного фотоэлектрического элемента, окруженного другими фотоэлектрическими элементами (действующими или муляжами). Во втором случае корпус, конструкция и герметизация, форма, размер и зазоры должны быть такими же, как у фотоэлектрических модулей, входящих в состав ФБ испытуемой системы.

b) Спектрорадиометр, обеспечивающий измерение спектрального распределения энергетической освещенности в диапазонах спектральной чувствительности фотоэлектрических модулей ФБ испытуемой системы и эталонного прибора, если необходимы поправки на несовпадение их спектральных характеристик по *ГОСТ Р МЭК 60904-7* или если используется пиранометр.

c) Оборудование, необходимое для измерения спектральной чувствительности фотоэлектрических модулей ФБ по *ГОСТ Р МЭК 60904-8* с повторяемостью показаний в пределах ±2 %, если необходимо.

d) Два радиометра для проверки однородности освещения и равномерности поступления энергетической освещенности всех рабочих/воспринимающих поверхностей фотоэлектрических модулей ФБ, спектральные характеристики которых соответствуют спектральным характеристикам фотоэлектрических модулей ФБ.

e) Средства проверки компланарности рабочих поверхностей эталонного прибора и фотоэлектрических модулей ФБ с максимальной погрешностью ±2°;

f) Средства измерения температуры поверхностей фотоэлектрических модулей ФБ и, если необходимо, эталонного прибора с точностью ±1 °С и повторяемостью ±0,5 °С.

Рекомендуется использовать датчики температуры с тонкими выводами. Оптический термометр можно использовать только в том случае, если отражающая способность тыльной стороны модулей определена с точностью, обеспечивающей погрешность измерений в пределах 1 °С.

Если эталонный прибор имеет внутреннюю коррекцию температуры или если используется пиранометр с температурным коэффициентом меньше 0,02 %/°С, измерение температуры прибора и внесение температурной поправки в его выходной сигнал не требуются.

g) Средства регулирования температуры фотоэлектрических модулей с точностью ±1 °С и воспроизводимостью ±0,5 °С, если требуется, или защитный(ые) экран(ы), или иные приспособления/технические средства для установления требуемой температуры всех фотоэлектрических модулей, на которых измеряется температура.

h) Приборы для измерения напряжения и тока ФБ и эталонного прибора (приборов) с точностью ±1 % от измеряемого значения.

Следует тщательно выбрать диапазон измерений указанных приборов. Подключение следует выполнять независимыми проводами минимально возможной длины. Рекомендуется 4-проводное подключение, оно должно быть выполнено к контактам или выводам.

i) Коммутирующее устройство (переключатель), обеспечивающее измерение как напряжения холостого хода, так и тока короткого замыкания эталонного фотоэлектрического прибора, если необходимо.

j) Средства определения ориентации.

k) Средства изменения угла наклона фотоэлектрических модулей или иные средства (например, сеточные или нейтральные фильтры) для изменения энергетической освещенности, поступающей на рабочие поверхности фотоэлектрических модулей, в требуемых диапазонах без изменения пространственной однородности и относительного спектрального распределения энергетической освещенности [при варианте условий испытаний 2 (см. 7.3) и/или если необходима и возможна проверка линейности выходных характеристик ФБ].

Примечание — Изменение относительного спектрального распределения при изменении энергетической освещенности не должно изменять значение тока короткого замыкания эталонного прибора более чем на 0,5 % (см. МЭК 60904-7 и МЭК 60904-8). Если необходима проверка линейности характеристик, оборудование и процедура, применяемая для изменения энергетической освещенности, должны быть проверены с помощью радиометра.

l) Дополнительные устройства для измерения выходных параметров ФБ, включающей двусторонние фотоэлектрические модули, если такие модули входят в состав ФБ.

m) Приборы контроля скорости расхода охладителя и его температуры на входе и выходе, если ФБ испытуемой системы включает фотоэлектрические модули/устройства с концентраторами, в которых предусмотрено активное охлаждение.

n) Анемометр с погрешностью измерений не более 2 % от измеряемой величины.

Для вариантов условий испытаний 3 и 4 (см. 7.3) вместо ФБ испытуемой системы используют программируемый имитатор ФБ. Имитатор ФБ должен быть способен воспроизвести вольтамперные характеристики ФБ испытуемой системы. Если в технической документации испытуемой системы указаны отдельные ВАХ для имитатора ФБ для испытаний системы, имитатор ФБ должен быть способен воспроизвести эти характеристики. Имитатор ФБ должен также отвечать требованиям *ГОСТ Р 56983*, если ФБ испытуемой системы включает фотоэлектрические модули/устройства с концентраторами.

При испытаниях в натурных условиях с такими водоисточниками, как скважина или колодец, для измерения текущего значения давления (напора) в скважину (колодец) опускают приспособление для подключения манометра к патрубку на выходе насоса.

Все измерительные приборы должны быть поверены.

Если с испытуемой системой были получены готовые кабели, при монтаже системы должны быть использованы указанные кабели полной длины.

Значения $I_{ФБ}$ и $U_{ФБ}$ измеряют на выходе ФБ (см. 3.4), значения $I_{ИФБ}$ и $U_{ИФБ}$ — на выходе имитатора ФБ, на его выводах или настолько близко к выводам, насколько это возможно.

Подача воды $Q_{сист}$ на выходе испытуемой системы измеряется калиброванным расходомером или методом мерной емкости с применением секундомера. Расходомер устанавливают на прямом участке трубопровода на расстоянии не менее 10 диаметров трубопровода от манометра.

На выходе системы измеряют давление и для определения напора $H_{сист}$, м, используют соотношение

$$H_{сист} = \frac{p_{сист}}{\rho g}, \quad (2)$$

где $p_{сист}$ — давление на выходе системы, Па;

g — ускорение свободного падения, $g \approx 9{,}81 м/с^2$;

ρ — плотность перекачиваемой воды, $кг/м^3$.

Для испытаний на испытательном стенде принимают, что плотность перекачиваемой воды равна 1000 $кг/м^3$, и напор определяют как

$$H_{сист} = 1{,}02 \cdot 10^{-3} p_{сист}. \quad (3)$$

При испытаниях на испытательном стенде для предотвращения разбрызгивания на выходе выпускной трубы и образования в результате этого водно-пузырьковой смеси на входе насоса, которая может повлиять на нормальный режим его работы, следует принять следующие меры:

- конец выпускной трубы должен располагаться относительно уровня воды так, как показано на рисунке 2, для предотвращения разбрызгивания при использовании расходомера;
- в водяном баке между всасывающим патрубком насоса и зоной, куда поступает вода из выпускной трубы, следует установить вертикальную перегородку так, чтобы перед попаданием в насос вода проходила под перегородкой вблизи дна бака, для предотвращения образования водно-пузырьковой смеси на входе насоса при применении метода мерной емкости и секундомера. При этом все образующиеся пузырьки не достигают насоса, поскольку они остаются у поверхности, или насос должен быть установлен в выступающей над поверхностью воды вертикальной трубе большого диаметра с вырезом у ее основания для пропуска воды.

Трубопроводы должны быть смонтированы таким образом, чтобы избежать образования воздушных пробок.

Трубопровод, соединяющий напорный патрубок насоса и манометр, должен быть того же диаметра, что и напорный патрубок насоса.

В качестве устройства поддержания давления (поддержания напора) может использоваться запорный вентиль, в котором противодавление обеспечивается ограничением подачи, или задвижка. Также допускается использовать специальные вентили, в которых поддерживается постоянное давление на напорной стороне (регуляторы давления), но применять их следует с осторожностью, поскольку их характеристики могут быть непредсказуемыми. Также поддержание давления (напора) может осуществляться при помощи пневмогидроаккумулятора с установленным на выходе регулятором давления.

Предполагается, что по сравнению с рабочим давлением насоса потери давления (напора) на трение между патрубком насоса и манометром пренебрежимо малы во всем рабочем диапазоне характеристики насоса. Данное предположение необходимо проверить, и при необходимости должна быть определена поправка к значению давления (напора), учитывающая влияние указанных потерь. Информация об учете этих потерь должна быть внесена в протокол испытаний.

7.6 Визуальный контроль

Перед началом испытаний система должна быть осмотрена с целью обнаружения повреждений и дефектов изготовления. После каждого испытания следует проверять все компоненты системы для выявления любых видимых дефектов.

Если возможно, дефекты следует устранить.

При обнаружении видимых функциональных повреждений испытания следует прекратить. В этом случае система считается не прошедшей испытания.

К видимым функциональным повреждениям относятся:

- сломанная, треснувшая, гнутая, смещенная или поврежденная внешняя поверхность любого компонента испытуемой системы;
- утрата механической целостности до степени, когда это влияет на возможность установки или функционирования системы;
- повреждения изоляции проводов и кабелей;
- признаки перегрева или коррозии;
- потемнение цвета какой-либо печатной платы, изоляции проводов и т. п.;
- повреждения трубопроводов;

- а также видимые функциональные повреждения, указанные для конкретных компонентов испытуемой системы в соответствующих нормативных документах.

Состояние и положение всех обнаруженных повреждений и дефектов следует описать и/или сфотографировать и внести указанные описания и/или фотографии в протокол испытаний.

7.7 Подготовка системы к испытаниям

При испытаниях на испытательном стенде собирают испытательный стенд в зависимости от типа испытуемой системы и конструктивного исполнения насосного агрегата, устанавливают испытуемую систему на испытательном стенде в соответствии инструкциями изготовителя системы и подключают измерительное оборудование (см. 7.5).

При испытаниях в натурных условиях (не на испытательном стенде) устанавливают испытуемую систему в соответствии с инструкциями изготовителя, в том числе устанавливают насосный агрегат в рабочее положение относительно водоисточника, устанавливают и подключают измерительное оборудование (см. 7.5), подключают испытуемую систему к напорному трубопроводу.

При испытаниях с ФБ в том числе выполняют следующее:

a) Устанавливают фотоэлектрические модули, ориентируя их в соответствии с инструкциями изготовителя. Отклонение от требуемой ориентации при стационарной/сезонной ориентации фотоэлектрических модулей должно составлять не более ±5°.

Если ориентация не задана в технической документации испытуемой системы или положением объекта, на котором устанавливают фотоэлектрические модули, ориентируют фотоэлектрические модули с разбросом в пределах 10° на юг, под углом к горизонту, обеспечивающим максимальное поступление энергетической освещенности на рабочие поверхностей фотоэлектрических модулей.

Примечания

1 Если такую ориентацию выполнить невозможно, например из-за затенения и т. п., ориентируют фотоэлектрические модули максимально близко к указанным условиям.

2 Угол наклона при стационарной или сезонной ориентации фотоэлектрических модулей определяют с требуемой точностью с помощью аналитических расчетов, исходя из широты местности, используя данные многолетних наблюдений.

3 Здесь и далее под горизонтом подразумевается математический горизонт.

b) Тщательно очищают рабочие поверхности (входные окна) фотоэлектрических модулей* и описывают состояние поверхностей в протоколе испытаний.

Примечание — Если целью испытаний является оценка выходных характеристик системы при загрязнении фотоэлектрических модулей в процессе эксплуатации, чистку не проводят. В этом случае загрязненное состояние фотоэлектрических модулей должно быть описано: например, приведены фотографии и данные о последнем дожде.

c) Проверяют наличие затенения рабочих поверхностей фотоэлектрических модулей и устраняют его, если это возможно. Если затенение полностью устранить невозможно, детально описывают затенение в протоколе испытаний.

Примечание — При испытаниях на месте эксплуатации затенение и отражение от окружающих объектов должны соответствовать рабочим условиям.

d) Проверяют с помощью радиометров равномерность поступления энергетической освещенности на всей площади параллельных рабочих поверхностей фотоэлектрических модулей ФБ (каждой части ФБ) и для каждого варианта ориентации выбирают фотоэлектрический модуль, на рабочей поверхности которого энергетическая освещенность имеет типичное, наиболее близкое к среднему, значение.

e) Устанавливают эталонный прибор как можно ближе к фотоэлектрическому модулю, выбранному на предыдущем этапе, таким образом, чтобы рабочая поверхность эталонного прибора была компланарна рабочей поверхности (плоскости входного окна) указанного фотоэлектрического модуля, в пределах угла ±2° или устанавливают пиранометр в плоскости рабочих поверхностей фотоэлектрических модулей, не затеняя их и не далее 0,3 м от них.

---

* В том числе см. [16], подраздел 5.2.

Примечания

1 Для каждого варианта ориентации фотоэлектрических модулей с параллельными рабочими поверхностями и/или частей ФБ устанавливают отдельный эталонный прибор или пиранометр.

2 Если ФБ состоит из некомпланарных фотоэлектрических модулей и размещение эталонных приборов компланарно каждой плоскости рабочих поверхностей нецелесообразно, допускается размещение эталонного прибора(ов) в иной плоскости измерений, если возникающая при этом неопределенность измерений может быть определена с точностью, обеспечивающей требуемую точность измерений энергетической освещенности. В этом случае выбор плоскости измерений и связанная с этим неопределенность измерений должны быть описаны в протоколе испытаний.

f) Для испытаний по 7.8, 7.9 и 7.11 выбирают центральный и периферийные фотоэлектрические модули аналогично тому, как указано в стандарте МЭК на измерение ВАХ ФБ*, и устанавливают средства измерения температуры выбранных фотоэлектрических модулей (закрепляют датчики температуры или устанавливают иное оборудование для измерения температуры соответствующим образом). Также устанавливают средства измерения температуры эталонного(ых) прибора(ов), если это необходимо (см. 7.5).

Температура должна измеряться на тыльной (неосвещаемой солнцем) поверхности фотоэлектрического модуля непосредственно за фотоэлектрическим элементом в четырех или трех точках, как показано на рисунке 3. Если ФБ испытуемой системы состоит из большого количества модулей и одновременная регистрация большого количества значений температуры невозможна или значительно усложняет испытания, допускается измерять температуру только в середине фотоэлектрических модулей. Точки измерения должны находиться на расстоянии не менее чем 10 см от коммутационной коробки. Датчики температуры закрепляют с применением термопасты и покрывают теплоизоляцией и фольгой. Способ крепления датчиков температуры не должен изменять температуру фотоэлектрического модуля, что может быть проверено, например, с помощью инфракрасной камеры по инфракрасному изображению рабочей поверхности модуля.

Примечания

1 Следует учитывать, что измерение температуры только в одной точке фотоэлектрического модуля (в середине) снижает точность определения температуры и может повлиять на определение истинного значения температуры и соответствующего значения выходной мощности ФБ.

2 Если испытуемый фотоэлектрический модуль состоит не из планарных элементов или из двусторонних элементов, может потребоваться иное размещение датчика температуры относительно поверхностей элемента.

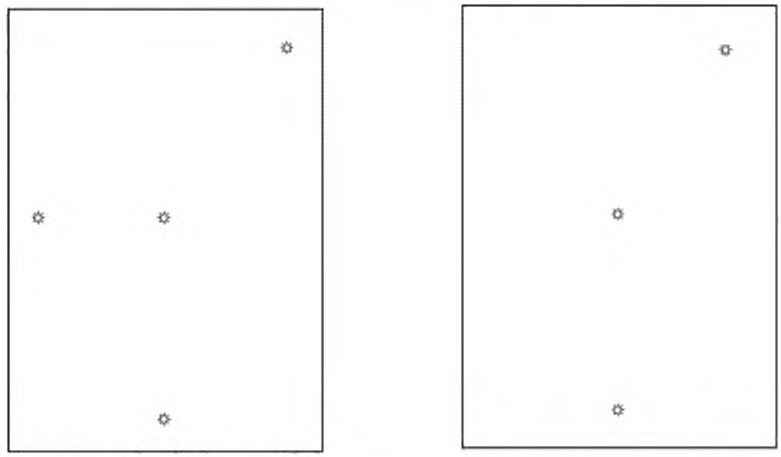


Рисунок 3 — Размещение точек измерения температуры на фотоэлектрическом модуле

В том случае, если задние части фотоэлектрических модулей недоступны, например при некоторых вариантах их монтажа на конструкциях зданий, допускается измерять температуру на рабочей

* См. [16], рисунок 1.

поверхности или использовать модель для температуры фотоэлектрического модуля, которая была ранее проверена. В обоих случаях неопределенность/погрешность измерений должна быть оценена и указана в протоколе испытаний.

Рекомендуется, чтобы температура эталонного прибора измерялась тем же способом и точки измерения были расположены так же, как и на фотоэлектрических модулях ФБ.

g) Устанавливают и подключают приборы для измерения тока и напряжения эталонного прибора (приборов) и коммутирующее устройство, если необходимо (см. 7.5).

h) Устанавливают устройства поддержания температуры фотоэлектрических модулей и эталонного прибора, если они предусмотрены. Или устанавливают в исходном положении средства для регулирования температуры (см. 7.5) фотоэлектрических модулей и эталонного прибора, если их необходимо установить до начала испытаний.

i) При ускоренных испытаниях с ФБ устанавливают в исходном положении средства для регулирования уровня энергетической освещенности, поступающей на рабочие поверхности фотоэлектрических модулей, если их необходимо установить до начала испытаний.

j) Если в состав ФБ испытуемой системы входят фотоэлектрические устройства с концентраторами, то:

- подключают приборы контроля скорости расхода охладителя и его температуры на входе и выходе в систему охлаждения, если предусмотрено активное охлаждение. Система охлаждения должна функционировать в течение всего периода испытаний;
- выполняют согласование оптической оси образцов с направлением падающего потока излучения (см. *ГОСТ Р 56983—2016, 10.2.2*).

Для повышения точности измерения температуры ФБ рекомендуется учесть требования *ГОСТ Р 56980—2016, 10.5.2.3*.

Анемометр устанавливают примерно на 0,7 м выше плоскости рабочих поверхностей фотоэлектрических модулей и на 1,2 м к востоку или западу от них.

Датчик температуры окружающей среды устанавливают вблизи анемометра под затеняющим экраном с хорошей вентиляцией.

Если с испытуемой системой были получены готовые кабели, при монтаже системы должны быть использованы указанные кабели полной длины.

Если в испытуемой системе предусмотрены заземление, уравнивание потенциалов и молниезащита, подключают их в соответствии с инструкциями изготовителя.

Трубопроводы должны быть смонтированы таким образом, чтобы избежать образования воздушных пробок.

Если испытания в натурных условиях проводят с такими водоисточниками, как скважина или колодец, для измерения текущего значения давления (напора) в скважину (колодец) опускают приспособление для подключения манометра к патрубку на выходе насоса.

При испытаниях на испытательном стенде заполняют гидравлический контур водой.

Отмечают все пропущенные шаги или трудности при выполнении указанной изготовителем испытуемой системы процедуры монтажа. Фотографируют установленную испытуемую систему вместе с испытательным оборудованием.

7.8 Определение зависимостей подачи от мощности фотоэлектрической батареи и энергетической освещенности при постоянных значениях напора/давления

7.8.1 Общие положения

Целью испытаний является определение зависимостей подачи испытуемой системы $Q_{сист}$ от изменения мощности ФБ $P_{ФБ}$ при заданных постоянных значениях напора на выходе системы $H_{сист}$ (или давления — для систем с объемными насосами) и номинальной частоте, а также зависимостей подачи испытуемой системы от изменения энергетической освещенности E.

Должны быть определены зависимости при следующих значениях напора: $H_{сист\ 1} = 0{,}3\ H_{сист\ max}$; $H_{сист\ 2} = 0{,}4\ H_{сист\ max}$; $H_{сист\ 3} = 0{,}5\ H_{сист\ max}$; $H_{сист\ 4} = 0{,}6\ H_{сист\ max}$; $H_{сист\ 5} = 0{,}7\ H_{сист\ max}$; $H_{сист\ 6} = 0{,}8\ H_{сист\ max}$; $H_{сист\ 7} = 0{,}9\ H_{сист\ max}$.

Если изготовителем устанавливается значение минимального напора, отличное от $0{,}3\ H_{сист\ max}$, то в качестве $H_{сист\ 1}$ принимается указанное изготовителем значение $H_{сист\ min}$.

Для испытуемых систем с центробежными насосами значение $H_{сист\ max}$ равно напору при $Q_{сист} = 0$ и номинальной частоте насосного агрегата или максимальной частоте переменного тока на выходе

устройства преобразования энергии (если она ниже, чем максимально допустимая частота насосного агрегата). Для испытуемых систем с насосами других типов, например для одновинтовых насосов, в качестве $H_{\text{сист max}}$ принимается установленный изготовителем насоса максимальный рабочий напор.

Примечание — Для систем с объемными насосами, выходным параметром которых является не напор, а давление, испытания проводят при аналогично заданных постоянных значениях давления и все процедуры испытаний соотносят с соответствующими значениями давления вместо напора.

При испытаниях с ФБ суммарная энергетическая освещенность на момент начала измерений должна быть не меньше, чем уровень энергетической освещенности, требуемый для генерации фотоэлектрической батареей максимальной мощности, указанной в паспортных данных испытуемой системы, или настолько близко к указанному значению, чтобы по результатам испытаний можно было выполнить экстраполяцию с достаточной степенью достоверности.

Если имеются потери давления (напора), указанные в 7.5, при испытаниях следует устанавливать значения давления с учетом поправки для того, чтобы значения напора/давления на выходе испытуемой системы равнялись заданным значениям. Информация о внесении поправок в данном испытании должна быть занесена в протокол испытаний. При натурных испытаниях, если необходимо, должны быть учтены потери в напорном трубопроводе (см. 7.1).

Эти испытания могут быть объединены с испытаниями по определению КПД (см. 7.9).

7.8.2 Порядок проведения испытаний

1) Если испытания выполняют отдельно от испытаний по 7.9—7.11 или первыми из них, то выполняют подготовку испытуемой системы, как указано в 7.6.

Если испытания выполняют сразу после проведения испытаний по 7.10 и/или 7.11, то:

- при испытаниях с имитатором ФБ переходят к выполнению этапа 3);
- при испытаниях с ФБ, если необходимо, очищают рабочие поверхности фотоэлектрических модулей и переходят к выполнению этапа 4).

2) Регулируют устройство поддержания давления, например приоткрывают вентиль, таким образом, чтобы испытуемая система работала при низком давлении, достаточном для обеспечения циркуляции воды в гидравлическом контуре испытательного стенда или непрерывного перемещения воды по напорному трубопроводу. Включают систему. Испытуемая система должна проработать в течение 5 мин. для освобождения трубопроводов от воздушных пузырьков.

3) Настраивают имитатор ФБ таким образом, чтобы значение мощности на его выходе было равно значению номинальной мощности ФБ испытуемой системы (приведенному в ее паспортных данных или расчетному — для начальных испытаний системы).

4) Устанавливают значение давления, соответствующее наибольшему выбранному значению напора, 0,9 H_{max} или больше (при необходимости) с помощью устройства поддержания давления, например запорного вентиля.

5) Измеряют подачу испытуемой системы, температуру воды на входе в насос (насосный агрегат), ток и напряжение на выходе ФБ (имитатора ФБ), температуру окружающей среды.

При испытаниях с ФБ также измеряют температуры на тыльной поверхности фотоэлектрических модулей, скорость ветра, ток короткого замыкания эталонного прибора или, если используется пиранометр, энергетическую освещенность и спектральное распределение энергетической освещенности с помощью спектрорадиометра. Также измеряют температуру и напряжение эталонного прибора, если необходимо (см. 7.5). Следует контролировать, чтобы в течение одного измерения температура ФБ и температура эталонного прибора оставались постоянными с отклонением в пределах ±1 °С, энергетическая освещенность оставалась постоянной с отклонением в пределах 0,5 % и скорость ветра — в пределах ±2 %. В момент измерений рекомендуется делать снимок облаков вокруг Солнца и фиксировать время суток.

Температуру ФБ (температуру элемента ФБ) определяют, как указано в *ГОСТ Р МЭК 61829*[*]. Для этого определяют температуру каждого выбранного фотоэлектрического модуля как среднее значение температуры в точках измерений (см. 7.6). При этом, если измерения проводят в четырех точках (см. рисунок 3) и температура в одной из точек измерения отличается более чем на 5 °С от средней температуры остальных трех точек измерения, ее не учитывают.

[*] См. также [16].

Если в состав ФБ испытуемой системы входят фотоэлектрические устройства с концентраторами, в которых используется активное охлаждение, при испытаниях с ФБ также измеряют скоростью расхода охладителя и температуры на входе и выходе. Изменения скорости расхода охладителя не должны быть более 2 %, и в течение любого 5-минутного интервала температура не должна меняться более чем на 1 °С.

Если необходимо, например если испытания объединены с испытаниями по определению КПД (см. 7.9), измеряют значения напряжения и тока на входе в электронасосный агрегат (значения напряжения и тока электродвигателя переменного или постоянного тока или электромагнитного привода, см. рисунок 1) и крутящий момент (момент на валу электродвигателя). Измерение крутящего момента и частоты должно выполняться практически одновременно. Если необходимо, измеряют коэффициент мощности.

6) Пошагово изменяют мощность на выходе ФБ (имитатора ФБ) от наибольшего значения, равного значению максимальной мощности ФБ испытуемой системы, до наименьшего значения, при котором подача испытуемой системы будет равна нулю. Для этого:

- изменяют ток и напряжение на выходе имитатора ФБ или
- уменьшают количество поступающей на ФБ солнечной радиации с помощью изменения угла наклона фотоэлектрических модулей или иным способом, как указано, например, в *ГОСТ Р МЭК 61853-1—2013, 8.3.7* или *ГОСТ Р МЭК 60904-10—2013, 5.1.6* (при ускоренных испытаниях с ФБ), или
- наблюдают за изменением энергетической освещенности и при приближении значения энергетической освещенности к значению, соответствующему следующему выбранному значению максимальной мощности ФБ, выполняют подготовку к измерениям и измерения, как указано ниже.

Примечания

1 Испытания в натурных условиях с ФБ проводятся непрерывно, если есть возможность поддерживать постоянное значение давления (напора). Соответственно, непрерывно измеряют параметры, указанные на этапе 5). Такой порядок проведения испытаний предпочтителен.

2 Энергетическую освещенность определяют по измеренному значению тока короткого замыкания эталонного прибора и его калибровочному значению, измеренному при СУИ или по аналогичным значениям мощности, как указано в *ГОСТ Р МЭК 60904-1—2013, 5.4* и *ГОСТ Р МЭК 61853-1—2013, 8.3.6*, или по показаниям пиранометра.

На каждом шаге проверяют, чтобы значение напора оставалось равным значению, установленному на этапе 4), и при необходимости дополнительно регулируют устройство поддержания давления, после чего выполняют этап 5).

Если испытания проводят в натурных условиях с ФБ, должны быть выполнены требования по измерению температуры ФБ и энергетической освещенности, аналогичные требованиям *ГОСТ Р МЭК 61214—2013, 14.1.*

Между наибольшим и наименьшим значениями $P_{ФБ}$ должно быть снято не менее пяти точек с равными интервалами изменения $P_{ФБ}$ между двумя соседними точками измерений.

7) Уменьшают давление и устанавливают значение давления, соответствующее следующему требуемому значению напора (см. 7.8.1).

8) Повторяют этапы 5)—7) несколько раз, как минимум для значений напора, указанных в 7.8.1.

При этом на каждом шаге изменения мощности на этапе 6) значение напора сверяют со значением, установленным на этапе 7).

9) По результатам измерений для испытуемой системы строят семейство графиков зависимости подачи от мощности ФБ при постоянном значении напора.

Если паспортного $E_{max\ сист}$ при испытаниях с ФБ в натурных условиях достичь не удалось, выполняют экстраполяцию и продлевают графики до $E_{max\ сист}$ при соответствующей температуре ФБ.

Строят семейство графиков зависимости подачи испытуемой системы от энергетической освещенности при постоянном значении напора по результатам измерений или на основании полученных зависимостей $P_{ФБ}$—Q и характеристик ФБ, указанных в ее технической документации (см. приложение А), или полученных на основании измерения ВАХ ФБ до проведения испытаний по настоящему стандарту, если ФБ изготовлена одновременно с испытуемой системой, или расчетных, при начальных испытаниях. Следует указывать температуру ФБ, для которой определены зависимости E—Q.

Если используется пиранометр, определяют эффективную энергетическую освещенность в каждой точке измерений в соответствии с *ГОСТ Р МЭК 690904-1—2013, подраздел 5.6.*

Если температура эталонного прибора отличается от температуры, при которой проводилась его калибровка, более чем на 2 °С, в калибровочное значение следует внести поправку в соответствии с измеренной температурой.

Зависимости подачи испытуемой системы от энергетической освещенности должны быть определены для температуры элемента ФБ при СУИ 25 °С. При измерениях с ФБ в значения энергетической освещенности должна быть внесена поправка на отличие измеренного значения температуры элемента ФБ от 25 °С.

Если испытания объединяют с испытаниями по определению КПД, то выполняют также этапы 2)—5) по 7.9.

7.9 Определение зависимости КПД от подачи при постоянных значениях напора/давления

7.9.1 Общие положения

Целью испытаний является определение зависимостей КПД испытуемой системы от подачи $Q_{сист}$ при постоянном значении напора на выходе системы $H_{сист}$ (или давления — для систем с объемными насосами) и номинальной частоте.

Эти испытания могут быть объединены с испытаниями по 7.8.

Если для определения КПД используют результаты испытаний по 7.8, то определение КПД проводят вместе или после испытаний по 7.8.

7.9.2 Порядок проведения испытаний

1) Выполняя испытания по 7.8, определяют напряжение и ток на выходе ФБ (имитатора ФБ), энергетическую освещенность и подачу испытуемой системы при заданном значении напора (давления) или используют данные, полученные при испытаниях по 7.8, если эти испытания были проведены до начала испытаний по настоящему подразделу.

Если целесообразно определять отдельно КПД на участке между выходом ФБ и входом в насосный агрегат (общий КПД всех отдельных устройств, осуществляющих функции управления, согласования нагрузки, преобразования энергии) $\eta_у$, КПД насосного агрегата $\eta_{аг}$, КПД электропривода $\eta_{пр}$ и КПД насоса $\eta_{нас}$, то в каждой точке измерений также регистрируют значения напряжения и тока на входе в электронасосный агрегат (значения напряжения и тока электродвигателя переменного или постоянного тока или электромагнитного привода, см. рисунки 1, 2 и таблицу 2) и крутящий момент (момент на валу электродвигателя). Измерение крутящего момента и частоты должно выполняться практически одновременно.

Примечание — Для систем типа А КПД от выхода ФБ до выхода системы — общий КПД контура потребления фотоэлектрической системы $\eta_{КП}$, равен КПД насосного агрегата, и дополнительных измерений для его определения не требуется.

2) Для каждой точки измерений определяют КПД фотоэлектрической батареи $\eta_{ФБ}$ по формуле

$$\eta_{ФБ} = \frac{U_{ФБ} I_{ФБ}}{ES} \cdot 100\ \%, \tag{4}$$

где S — суммарная площадь воспринимающей поверхности/выходного окна фотоэлектрических модулей ФБ.

3) Определяют КПД от выхода ФБ до выхода системы — общий КПД компонентов контура потребления фотоэлектрической системы $\eta_{КП}$ для каждой точки измерений как

$$\eta_{КП} = \frac{\rho H_{сист} Q_{сист}}{U_{ФБ} I_{ФБ}} \cdot 100\ \% \text{ — для систем с динамическими насосами,} \tag{5}$$

$$\eta_{КП} = \frac{P_{сист} Q_{сист}}{U_{ФБ} I_{ФБ}} \cdot 100\ \% \text{ — для систем с объемными насосами.} \tag{6}$$

Если необходимо, для каждой точки измерений определяют:

- КПД на участке между выходом ФБ и входом в насосный агрегат $\eta_у$ в зависимости от типа испытуемой системы как

$$\eta_у = \frac{U_{\sim} I_{\sim}}{U_{ФБ} I_{ФБ}} \cdot 100\ \% \text{ или } \eta_у = \frac{U_{\sim} I_{\sim}}{U_{ФБ} I_{ФБ}} \cdot 100\ \%; \tag{7}$$

- КПД насосного агрегата η_{ar} в зависимости от типа испытуемой системы и типа насосного агрегата

$$\eta_{ar} = \frac{\rho g H_{сист} Q_{сист}}{U_{=} I_{=}} \cdot 100\ \% \text{ или } \eta_{ar} = \frac{\rho g H_{сист} Q_{сист}}{U_{\sim} I_{\sim}} \cdot 100\ \%, \quad (8)$$

$$\eta_{ar} = \frac{p_{сист} Q_{сист}}{U_{=} I_{=}} \cdot 100\ \% \text{ или } \eta_{ar} = \frac{p_{сист} Q_{сист}}{U_{\sim} I_{\sim}} \cdot 100\ \%; \quad (9)$$

- КПД электропривода $\eta_{пр}$ и КПД насоса $\eta_{нас}$

$$\eta_{пр} = \frac{M\omega}{U_{=} I_{=}} \cdot 100\ \% \text{ или } \eta_{пр} = \frac{M\omega}{U_{\sim} I_{\sim}} \cdot 100\ \%, \quad (10)$$

$$\eta_{нас} = \frac{\rho g H_{сист} Q_{сист}}{M\omega} \cdot 100\ \% \text{ или } \eta_{нас} = \frac{p_{сист} Q_{сист}}{M\omega} \cdot 100\ \%, \quad (11)$$

где ω — угловая скорость вращения, рад/с, $\omega = 2\pi n/60$.

4) Для каждой точки измерений определяют КПД испытуемой системы $\eta_{сист}$ как произведение КПД ФБ $\eta_{ФБ}$ и КПД от выхода ФБ до выхода системы — общего КПД компонентов контура потребления фотоэлектрической системы $\eta_{КП}$

$$\eta_{сист} = \eta_{ФБ} \eta_{КП} \quad (12)$$

$$\text{или } \eta_{сист} = \eta_{ФБ} \eta_{у} \eta_{ar} = \eta_{ФБ} \eta_{у} \eta_{пр} \eta_{нас}. \quad (13)$$

5) Строят графики зависимости КПД системы от подачи при разных постоянных значениях напора. Определяют значения максимального КПД системы при разных значениях напора и значения подачи при максимальном КПД.

7.10 Определение зависимости подачи от напора/давления при постоянном значении частоты

7.10.1 Общие положения

Целью испытаний является определение зависимости подачи испытуемой системы $Q_{сист}$ от изменения напора на выходе системы $H_{сист}$ (или давления — для систем с объемными насосами) при номинальном значении частоты, а также при заданных постоянных значениях частоты вращения.

Номинальное значение частоты для систем типа D с электронасосными агрегатами переменного тока равно частоте на выходе переменного тока инвертора 50 Гц.

При определении этой характеристики мощность, поступающая на электронасосный агрегат, должна изменяться так, чтобы насос постоянно работал при заданной частоте.

7.10.2 Порядок проведения испытаний

1) Если испытания выполняют отдельно от испытаний по 7.8, 7.9 и 7.11 или первыми из них, то выполняют подготовку испытуемой системы, как указано в 7.6.

Если испытания выполняют сразу после проведения испытаний по 7.8, и/или 7.9, и/или 7.11, то переходят к выполнению этапа 3).

2) Регулируют устройство поддержания давления: например, приоткрывают вентиль таким образом, чтобы испытуемая система работала при низком давлении, достаточном для обеспечения циркуляции воды в гидравлическом контуре испытательного стенда или непрерывного перемещения воды по напорному трубопроводу. Включают систему. Испытуемая система должна проработать в течение 5 мин. для освобождения трубопроводов от воздушных пузырьков.

3) Устанавливают значение давления, соответствующее максимальному рабочему значению напора на выходе системы, с помощью устройства поддержания давления.

Примечание — Для систем с объемными насосами, выходным параметром которых является не напор, а давление, все процедуры испытаний выполняют относительно значений давления вместо напора.

Если в качестве устройства поддержания давления используется запорный вентиль, то для центробежных насосов вентиль должен быть полностью закрыт, для объемных насосов вентиль должен быть закрыт до степени, обеспечивающей максимальный рабочий напор на выходе системы.

4) Пошагово уменьшают давление с помощью устройства поддержания давления, например пошагово открывая вентиль, таким образом, чтобы напор на выходе испытуемой системы изменялся от наибольшего значения напора, установленного на шаге 4), до наименьшего значения, при котором подача испытуемой системы будет максимальной.

На каждом шаге регулируют мощность на входе в насосный агрегат таким образом, чтобы частота вращения оставалась постоянной. Для этого используют, например, вольт-амперные характеристики ФБ (приведенные в паспортных данных испытуемой системы или при начальных испытаниях расчетные) или ВАХ имитатора ФБ, если они указаны в технической документации испытуемой системы.

На каждом шаге измеряют подачу, ток и напряжение имитатора ФБ или ток и напряжение ФБ и на входе в электронасосный агрегат, частоту вращения (если возможно).

Между наибольшим и наименьшим значениями давления (напора) должно быть снято не менее пяти точек с равными интервалами изменения подачи.

Если измерения возможны при значениях частоты меньших, чем номинальное, переходят к выполнению следующего этапа, если нет — выполняют этап 7).

5) Уменьшая частоту, устанавливают следующее значение частоты и повторяют этап 4).

6) Повторяют этапы 4) и 5) как минимум для четырех значений частоты вращения.

Разница между значениями частоты для двух соседних зависимостей $Q_{сист}$ от $H_{сист}$ (или $Q_{сист}$ от $p_{сист}$ — для объемных насосов) должна быть одинаковой.

По результатам измерений строят график зависимости подачи системы от напора на выходе системы (или давления — для систем с объемными насосами) при номинальной частоте вращения, а также графики зависимости подачи системы от напора (давления) на выходе системы при других постоянных значениях частоты, если измерения проводились.

Если имеются потери давления (напора), указанные в 7.5, следует внести поправку во все значения напора/давления и строить графики, используя полученные значения. Информация о внесении поправок в данном испытании должна быть занесена в протокол испытаний. При натурных испытаниях, если необходимо, должны быть учтены потери в напорном трубопроводе (см. 7.1).

7.11 Определение стартовой мощности

7.11.1 Общие положения

Целью испытаний является определение минимальной мощности ФБ, необходимой для запуска испытуемой системы и соответствующей энергетической освещенности.

Если в испытуемой системе для запуска насоса используется устройство накопления энергии, данное испытание не проводят.

Стартовую мощность испытуемой системы и соответствующую ей энергетическую освещенность определяют при номинальном напоре на выходе системы (или давлении — для систем с объемными насосами) и номинальной частоте. Рекомендуется, по крайней мере на всех стадиях создания системы, определять значения стартовой мощности еще для нескольких значений $H_{сист}$ ($p_{сист}$) аналогично 7.8. В этом случае можно получить более полную картину работы испытуемой системы.

Испытания с ФБ при естественном изменении параметров окружающей среды в течение светового дня проводят в утренние и вечерние часы. Испытания с ФБ в течение дня проводят, только если есть возможность поддерживать постоянное значение давления (напора). Такой вариант испытаний предпочтителен. При ускоренных испытаниях с ФБ их начинают при значении энергетической освещенности, близком к значению, соответствующему номинальной мощности ФБ.

Если имеются потери давления (напора), указанные в 7.5, при испытаниях следует устанавливать значения давления с учетом поправки для того, чтобы значения напора/давления на выходе испытуемой системы равнялись заданным значениям. Информация о внесении поправок в данном испытании должна быть занесена в протокол испытаний. При натурных испытаниях, если необходимо, должны быть учтены потери в напорном трубопроводе (см. 7.1).

При испытаниях с ФБ при естественном изменении параметров окружающей среды в течение светового дня переходят к выполнению следующего этапа.

7.11.2 Порядок проведения испытаний

Если испытания проводят с ФБ при естественном изменении параметров окружающей среды в течение светового дня, этапы 1)—5) должны быть выполнены до того, как уровень энергетической освещенности достигнет уровня, необходимого для генерации фотоэлектрической батареей стартовой мощности, расчетной или указанной в паспортных данных испытуемой системы.

1) Если испытания выполняют отдельно от испытаний по 7.8—7.11 или первыми из них, то выполняют подготовку испытуемой системы, как указано в 7.6.

Если испытания выполняют сразу после проведения испытаний по 7.8, 7.9 и/или 7.10, то переходят к выполнению этапа 3). При испытаниях с ФБ предварительно, если необходимо, очищают рабочие поверхности фотоэлектрических модулей.

2) Регулируют устройство поддержания давления, например приоткрывают вентиль, таким образом, чтобы испытуемая система работала при низком давлении, достаточном для обеспечения циркуляции воды в гидравлическом контуре испытательного стенда или непрерывного перемещения воды по напорному трубопроводу. Включают систему. Испытуемая система должна проработать в течение 5 мин. для освобождения трубопроводов от воздушных пузырьков.

Выключают испытуемую систему.

3) Заполняют пневмогидроаккумулятор водой на 50 %.

4) Повышают давление воздуха в пневмогидроаккумуляторе таким образом, чтобы значение давления на выходе испытуемой системы установилось на уровне значения, соответствующего номинальному значению напора.

5) Настраивают устройство поддержания давления (например, запорный вентиль) также на номинальное значение напора на выходе испытуемой системы.

Если испытания проводят при нескольких значениях напора, например при указанных в 7.8.1, то на данном этапе устанавливают давление, соответствующее максимальному из выбранных значений.

6) Если испытания проводят с имитатором ФБ, то настраивают имитатор ФБ таким образом, чтобы значение мощности на его выходе было равно значению максимальной мощности ФБ испытуемой системы (приведенному в ее паспортных данных или расчетному — для начальных испытаний системы).

7) Включают испытуемую систему.

Если проводят испытания с имитатором ФБ или ускоренные испытания с ФБ, переходят к выполнению этапа 9).

8) Если испытания проводят с ФБ при естественном изменении параметров окружающей среды, в течение светового дня наблюдают за работой испытуемой системы от того момента, когда она самостоятельно запустилась утром, до ее окончательно выключения вечером. Если в начале работы или перед завершением работы в конце светового дня система запускалась и выключалась несколько раз подряд в течение 15 мин. без резкого изменения энергетической освещенности, определяют среднее значение всех этих значений мощности включения и отключения.

Одновременно выполняют требования этапа 12).

Примечание — Если испытания проводят с ФБ при естественном изменении параметров окружающей среды в течение светового дня, допускается отключить систему через 1—2 ч после того, как она запустилась утром, и включить во второй половине дня, когда значение энергетической освещенности не менее чем на 10 % больше, чем максимальное значение мощности включения системы, полученное в утренние часы.

9) При испытаниях с имитатором ФБ или ускоренных испытаниях с ФБ ожидают 3—5 мин.

Выключают испытуемую систему.

10) Уменьшают мощность на выходе ФБ (имитатора ФБ). Для этого:

- изменяют ток и напряжение на выходе имитатора ФБ или
- уменьшают количество поступающей на ФБ солнечной радиации с помощью изменения угла наклона фотоэлектрических модулей или иным способом, как указано, например, в *ГОСТ Р МЭК 61853-1—2013, 8.3.7* или *ГОСТ Р МЭК 60904-10—2013, 5.1.6* (при ускоренных испытаниях с ФБ).

Записывают новое значение мощности.

Проверяют, чтобы значение напора оставалось равным значению, установленному на этапе 5), и при необходимости дополнительно регулируют устройство поддержания давления.

11) Повторяют этапы 7), 9) и 10) до тех пор, пока на этапе 6) испытуемая система или не будет запускаться совсем или будет запускаться и работать, но не более 2 мин. до аварийного отключения.

Мощность, при которой система не будет запускаться или отключится, фиксируют как стартовую мощностью испытуемой системы для данного напора.

12) Если испытания проводят в натурных условиях с ФБ в момент отключения или в моменты включения и отключения испытуемой системы в течение минимально возможного времени, также измеряют температуры на тыльной поверхности фотоэлектрических модулей, скорость ветра, ток короткого замыкания эталонного прибора или, если используется пиранометр, энергетическую освещенность и спектральное распределение энергетической освещенности с помощью спектрорадиометра. Также из-

меряют температуру и напряжение эталонного прибора, если необходимо (см. 7.5). В момент измерений рекомендуется делать снимок облаков вокруг Солнца и фиксировать время суток.

При испытаниях с ФБ все включения и отключения испытуемой системы, связанные с резкими колебаниями энергетической освещенности, не учитывают.

При испытаниях с ФБ необходимо контролировать, чтобы в течение измерения температура ФБ и температура эталонного прибора оставались постоянными с отклонением в пределах ±1 °С, а энергетическая освещенность и скорость ветра оставались постоянными с отклонением в пределах ±2 %.

Температуру ФБ (температуру элемента ФБ) определяют, как указано в *ГОСТ Р МЭК 61829*[*]. Для этого определяют температуру каждого выбранного фотоэлектрического модуля как среднее значение температуры в точках измерений (см. 7.6). При этом, если измерения проводят в четырех точках (см. рисунок 3) и температура в одной из точек измерения отличается более чем на 5 °С от средней температуры остальных трех точек измерения, ее не учитывают.

Если в состав ФБ испытуемой системы входят фотоэлектрические устройства с концентраторами, в которых используется активное охлаждение, при испытаниях с ФБ также измеряют скорость расхода охладителя и температуру на входе и выходе. Изменения скорости расхода охладителя не должны быть более 2 %, и в течение любого 5-минутного интервала температура не должна меняться более чем на 1 °С.

В системах с объемными насосами при испытаниях с имитатором ФБ или ускоренных испытаниях с ФБ, после остановки испытуемой системы на каждом шаге изменения мощности ФБ между статором и ротором засасывается водяная пленка, служащая смазкой. Она снижает трение и, следовательно, стартовую мощность. В условиях эксплуатации между остановкой системы вечером и ее запуском утром проходит несколько часов, в течение которых эта водяная пленка выдавливается из насоса. Поэтому при испытаниях систем с объемными насосами с имитатором ФБ и ускоренных испытаниях между двумя циклами с разными значениями мощности ФБ (имитатора ФБ) рекомендуется делать двухчасовой перерыв.

13) Этапы 4)—12) повторяют не менее трех раз.

14) Если значение стартовой мощности определяют еще для нескольких значений $H_{сист}$ ($p_{сист}$) аналогично 7.8, то повторяют этапы 3)—13) для всех выбранных значений напора (давления).

15) Определяют среднее значение мощности ФБ, при которой отключается (включается и отключается) испытуемая система, и соответствующее ему значение минимальной требуемой энергетической освещенности, а также границы доверительного интервала при данном значении напора (давления), температуре окружающей среды, температуре ФБ. Определяют значения стартовой мощности и соответствующей минимальной требуемой освещенности для температуры элемента ФБ при СУИ 25 °С.

Примечание — Рекомендуется также определять параметры при предельной нормативной температуре элемента ФБ 75 °С.

Если измерения проводились при нескольких значениях напора (давления), строят графики зависимости стартовой мощности от напора и минимальной требуемой энергетической освещенности от напора и, если необходимо, температуры окружающей среды (или температуры элемента ФБ).

7.12 Протокол испытаний

Протокол испытаний (сертификат соответствия) оформляется организацией, проводившей испытания, в соответствии с *ГОСТ ИСО/МЭК 17025*. Протокол испытаний (сертификат соответствия) должен содержать как минимум следующие данные:

a) название документа;

b) наименование и адрес испытательной лаборатории и указание места, где были проведены испытания;

c) уникальную идентификацию протокола или сертификата и каждой страницы, четкое определение цели протокола испытаний;

d) наименование и адрес заказчика, когда это необходимо;

e) тип испытаний (предварительные, сертификационные, приемно-сдаточные и т. п.);

f) описание процедуры выбора образцов, когда это необходимо;

g) дату получения испытанных образцов и дату(ы) испытаний (если они выполнялись);

h) описание и идентификацию образцов до испытаний;

[*] См. также [13].

i) характеристику и состояние образцов после испытаний;

j) фотографию(ии)/видеозаписи и описание собранной системы (вместе с испытательным стендом, если испытания проводились на испытательном стенде) до начала испытаний, в процессе испытаний (рекомендуется) и после проведения испытаний, а также фотографии отдельных компонентов системы, если это необходимо для описания состояния испытанной системы,

k) схему испытательного стенда, если испытания проводились на испытательном стенде, а также описание испытательного оборудования и характеристик испытательного стенда, например потерь давления, если необходимо;

l) фотографии и/или описание напорного трубопровода, водоисточника и т. п., если испытания проводились не на испытательном стенде;

m) описание условий и особенностей проведения испытаний, фотографии и/или описание места испытаний, если испытания проводились в натурных условиях;

n) описание использованных методов испытаний;

p) описания всех отклонений, дополнений или исключений в процедурах испытаний, а также любую иную информацию, относящуюся к конкретному испытанию;

q) результаты измерений, проверок, расчетов, сопровождаемые необходимыми таблицами, графиками, схемами, рисунками и фотографиями/видеозаписями, включая все отрицательные результаты, повреждения и т. п., описания обстоятельств отказов, всех неудовлетворительных и повторных испытаний;

r) оценку неопределенности (погрешности) полученных в испытаниях результатов (если необходимо);

s) оценку результатов испытаний и заключение по результатам испытаний (если необходимо);

t) должность и подпись либо равноценную идентификацию лиц, отвечающих за содержание сертификата соответствия и/или содержание протокола испытаний, а также дату его подписания/составления;

u) положение о том, что полученные результаты относятся только к испытанным образцам, если это необходимо;

v) положение о том, что для сохранения действия сертификата соответствия изготовитель должен сообщать и согласовывать с организацией, проводившей испытания, и сертифицирующей организацией все проводимые им изменения;

w) положение о том, что данный протокол испытаний не может быть воспроизведен иначе как полностью без письменного разрешения опубликовавшей его лаборатории.

К протоколу должен прилагаться журнал (на бумажном и/или электронном носителе), в который заносились текущие данные в течение всего времени испытаний, все измеренные значения, расчеты и комментарии, данные о состоянии системы (если необходимо). Данный журнал должен сохраняться изготовителем испытанной системы/заказчиком испытаний и организацией, в которой проводились испытания, в течение всего жизненного цикла изделия.

Изготовитель должен хранить копию протокола испытаний в качестве справочного материала.

8 Выбор и оценка

8.1 Общие положения

В настоящем разделе приведены общие требования к выбору и оценке автономных фотоэлектрических насосных систем для подачи воды, обеспечивающие их работу в условиях эксплуатации с требуемой эффективностью.

Основополагающим требованием при выборе и оценке как в тендерах, заказчиком и т. п., так и при создании автономных фотоэлектрических насосных систем для подачи воды является требование полноты и достоверности исходных данных.

Исходные данные должны включать:

- полные данные об условиях эксплуатации, полученные от заказчика (в случае изготовления по индивидуальному заказу, тендеру и пр.), или полная информация обо всех возможных вариантах условий эксплуатации, в которых будет функционировать система;
- данные от изготовителей компонентов, полностью описывающие все характеристики компонентов, влияющие на характеристики и работу системы в целом.

При выборе и оценке систем в тендерах, заказчиком и т. п. исходными данными являются данные об условиях эксплуатации, указанные в 8.2.1, данные о системе и данные о компонентах системы, приведенные в ее технической документации. При создании систем исходными данными являются данные

об условиях эксплуатации, для которых разрабатывается система (расширенные данные по 8.2.1), и данные о компонентах системы, предоставляемые изготовителями компонентов. В этом случае данные о характеристиках и параметрах системы получают на стадии проектирования расчетами на основании данных об условиях эксплуатации, указанных в 8.2.1, данные о компонентах системы определяют на основании рассчитанных характеристик и параметров системы и исходных данных. Затем те и другие данные проверяют как минимум испытаниями по разделу 7. При этом данные об условиях эксплуатации по 8.2.1 для систем, предназначенных для массового производства, выбираются изготовителем как данные об условиях эксплуатации, для которых предназначена система.

Данные, указанные в 8.2.1, являются минимальным требуемым набором исходных данных об условиях эксплуатации. Следует учитывать, что чем более полные данные используются как при выборе и оценке, так и при создании систем, тем точнее будут совпадать расчетные оценки и экспериментальные данные с работой систем в реальных условиях эксплуатации.

В части, не противоречащей требованиям настоящего стандарта, автономные фотоэлектрические насосные системы для подачи воды должны отвечать требованиям [1].

8.2 Исходные данные

8.2.1 Данные об условиях эксплуатации

8.2.1.1 Географические данные

a) Широта и долгота местности, для размещения в которой(ых) предназначена автономная фотоэлектрическая насосная система для подачи воды.

b) Топографические данные, которые определяют условия монтажа системы, например, такие как ориентация фотоэлектрических модулей, размещение фотоэлектрических модулей, позволяющее минимизировать их затенение, и т. п.: рельеф, в том числе уклон местности, размещение растительности, постройки, в том числе их высота и расстояние до них, и т. п.

8.2.1.2 Климатические данные

a) Годовое изменение уровня энергетической освещенности и суточного прихода солнечной радиации.

Примечание — Могут использоваться данные только для периода водопотребления.

Суточная временная зависимость энергетической освещенности определяется на основе координат местности по данным многолетних метеорологических наблюдений государственной метеорологической службы, и/или расчетам с использованием справочной литературы, и/или экспериментальным данным, полученным на месте эксплуатации с требуемой степенью достоверности, а также используя международные базы данных.

Для выбора и оценки систем в тендерах и т. п. достаточно задать стандартную суточную временную зависимость энергетической освещенности для характеристических дней (см. 8.4) в соответствии с *ГОСТ Р 57227* или требуемые по *ГОСТ Р 57227* данные для ее определения (энергетическую освещенность в солнечный полдень, приход солнечной радиации и продолжительность светового дня). Если данные о суточном приходе солнечной радиации или суточном изменении энергетической освещенности в течение года не доступны, следует использовать данные о приходе солнечной радиации для класса II, установленные в *ГОСТ Р МЭК 62124—2013, таблица А.1*: среднегодовой приход солнечной радиации на горизонтальную поверхность от 4,5 до 5,5 кВт·час/м^2 в день.

b) Температура: средняя, наибольшая, наименьшая.

Изменение температуры в течение периода водопотребления.

Если данные о температуре и координатах местности не устанавливают, принимают среднюю температуру равной 30 °С.

c) Данные об осадках.

d) Максимальная и средняя скорость ветра.

8.2.1.3 Качество воздуха (влажность, запыленность, содержание коррозионно-опасных примесей: например, повышенное содержание аммиака и т. п.).

8.2.1.4 Данные о водоисточнике:

- тип водоисточника (скважина, колодец, озеро и т. п.);
- глубина скважины или колодца, диаметр скважины, размеры оголовка водоисточника;
- статический уровень воды в водоисточнике;
- динамический уровень воды в водоисточнике;

- дебит скважины или колодца (дебит скважины определяется в соответствии с нормативными документами);
- гидрологическая характеристика водоисточника;
- свидетельство о пригодности водоисточника для использования при работе автономной фотоэлектрической насосной системы для подачи воды;
- качество воды.

Качество воды на наличие грязи или песка и по другим показателям должно быть определено в соответствии с нормативными документами (Санитарными правилами и нормами и т. п.).

8.2.1.5 Данные о водопотреблении:

- период водопотребления.

Примечание — Если период не указан, считается, что водопотребление происходит в течение всего года;

- суточный объем водопотребления при наихудших условиях (по энергетической освещенности, времени года, уровню воды в водоисточнике) за период водопотребления и требуемый запас воды;
- максимальный суточный объем водопотребления за период водопотребления;
- типичный(ые) график(и) водопотребления: суточный, месячный, сезонный (один или несколько), полностью описывающие картину водопотребления в течение всего периода водопотребления), если необходимо с учетом требуемого запаса воды.

8.2.1.6 Описание объекта

- фотографии места установки (где они возможны);
- расстояние от водоисточника до устройства хранения и распределения воды или иного устройства, непосредственно в которое подается вода из напорного трубопровода;
- высота относительно водоисточника точки присоединения напорного трубопровода к устройству хранения и распределения воды или иному устройству, непосредственно в которое подается вода из напорного трубопровода;
- требуемый полный напор, включая потери на трение в напорном трубопроводе;
- существующие или планируемые к постройке здания;
- условия среды, уменьшающие (например, затеняющие постройки и растительность) и увеличивающие (например, отражающие поверхности зданий, водная поверхность и т. п.) энергетическую освещенность рабочих поверхностей фотоэлектрических модулей; детальное описание, в том числе изменение влияния в течение суток и года;
- наличие и тип устройств хранения и распределения воды (например, пневмогидроаккумулятора);
- характеристики водяного бака, иных устройств хранения и распределения воды, включая их паспортные данные;
- данные об особенностях монтажа фотоэлектрических модулей (например, ориентация поверхности конструкции здания, на которой они будут установлены).

8.2.2 Данные о системе

Данные о системе должны содержать как минимум информацию о выходных рабочих характеристиках и параметрах системы, указанную в 6.3.

Примечание — При создании систем, на этапе разработки, эти данные не являются исходными, их получают в результате расчетов, аналогичных 8.4, на основе расширенных данных 8.2.1.1—8.2.1.6.

8.2.3 Данные о компонентах системы

Данные о компонентах системы должны содержать как минимум информацию, указанную в 6.1 и в приложении А.

Информация о компонентах должна как минимум включать данные, позволяющие определить соответствие компонентов требованиям раздела 5 и расчетные рабочие характеристики системы для заданных условий эксплуатации (см. 8.4).

Примечание — При создании систем, на этапе разработки, эти данные не являются исходными. Требуемые параметры компонентов определяют на основании расчетных данных о системе и расширенных данных по 8.2.1—8.2.6 и затем подбирают компоненты по этим параметрам на основе данных, предоставленных изготовителям компонентов.

8.3 Проверка комплектации и соответствия компонентов условиям эксплуатации и требованиям к компонентам

При выборе и оценке систем должны быть выполнены проверка комплектации системы, проверка соответствия компонентов системы требованиям раздела 5 и документации — требованиям раздела 6.

Также должна быть выполнена проверка соответствия данных об условиях эксплуатации, указанных в технической документации системы, заданным (реальным) параметрам условий эксплуатации, указанным в исходных данных в соответствии с 8.2.

При неполной комплектации, несоответствии требованиям к компонентам или несоответствии условий эксплуатации, для работы при которых предназначена система, заданным (реальным) параметрам условий эксплуатации, система считается не соответствующей критериям выбора/оценки, и дальнейшие расчеты и проверку системы не проводят.

8.4 Определение характеристик автономной фотоэлектрической насосной системы для подачи воды для заданных условий эксплуатации

Цель данного этапа работ — определить с помощью расчетов и графического метода характеристики автономной фотоэлектрической насосной системы для подачи воды, достаточные для оценки соответствия производительности системы требованиям по водоподаче и соответствия параметров компонентов условиям эксплуатации.

Значения параметров характеристик автономной фотоэлектрической насосной системы для подачи воды для заданных условий эксплуатации определяют на основе исходных данных, указанных в 8.2, и представляют в виде номограмм и/или в виде расчетных данных, сгруппированных, например, в таблицы. Пример номограммы приведен на рисунке 4.

Примечание — Представление характеристик автономной фотоэлектрической насосной системы для подачи воды в виде номограмм предпочтительно.

Характеристики автономной фотоэлектрической насосной системы для подачи воды определяют следующим образом.

1) Определяют характеристические дни по данным об изменении суточного прихода солнечной радиации и суточного объема водопотребления в течение периода водопотребления и параметры характеристических дней (энергетическую освещенность, продолжительность светового дня, суточный приход солнечной радиации и требуемый суточный объем водоподачи).

Обязательными характеристическими днями являются дни с наиболее жесткими условиями работы системы из возможных: минимум прихода солнечной радиации при максимуме требуемого водопотребления.

Обязательными характеристическими днями выбора, оценки и проверки системы в периоде водопотребления являются:

- день с максимальным требуемым суточным объемом водопотребления в дни с минимальным приходом солнечной радиации и максимальной температурой окружающей среды за период водопотребления;
- день с минимальным приходом солнечной радиации в дни с максимальным требуемым суточным объемом водопотребления и максимальной температурой окружающей среды за период водопотребления.

Если требуемый суточный объем водопотребления постоянен в течение всего периода водопотребления, то достаточно определить один характеристический день — день с минимальным приходом солнечной радиации.

Примечание — В требуемом суточном объеме водопотребления должен быть учтен требуемый запас воды.

При необходимости для более детальных точных расчетов и оценок, например при проектировании, и для учета дополнительных факторов, например изменения температуры окружающей среды, прозрачности атмосферы, ориентации, угла наклона фотоэлектрических модулей, затенения, изменения уровня воды в водоисточнике и дебита и т. п., может быть выбрано большее количество характеристических дней.

2) Определяют зависимость напора на выходе напорного трубопровода от расхода воды при водопотреблении — характеристику напорного трубопровода (с учетом потерь, обусловленных трением в напорном трубопроводе и гидроарматуре, измерительной аппаратурой, снижением уровня воды в водоисточнике) (квадрат 1 на рисунке 4).

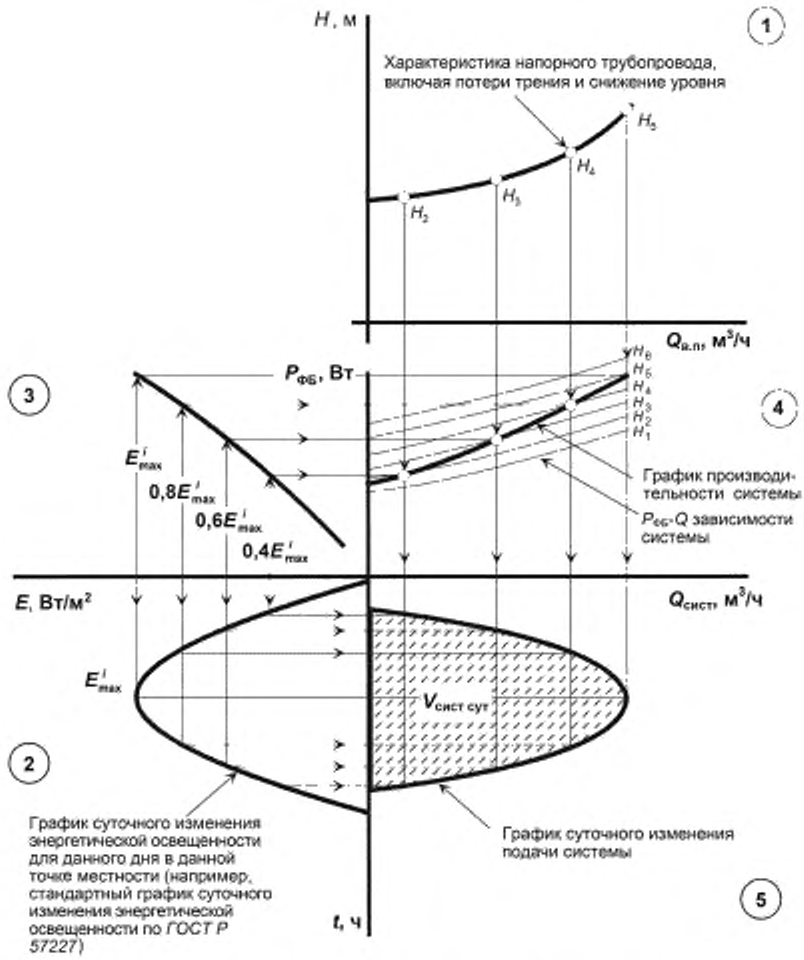


Рисунок 4 — Пример номограммы выходных характеристик автономной фотоэлектрической насосной системы для подачи воды (система с центробежным насосом, тип А)

Рекомендуемые допустимые максимальные потери на трение в напорном трубопроводе при СУИ составляют 5 % от полного динамического напора. Если размер труб и гидроаппаратура выбраны так, что допустимые потери на трение не превышают указанную величину, учет потерь напора/давления, обусловленных трением в трубопроводе, необязателен.

Для каждого характеристического дня:

3) Определяют суточную временную зависимость энергетической освещенности (квадрат 2 на рисунке 4), если заказчиком, в тендерной документации и т. п. не приведены данные по суточной временной зависимости энергетической освещенности для характеристических дней, в виде графика или таблицы.

Для предварительной оценки и ориентировочных расчетов при сравнении, выборе и оценке систем, например заказчиком, в тендерах, заявках и т. п., достаточно использовать стандартную суточную временную зависимость энергетической освещенности в соответствии с *ГОСТ Р 57227*.

Примечание — Использовать стандартную суточную временную зависимость энергетической освещенности по *ГОСТ Р 57227* при проектировании, в конечных расчетах, для точного сравнения систем, определения их параметров и рабочих характеристик не допускается. Для прогноза или имитации данных реального дня необходимо учитывать более полную информацию об условиях эксплуатации.

4) Используя заданную или полученную на этапе 3) суточную временную зависимость энергетической освещенности и характеристики ФБ определяют зависимость мощности ФБ от энергетической освещенности при данной температуре элемента ФБ (температуре окружающей среды) (квадрат 3 на рисунке 4). Используют либо зависимости мощности ФБ от энергетической освещенности при разных значениях температуры, либо семейство графиков ВАХ при разных значениях энергетической освещенности и температурные коэффициенты/ВАХ при разных значениях температуры.

Значения мощности ФБ определяют как минимум при четырех-пяти значениях энергетической освещенности: при энергетической освещенности в солнечный полдень E^i_{max} (максимальной энергетической освещенности в данный характеристический день) и при $0{,}8E^i_{max}$; $0{,}6E^i_{max}$; $0{,}4E^i_{max}$ и $0{,}2E^i_{max}$.

Для систем типа В—Е (см. таблицу 1 и рисунок 1) должны быть учтены возможные отклонения от максимальной мощности, связанные с работой УПЭ, устройств управления и согласования нагрузки. Для систем типа А с непосредственным соединением ФБ и электродвигателя постоянного тока электронасосного агрегата должна быть учтена адаптация характеристики ФБ к работе электродвигателя.

Следует учитывать возможное снижение мощности ФБ на величину до 30 % от значений, полученных на основе паспортных/расчетных данных, обусловленное высокой температурой фотоэлектрических элементов (выше 70 °С), старением и загрязнением рабочих поверхностей.

Если значение температуры, для которой определены имеющиеся характеристики ФБ, отличается от требуемого значения температуры более чем на 1 °С, в имеющиеся характеристики ФБ вносят поправку по температуре, как указано в *ГОСТ Р МЭК 60891*.

Должно быть указано значение температуры (и, если необходимо, скорость ветра), для которого определена зависимость.

Примечание — Для сравнения и выбора систем заказчиком, в тендерах, заявках и т. п. используют характеристики ФБ, приведенные в технической документации системы (паспортных данных ФБ), на разных этапах создания систем — расчетные, или полученные в результате испытаний по 7.8.

5) Определяют зависимость подачи системы от мощности ФБ при изменении напора в соответствии с гидравлической характеристикой водоисточника, используя результаты этапов 2), 4) и зависимости подачи системы от мощности ФБ при разных постоянных значениях напора на выходе системы (квадрат 4 на рисунке 4).

Значения подачи системы определяют как минимум при тех же четырех-пяти значениях энергетической освещенности, что и на этапе 4): E^i_{max}; $0{,}8E^i_{max}$; $0{,}6E^i_{max}$; $0{,}4E^i_{max}$; $0{,}2E^i_{max}$.

Примечание — Для сравнения и выбора систем заказчиком, в тендерах, заявках и т. п. используют зависимости подачи системы от мощности ФБ, приведенные в технической документации системы (паспортных данных ФБ), на разных этапах создания систем — расчетные, или полученные в результате испытаний по 7.8.

8.5 Проверка автономной фотоэлектрической насосной системы для подачи воды по суточному объему перекачиваемой воды

Используя результаты, полученные в 8.4, определяют суточное изменение подачи системы для данного характеристического дня и значение суточного объема воды, перекачиваемого системой (квадрат 5 на рисунке 4).

Считают, что система соответствует требованиям, например тендера, и/или что начальные характеристики автономной фотоэлектрической насосной системы выбраны правильно, если значение полученного суточного объема воды, перекачиваемого системой, не выходит за пределы от –5 до +20 % от требуемого суточного объема водопотребления для данного характеристического дня (с учетом точности выполненных измерений) при значениях E^i_{max}; $0{,}8E^i_{max}$; $0{,}6E^i_{max}$; $0{,}4E^i_{max}$ и $0{,}2E^i_{max}$.

При определении параметров фотоэлектрической насосной системы следует учитывать точности измерения конкретных датчиков. Погрешность измерения датчиков должна быть не более 3 % от значения измеряемой величины.

Вместо расчетных значений или указанных в технической документации могут быть использованы данные, полученные по результатам испытаний (см. раздел 7). При этом следует принимать во внимание возможное снижение производительности фотоэлектрической батареи на величину до 30 %, обусловленное высокой температурой фотоэлектрических элементов (выше 70 °С), старением и загрязнением поверхности.

Приложение А
(справочное)

Пример формы представления информации о технических характеристиках компонентов

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОМПОНЕНТОВ

Фотоэлектрическая батарея

Номинальная мощность _____ Вт

Диапазон номинальной мощности _____ Вт

Максимально возможное напряжение _____ В

Ток короткого замыкания при СУИ _____ А

Напряжение, соответствующее максимальной мощности при СУИ _____ В

Температурный коэффициент тока _____

Температурный коэффициент напряжения _____

Температурный коэффициент максимальной мощности _____

Вольт-амперные характеристики фотоэлектрической батареи при уровнях энергетической освещенности от 100 до 1000 Вт/м^2 с шагом 100 Вт/м^2, а также, если необходимо, при разных углах ориентации

Зависимости максимальной мощности фотоэлектрической батареи от энергетической освещенности при разных значениях температуры в рабочем диапазоне температур

Максимально допустимый обратный ток на выходе _____ А

Параметры ориентации (если указаны) _____

Примечание — Данные о мощности должны включать потери при несогласованной нагрузке. Данные о фотоэлектрической батарее должны быть даны для ожидаемого диапазона температуры окружающей среды (температуры фотоэлектрических элементов) и скорости ветра 2 м/с.

Описание принципа слежения за Солнцем (если используется)

_____

Угол наклона рабочей поверхности фотоэлектрических модулей относительно горизонта (если устанавливается) _____ °

Диапазон рабочей температуры _____ °С

Диапазон относительной влажности воздуха _____ %

Высота над уровнем моря _____ м

Атмосферное давление _____ кПа

(_____ мм рт. ст.)

Диапазон скорости ветра (если необходимо) _____ м/с

Изготовитель фотоэлектрических модулей _____

Тип фотоэлектрических модулей (технология изготовления фотоэлектрических элементов) _____

Общее число фотоэлектрических модулей (последовательно соединенные × параллельно соединенные) _____

Габаритные размеры фотоэлектрических модулей _____

Модули сертифицированы по стандартам

ГОСТ Р 56980 □ Да □ Нет *ГОСТ Р МЭК 61646* □ Да □ Нет *ГОСТ Р 56983* □ Да □ Нет

_____

_____

ГОСТ Р МЭК 61730-1 □ Да □ Нет *ГОСТ Р МЭК 61730-1* □ Да □ Нет

Примечание — Если ФБ включает фотоэлектрические модули нескольких типов, указанные данные приводят по каждому типу.

Описание типа соединения с УПЭ или насосным агрегатом или марка устройства/устройств соединения.

Прочие сведения _____

_____

_____

Электродвигатель

Тип _____

Изготовитель _____

Модель _____

□ Переменный ток □ Постоянный ток

Мощность _____ Вт

Номинальное напряжение/частота _____ В/ _____ Гц, если применимо

Диапазон рабочего _____ В

Номинальный ток _____ А

Максимальный ток _____ А

Коэффициент мощности (если используется) _____ при частоте _____ Гц

КПД _____ %

Номинальная частота вращения _____ об/мин

Степень защиты _____

Класс изоляции _____

Диапазон рабочей температуры _____ °С

Габаритные и присоединительные размеры _____ мм

Вес _____ кг

Прочие сведения _____

_____

_____

Насос

Тип _____

Изготовитель _____

Модель _____

Рабочий диапазон напора/давления _____ м/МПа, номинальный напор/давление _____ м/ МПа

Рабочий диапазон подачи _____ $м^3/ч$, номинальная подача _____ $м^3/ч$

КПД _____ %

Номинальная частота вращения _____ $с^{-1}$ (об/мин)

Максимально допустимая постоянная частота вращения _____ $с^{-1}$ (об/мин)

Давление в системе _____ МПа

Давление на входе _____ МПа

Диапазон рабочей температуры _____ °С

Диапазон температуры перекачиваемой воды _____ °С

Габаритные и присоединительные размеры _____ мм

Вес _____ кг

Графическая характеристика насоса

	Да	Нет
Защита от сухого хода	□	□
Защита от перегрузки	□	□

Прочие сведения _____

_____

_____

Примечания

1 Вместо отдельных технических характеристик электродвигателя и насоса могут быть приведены технические характеристики насосного агрегата в целом. В этом случае на характеристике насосного агрегата приводят графики зависимости КПД насосного агрегата от подачи вместо или вместе с зависимостью КПД насоса, зависимости мощности, потребляемой электродвигателем от подачи или зависимости мощности, потребляемой насосным агрегатом от подачи.

2 Если устройство(а), выполняющее(ие) функции управления и согласования нагрузки, встроено(ы) в насосный агрегат, в технических характеристиках насосного агрегата приводят его (их) характеристики, аналогично указанным ниже для устройства преобразования энергии.

Устройство преобразования энергии (если оно установлено)

Изготовитель _____

Модель _____

Выходы: постоянного тока □

однофазный переменного тока □

многофазный переменного тока □

Вход постоянного тока

Номинальная мощность

(_____, °С) _____ Вт

температура, при которой определена мощность

Диапазон мощности на выходе _____ Вт

Номинальное напряжение _____ В

Диапазон напряжения _____ В

Максимальный ток _____ А

Максимальный обратный ток _____ А

Выход переменного тока

Номинальная мощность

(_____, °С) _____ Вт/вар

температура, при которой определена мощность

Диапазон мощности _____ Вт/вар

Максимальное напряжение _____ В

Диапазон напряжения _____ В

Максимальный ток _____ А

Номинальная частота _____ Гц

Диапазон частоты на выходе _____ Гц, если применимо

Коэффициент мощности _____

Форма выходного напряжения _____

Максимальный КПД _____ %

Изменение КПД в диапазоне мощности от 5 до 100 % номинального значения

Слежение за точкой максимальной мощности ☐ Да ☐ Нет

Функция согласования нагрузки ☐ Да ☐ Нет

Диапазон отклонения от точки максимальной мощности _____ Вт

Функция управления насосным агрегатом ☐ Да ☐ Нет

Функция управления частотой вращения насосного агрегата ☐ Да ☐ Нет

Степень защиты _____

Класс изоляции или класс защиты от поражения электрическим током _____

Диапазон рабочей температуры _____ °С

Диапазон относительной влажности _____ %

Высота над уровнем моря _____ м

Атмосферное давление _____ кПа

(_____ мм рт. ст.)

Климатическое исполнение _____

Габаритные и присоединительные размеры _____ мм

Вес _____ кг

Тип монтажа _____

Прочие сведения _____

_____

_____

Примечания

1 Если в состав системы входит устройство управления и/или устройство согласования нагрузки, приводят аналогичные данные для этих устройств.

2 Если в состав системы входит устройство(а) для аккумулирования энергии для запуска насоса, также приводят параметры выхода, к которому подключается указанное(ые) устройство(а).

Приложение В
(справочное)

Примеры знаков

В настоящем приложении приведены примеры знаков, устанавливаемых в соответствии с 5.3.

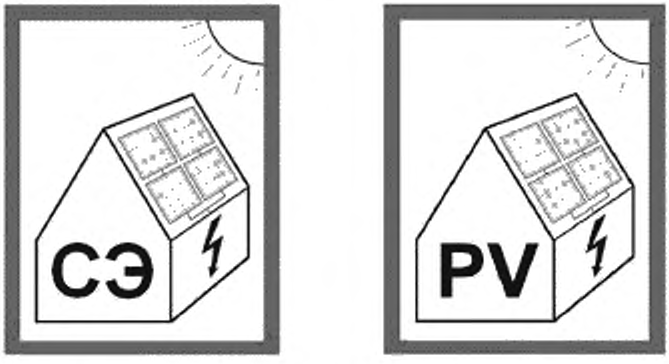


Рисунок В.1 — Пример знака, предупреждающего о наличии ФМ на здании, и идентичный знак МЭК



Рисунок В.2 — Примеры знака «Солнечная установка. Постоянный ток» для размещения, например, на соединительных коробках и проводке ФБ и идентичный знак МЭК



a) «Опасность поражения электрическим током» (*W 08 ГОСТ Р 12.4.026–2001*)



b) «Под нагрузкой не включать/отключать»



c) «Под напряжением при освещении»



d) «Стой! Напряжение»

Рисунок В.3 — Примеры знаков, указывающих на то, что любой компонент ФБ может находиться под напряжением в любой момент времени независимо от того, разомкнуты или нет выключатели в ФБ



Рисунок В.4 — Примеры знака «Под напряжением! Не разъединять»





Рисунок В.5 — Пример знака на выключателе-разъединителе ФБ (главном выключателе ФБ) и идентичный знак МЭК



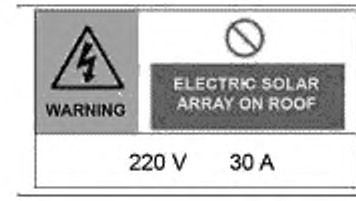


Рисунок В.6 — Пример предупреждающего знака на главном распределительном щите объекта и идентичный знак МЭК для случая, когда ФБ расположена на крыше

Приложение ДА
(справочное)

Сведения о соответствии ссылочных межгосударственных и национальных стандартов международным и европейскому стандартам, использованным в качестве ссылочных в примененном международном стандарте

Таблица ДА.1

Обозначение ссылочного межгосударственного, национального стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование ссылочного международного, европейского стандарта
ГОСТ 6134—2007 (ИСО 9906:1999)	MOD	ISO 9906:1999 «Насосы центробежные. Эксплуатационные приемо-сдаточные испытания на герметичность. Степени 1 и 2»
ГОСТ 14254—2015 (IEC 60529:2013)	MOD	IEC 60529:2013 «Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (Код IP)»
ГОСТ 28203—89 (МЭК 68-2-6-82)	MOD	IEC 60068-2-6:1982 «Основные методы испытания на воздействие внешних факторов. Часть 2. Испытания. Испытание Fc и руководство. Вибрация (синусоидальная)»
ГОСТ 30804.6.2—2013 (IEC 61000-6-2:2005)	MOD	IEC 61000-6-2:2005 «Электромагнитная совместимость. Часть 6-2. Общие стандарты. Помехоустойчивость оборудования, используемого в районах с промышленными предприятиями»
ГОСТ 30804.6.3—2013 (IEC 61000-6-3:2006)	MOD	IEC 61000-6-3:2006 «Электромагнитная совместимость. Часть 6-3. Общие стандарты. Требования к излучению оборудования, используемого в жилых районах, районах с коммерческими предприятиями и районах с небольшими промышленными предприятиями»
ГОСТ 30805.14.1—2013 (CISPR 14-1:2005)	MOD	CISPR 14-1:2005 «Совместимость технических средств электромагнитная. Бытовые приборы, электрические инструменты и аналогичные устройства. Радиопомехи индустриальные. Нормы и методы измерений»
ГОСТ 30805.14.2—2013 (CISPR 14-2:2001)	MOD	CISPR 14-2:2001 «Электромагнитная совместимость. Требования к бытовым электроприборам, электроинструментам и аналогичной электроаппаратуре. Часть 2. Стандарт на семейство изделий»
ГОСТ 31839—2012 (EN 809—1998)	MOD	EN 809:1998 «Насосы и насосные установки для жидкостей. Общие требования безопасности»
ГОСТ IEC 60332-1-2—2011	IDT	IEC 60332-1-2:2004 «Кабели электрические и волоконно-оптические. Испытания в условиях пожара. Часть 1-2. Вертикальное распространение пламени для одного изолированного провода или кабеля. Процедура для пламени 1 кВт предварительно перемешанной смеси»
ГОСТ IEC 60335-2-41—2015	IDT	IEC 60335-2-41:2012 «Приборы электрические бытового и аналогичного назначения. Безопасность. Часть 2-41. Частные требования к насосам»
ГОСТ IEC 60947-1—2014	IDT	IEC 60947-1:2011 «Аппаратура коммутационная и механизмы управления низковольтные комплектные. Часть 1. Общие правила»

Продолжение таблицы ДА.1

Обозначение ссылочного межгосударственного, национального стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование ссылочного международного, европейского стандарта
ГОСТ ISO 9906—2015	IDT	ISO 9906:2012 «Насосы динамические. Гидравлические испытания. Классы точности 1, 2 и 3»
ГОСТ ИСО/МЭК 17025—2009	IDT	ISO/IEC 17025:2005 «Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий»
ГОСТ ISO 17769-1—2014	IDT	ISO 17769-1:2012 «Насосы и установки жидкостные. Общие термины, определения, величины, буквенные обозначения и единицы. Часть 1. Жидкостные насосы»
ГОСТ ISO 17769-2—2015	IDT	ISO 17769-2:2012 «Насосы и установки жидкостные. Общие термины, определения, величины, буквенные обозначения и единицы. Часть 2. Насосные системы»
ГОСТ Р 50571.3—2009 (МЭК 60364-4-41:2005)	IDT	IEC 60364-4-41:2005 «Электрические установки зданий. Часть 4-41. Защита для обеспечения безопасности. Защита от электрического удара»
ГОСТ Р 50571.5.52—2011/ МЭК 60364-5-52:2009	IDT	IEC 60364-5-52:2009 «Электрические установки зданий. Часть 5-52. Выбор и установка электрооборудования. Системы проводки»
ГОСТ Р 50571.5.54—2013/ МЭК 60364-5-54:2011	IDT	IEC 60364-5-54:2011 «Электрические установки зданий. Часть 5-54. Выбор и установка электрооборудования. Заземляющие устройства и защитные проводники»
ГОСТ Р 50571.7.712—2013/ МЭК 60364-7-712:2002	IDT	IEC 60364-7-712:2002 «Установки электрические зданий. Часть 712. Требования к специальным установкам или расположению. Системы питания с использованием фотоэлектрических солнечных батарей»
ГОСТ Р 51524—2012 (МЭК 61800-3:2012)	MOD	IEC 61800-3:2012 «Системы силовых электроприводов с регулируемой скоростью. Часть 3. Требования к электромагнитной совместимости и специальные методы испытаний»
ГОСТ Р 54806—2011 (ИСО 9905:1994)	MOD	ISO 9905:1994 «Насосы центробежные. Технические условия. Класс 1»
ГОСТ Р 56978—2016 (IEC/TS 62548:2013)	MOD	IEC/TS 62548:2013 «Батареи фотоэлектрические. Требования к проектированию»
ГОСТ Р 56980—2016 (МЭК 61215:2005)	MOD	IEC 61215:2005 «Модули фотоэлектрические наземные из кристаллического кремния. Оценка конструкции и утверждение по образцу»
ГОСТ Р 56982—2016 (МЭК 62509:2010)	MOD	IEC 62509:2010 «Регуляторы зарядки батарей для фотоэлектрических систем. Рабочие характеристики и функционирование»
ГОСТ Р 56983—2016 (МЭК 62108:2007)	MOD	IEC 62108:2007 «Фотоэлектрические модули (CPV) и узлы в сборе с концентраторами. Оценка конструкции и утверждения вида продукции»
ГОСТ Р 57227—2016 (МЭК 61725:1997)	MOD	IEC 61725:1997 «Аналитическое выражение для профилей освещенности дневного солнечного излучения»
ГОСТ Р 57229—2016 (МЭК 62817:2014)	MOD	IEC 62817:2014 «Системы фотоэлектрические. Оценка конструкции устройств слежения за Солнцем»

Продолжение таблицы ДА.1

Обозначение ссылочного межгосударственного, национального стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование ссылочного международного, европейского стандарта
ГОСТ Р МЭК 60068-2-30—2009	IDT	IEC 60068-2-30:2005 «Испытания на воздействия внешних факторов. Часть 2. Испытания. Испытание Db и руководство: Влажное тепло, циклическое (12+12 — часовой цикл)»
ГОСТ Р МЭК 60891—2013	IDT	IEC 60891:2009 «Приборы фотогальванические. Методики коррекции по температуре и освещенности результатов измерения вольт-амперной характеристики»
ГОСТ Р МЭК 60904-1—2013	IDT	IEC 60904-1:2006 «Приборы фотоэлектрические. Часть 1. Измерение вольт-амперных характеристик»
ГОСТ Р МЭК 60904-2—2013	IDT	IEC 60904-2:2007 «Приборы фотоэлектрические. Часть 2. Требования к эталонным солнечным элементам»
ГОСТ Р МЭК 60904-3—2013	IDT	IEC 60904-3:2008 «Приборы фотоэлектрические. Часть 3. Принципы измерения параметров наземных фотоэлектрических солнечных приборов со стандартными характеристиками спектральной плотности интенсивности падающего излучения»
ГОСТ Р МЭК 60904-5—2013	IDT	IEC 60904-5:2011 «Приборы фотоэлектрические. Часть 5. Определение эквивалентной температуры элементов фотоэлектрических приборов методом напряжения холостого хода»
ГОСТ Р МЭК 60904-7—2013	IDT	IEC 60904-7:1998 «Приборы фотоэлектрические. Часть 7. Подсчет ошибки из-за спектрального несоответствия при испытаниях фотоэлектрических приборов»
ГОСТ Р МЭК 60904-8—2013	IDT	IEC 60904-8:2008 «Приборы фотоэлектрические. Часть 8. Руководство по измерению спектральной чувствительности фотоэлектрического прибора»
ГОСТ Р МЭК 60904-10—2013	IDT	IEC 60904-10:2009 «Приборы фотоэлектрические. Часть 10. Методы измерения линейности»
ГОСТ Р МЭК 61427-1—2014	IDT	IEC 61427-1:2013 «Элементы вторичные и аккумуляторные батареи для возобновляемого аккумулирования энергии. Общие требования и методы испытания. Часть 1. Применение фотоэлектрических энергетических систем вне электрической сети»
ГОСТ Р МЭК 61646—2013	IDT	IEC 61646:2008 «Модули фотоэлектрические тонкопленочные для наземного применения. Квалификационная оценка конструкции и утверждение по образцу»
ГОСТ Р МЭК 61730-1—2013	IDT	IEC 61730-1:2004 «Аттестация фотогальванического модуля на безопасность. Часть 1. Требования к конструкции»
ГОСТ Р МЭК 61730-2—2013	IDT	IEC 61730-2:2004 «Аттестация фотогальванического модуля на безопасность. Часть 2. Требования к испытаниям»
ГОСТ Р МЭК 61829—2013	IDT	IEC 61829:1995 «Батареи фотоэлектрические из кристаллического кремния. Измерение вольт-амперных характеристик в полевых условиях»
ГОСТ Р МЭК 61853-1—2013	IDT	IEC 61853-1:2011 «Модули фотоэлектрические. Определение рабочих характеристик и энергетическая оценка. Часть 1. Измерение рабочих характеристик в зависимости от температуры и энергетической освещенности. Номинальная мощность»

Окончание таблицы ДА.1

Обозначение ссылочного межгосударственного, национального стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование ссылочного международного, европейского стандарта
ГОСТ Р МЭК 62093—2013	IDT	IEC 62093:2005 «Компоненты равновесия фотоэлектрических систем. Определение природных сред»
ГОСТ Р МЭК 62124—2013	IDT	IEC 62124:2004 «Системы фотоэлектрические автономные. Проверка конструкции»
ГОСТ Р МЭК 62305-1—2010	IDT	IEC 62305-1:2010 «Защита от молнии. Часть 1. Общие принципы»
ГОСТ Р МЭК 62305-2—2010	IDT	IEC 62305-2:2010 «Защита от молнии. Часть 2. Управление риском»
Примечание — В настоящей таблице использованы следующие условные обозначения степени соответствия стандартов: - IDT — идентичные стандарты; - MOD — модифицированные стандарты.		

Библиография

[1]	ПУЭ	Правила устройства электроустановок. Издание 7
[2]	МЭК 62446 (все части)	Системы фотоэлектрические. Требования к испытаниям, документации и техническому обслуживанию [IEC 62246 (all parts) Photovoltaic (PV) systems — Requirements for testing, documentation and maintenance]
[3]	МЭК 61215 (все части)	Модули фотоэлектрические наземные. Оценка конструкции и утверждение типа [IEC 61215 (all parts) Terrestrial photovoltaic (PV) modules — Design qualification and type approval]
[4]	МЭК 61730-1	Модули фотоэлектрические. Оценка безопасности. Часть 1. Требования к конструкции [IEC 61730-2 Photovoltaic (PV) module safety qualification — Part 1: Requirements for construction]
[5]	МЭК 61730-2	Модули фотоэлектрические. Оценка безопасности. Часть 2. Требования к испытаниям [IEC 61730-2 Photovoltaic (PV) module safety qualification — Part 2: Requirements for testing]
[6]	МЭК 62109 (все части)	Безопасность силовых преобразователей для фотоэлектрических систем [IEC 62109 (all parts) Safety of power converters for use in photovoltaic power systems]
[7]	UL 4703	Правила испытаний проводки, применяемой в фотоэлектрических устройствах системах (UL 4703, Outline of Investigation for Photovoltaic Wire)
[8]	VDE-AR-E 2283-4	Требования к кабелям для фотоэлектрических систем (VDE-AR-E 2283-4 Requirements for cables for PV systems)
[9]	МЭК 60146 (все части)	Преобразователи полупроводниковые [IEC 60146 (all parts) Semiconductor convertors]
[10]	МЭК 62477-1:2016	Требования безопасности к силовым электронным преобразовательным системам и оборудованию. Часть 1. Общие положения (IEC 62477-1:2016 Safety requirements for power electronic converter systems and equipment — Part 1: General)
[11]	МЭК 60068-2-6:2007	Испытания на воздействие внешних факторов. Часть 2. Испытания. Испытание Fc: Вибрация (синусоидальная) [IEC 60068-2-6:2007 Environmental testing — Part 2-6: Tests — Test Fc: Vibration (sinusoidal)]
[12]	СО 153-34.21.122—2003	Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций
[13]	РД 34.21.122—87	Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений
[14]	МЭК 62305-3:2010	Защита от молнии. Часть 3. Физические повреждения конструкций и опасность для жизни (IEC 62305-3:2010 Protection against lightning — Part 3: Physical damage to structures and life hazard)
[15]	МЭК 62305-4:2010	Защита от молнии. Часть 4. Электрические и электронные системы внутри конструкций (IEC 62305-4:2010 Protection against lightning — Part 4: Electrical and electronic systems within structures)
[16]	МЭК 61829—2015	Батареи фотоэлектрические из кристаллического кремния. Измерение вольт-амперных характеристик в натурных условиях [IEC 61829:2015 Photovoltaic (PV) array — On-site measurement of current-voltage characteristics]
[17]	МЭК/ТС 60904-1-2	Приборы фотоэлектрические. Часть 1-2. Измерение вольт-амперных характеристик двухсторонних фотоэлектрических приборов [IEC/TS 60904-1-2:2017 Photovoltaic devices — Part 1-2: Measurement of current-voltage characteristics of bifacial photovoltaic (PV) devices]
[18]	МЭК 60904-1-1	Приборы фотоэлектрические. Часть 1-1. Измерение вольт-амперных характеристик многопереходных фотоэлектрических приборов [IEC 60904-1-1:2017 Photovoltaic devices — Part 1-1: Measurement of current-voltage characteristics of multi-junction photovoltaic (PV) devices]

УДК 697.329:006.354 ОКС 27.160 ОКС 27.160

Ключевые слова: фотоэлектрические насосные системы, типы, параметры, определение рабочих характеристик, выбор и оценка

БЗ 9—2017/147

Редактор *Л.В. Коретникова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *Е.Р. Ароян*
Компьютерная верстка *Ю.В. Поповой*

Сдано в набор 07.11.2017 Подписано в печать 29.11.2017. Формат 60×84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 6,51. Уч.-изд. л. 5,85. Тираж 22 экз. Зак. 2476.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

ИД «Юриспруденция», 115419, Москва, ул. Орджоникидзе, 11
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

Издано и отпечатано во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123001, Москва, Гранатный пер., 4.
www.gostinfo.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru