

# **ПРАВИЛА ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ И ЭКСПЛУАТАЦИИ УСТАНОВОК СОЛНЕЧНОГО ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ**

SOLAR HOT WATER SYSTEM DESIGN AND OPERATION CODE

СН РК 4.01-06-2011

## **Предисловие**

**1 РАЗРАБОТАНЫ** РГП «Казахский научно-исследовательский и проектно-экспериментальный институт сейсмостойкого строительства и архитектуры» Агентства Республики Казахстан по делам строительства и жилищно-коммунального хозяйства и ТОО «Сюрвейный центр»

**2 ВНЕСЕНЫ** Департаментом научно-технической политики Агентства Республики Казахстан по делам строительства и жилищно-коммунального хозяйства

**3 УТВЕРЖДЕНЫ И ВВЕДЕНЫ В ДЕЙСТВИЕ** Приказом Председателя Агентства Республики Казахстан по делам строительства и жилищно-коммунального хозяйства от 29 декабря 2011 года № 536 с 1 мая 2012 года

**4 СРОК ПЕРВОЙ ПРОВЕРКИ 2016 ГОД**

**ПЕРИОДИЧНОСТЬ ПРОВЕРКИ 5 ЛЕТ**

**5 ВЗАМЕН** ВСН 52-86 «Установки солнечного горячего водоснабжения. Нормы проектирования»

## **Содержание**

- 1 Область применения**
- 2 Нормативные ссылки**
- 3 Термины, определения и сокращения**
- 4 Обозначения**
- 5 Общие положения**
- 6 Требования к конструкциям, оборудованию и материалам**
- 7 Конструирование УСГВС**
  - 7.1 Общие положения**
  - 7.2 Размещение основного оборудования**
  - 7.3 Трубопроводная система УСГВС**
  - 7.4 Опорные конструкции**
  - 7.5 Защитные меры и меры безопасности**
  - 7.6 Особенности конструирования УСГВС плавательных бассейнов**
- 8 Контрольно-измерительные приборы и автоматика**
- 9 Расчет УСГВС**
- 10 Требования к документации**
- 11 Требования к монтажу УСГВС**
- 12 Требования к безопасной эксплуатации УСГВС**
- Приложение А (обязательное) Методики определения экономической целесообразности применения УСГВС**
- Приложение Б (информационное) Принципиальные схемы УСГВС**
- Приложение В (обязательное) Расчет интенсивности солнечного излучения**
- Приложение Библиография**

## Введение

В настоящем Государственном нормативе устанавливаются требования к проектированию и эксплуатации гелиоустановок на основе низкотемпературных проточных солнечных коллекторов, производящих низко-потенциальное тепло (ниже 50°C), - не остекленных плоских жидкостных коллекторов, - используемых, как правило, для подогрева воды в бассейнах и в других случаях, когда не требуется слишком горячая вода; и гелиоустановок на основе среднетемпературных проточных солнечных коллекторов, производящих высоко- и средне-потенциальное тепло (выше 50°C, как правило, от 60°C до 80°C) – остекленных плоских жидкостных коллекторов и вакуумированных трубчатых коллекторов.

Гелиоустановки на основе высокотемпературных солнечных коллекторов (зеркальных концентраторов) не рассматриваются в настоящем Государственном нормативе, поскольку используются в основном электрогенерирующими предприятиями для производства электричества для электросетей и в промышленных установках. Несмотря на то, что компактные гелиоустановки с зеркальными концентраторами могут использоваться для горячего водоснабжения жилых и общественных зданий, высокая их стоимость и сложность устройств слежения зеркальных концентраторов делают их использование для горячего водоснабжения жилых и общественных зданий неоправданным. Гелиоустановки на основе воздушных коллекторов не рассматриваются в настоящем Государственном нормативе, поскольку используются практически исключительно для отопления помещений и сушки сельскохозяйственной продукции, и, несмотря на ряд преимуществ по сравнению с гелиоустановками на основе плоских жидкостных коллекторов, не могут быть экономически оправданным вариантом системы солнечного горячего водоснабжения.

В настоящем Государственном нормативе рассматриваются только гелиоустановки с принудительной циркуляцией теплоносителя. Гелиоустановки на основе солнечных коллекторов-аккумуляторов, в которых нагрев заполняющего коллектор теплоносителя осуществляется при отсутствии движения его через коллектор, и термосифонные гелиоустановки, использующие естественную циркуляцию теплоносителя, не рассматриваются в настоящем Государственном нормативе, поскольку в настоящее время подобные гелиоустановки производятся серийно в массовом количестве в большом многообразии размеров, конструкций, удельной теплопроизводительности и удельной стоимости, и заводы-изготовители обеспечивают покупателя всей необходимой документацией для конструирования, монтажа и эксплуатации гелиоустановки.

При подготовке настоящего Государственного норматива учитывались требования Европейских норм EN 12975, EN 12976, EN 12977, EN 15316, стандартов ASTM и рекомендации ASHRAE.

На теплопроизводительность установки солнечного горячего водоснабжения влияет множество факторов: интенсивность солнечного излучения и климатические условия площадки, тип, характеристики, условия размещения и ориентации солнечных коллекторов, характеристики и взаимодействие основного оборудования, задействованного в генерировании, транспортировании, передаче и аккумуляции тепловой энергии, характеристики теплоносителя, тип и конфигурация установки в целом, диаграмма водоразбора и т.д. и т.п. Математический аппарат, требуемый для описания полной математической модели установки, учитывающей все существенные факторы и их взаимодействия, громоздок и сложен и делает проведение точных расчетов вручную непрактичным. В настоящее время имеется достаточное количество профессиональных программ, позволяющих проводить инженерные расчеты установок солнечного горячего водоснабжения с большой точностью и с учетом многочисленных влияющих факторов и переменных, в том числе позволяющих проводить сравнение альтернативных вариантов. Соответственно, в настоящем Государственном нормативе приведены методики приближенного расчета, позволяющие проводить приближенный расчет основных параметров установок солнечного горячего водоснабжения. Для проведения более точных расчетов и выбора оптимальной конфигурации установки солнечного горячего водоснабжения следует пользоваться профессиональными инженерными программами.

## 1 Область применения

1.1 Настоящий Государственный норматив распространяется на проектирование и эксплуатацию установок солнечного горячего водоснабжения с принудительной циркуляцией для хозяйственно-бытовых нужд жилых и общественных зданий, а также вспомогательных зданий и помещений предприятий, конструируемых с использованием жидкостных солнечных коллекторов:

- проточных плоских;
- прямоточных вакуумированных трубчатых.

1.2 Настоящий государственный норматив не распространяется на проектирование и эксплуатацию **комплектных установок солнечного горячего водоснабжения** (см. определение в **3.1**). Проектирование комплектных установок солнечного горячего водоснабжения следует осуществлять в соответствии со стандартами и правилами, обеспечивающими долговечность, надежность и безопасность не ниже, чем в [1]. Эксплуатация комплектных установок солнечного горячего водоснабжения должна осуществляться в соответствии с рекомендациями производителя установки.

1.3 Настоящий Государственный норматив устанавливает для установок горячего солнечного водоснабжения:

- основные требования к конструкциям, оборудованию и материалам;
- требования к конструированию;
- методики расчета;
- требования к документации, передаваемой с проектом;
- требования к монтажу;
- требования к безопасной эксплуатации и техническому уходу.

## 2 Нормативные ссылки

Для применения настоящего Государственного норматива необходимы следующие ссылочные нормативные документы:

**МСН 2.04-03-2005** Защита от шума.

**СНиП РК 1.03-05-2001** Охрана труда и техника безопасности в строительстве.

**СНиП РК 2.04-01-2010** Строительная климатология.

**СНиП РК 4.01-41-2006\*** Внутренний водопровод и канализация зданий.

**СН РК 2.04-29-2005** Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений.

**СТ РК 1145-2002** Нетрадиционная энергетика. Солнечная энергетика. Термины и определения.

**ГОСТ 5632-72\*** «Стали высоколегированные и сплавы коррозионно-стойкие, жаростойкие и жаропрочные. Марки».

«**Правила** устройства электроустановок Республики Казахстан», утвержденные Приказом Председателя Комитета по государственному энергетическому надзору Министерства энергетики и минеральных ресурсов Республики Казахстан от 17 июля 2008 года № 11-П.

РД 34 РК.20/03.501/202-04 «**Правила** технической эксплуатации электроустановок потребителей и Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей Республики Казахстан», утвержденные Приказом Министра энергетики и минеральных ресурсов Республики Казахстан от 26 августа 2004 года № 190.

«**Санитарно-эпидемиологические требования к объектам коммунального назначения**», утвержденные Приказом Министра здравоохранения Республики Казахстан от 28 июля 2010 года № 555.

**ПРИМЕЧАНИЕ** При пользовании настоящим Государственным нормативом целесообразно проверять действие ссылочных нормативных документов по ежегодно издаваемым информационным перечням и указателям на текущий год и соответствующим ежемесячно издаваемым информационным бюллетеням и указателям, опубликованным в

текущем году. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящим Государственным нормативом следует руководствоваться замененным (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

### 3 Термины, определения и сокращения

В настоящем Государственном нормативе применяются термины по СТ РК 1145, а также следующие термины и сокращения с соответствующими определениями:

**3.1 Комплектная УСГВС:** Серийное изделие, продаваемое под одной торговой маркой в виде полных и готовых к установке комплектов и имеющее фиксированную конфигурацию.

**ПРИМЕЧАНИЕ** К комплектным УСГВС относятся солнечные коллекторы-аккумуляторы, термосифонные УСГВС и УСГВС с принудительной циркуляцией, отвечающие определению комплектной УСГВС.

**3.2 Равновесная температура:** Максимальная температура поглощающей панели солнечного коллектора при отсутствии полезного отвода теплоты.

**3.3 Теплоприемный контур:** Контур УСГВС, в котором происходит нагрев теплоносителя непосредственно солнечной энергией.

**3.4 УСГВС без сливного резервуара:** УСГВС, в которой теплоноситель из теплоприемного контура сливается в канализационную систему для защиты от замерзания в ручном режиме или в автоматическом режиме при выключении насоса.

**3.5 УСГВС со сливным резервуаром:** УСГВС, в которой теплоноситель из теплоприемного контура автоматически сливается в специальный сливной бак, бак-аккумулятор или расширительный бак для защиты от замерзания при выключении насоса.

**3.6 УСГВС с автоматической рециркуляцией:** УСГВС, в которой защита теплоносителя в теплоприемном контуре от замерзания обеспечивается за счет циркуляции теплоносителя, запускаемой автоматически при понижении температуры наружного воздуха ниже заданной предельной температуры.

**3.7 Установка солнечного горячего водоснабжения, УСГВС:** Система, использующая солнечную энергию для нагрева воды и обеспечивающая частичное или полное покрытие нагрузки горячего водоснабжения потребителя.

### 4 Обозначения

В настоящем Государственном нормативе применяются следующие обозначения:

$A$	- площадь поглощающей панели солнечного коллектора, $m^2$ ;
$b$	- угол наклона солнечного коллектора к горизонту, град;
$C_k$	- величина капитальных затрат на установку УСГВС, тенге;
$C_{к,Д}$	- величина капитальных затрат на дублера, тенге;
$C_n$	- стоимость энергии, потребляемой УСГВС (на работу дублера и циркуляционных насосов), тенге/год;
$C_э$	- величина эксплуатационных расходов УСГВС, тенге/год;
$c$	- стоимость энергии, вырабатываемой УСГВС, тенге/ $kBt \cdot ч$ ;
$c_{зам}$	- стоимость замещающей энергии, тенге/ $kBt \cdot ч$ ;
$D$	- расстояние по горизонтали в меридиональном направлении между соседними параллельными рядами солнечных коллекторов, мм;
$E_g$	- среднедневная интенсивность падающего солнечного излучения в плоскости поглощающей панели солнечного коллектора, $Вт/м^2$ ;
$f_a$	- коэффициент аннуитета;
$G$	- суточный расход горячей воды в системе горячего водоснабжения, кг;

$g_i$	- удельная часовая производительность УСГВС, отнесенная к 1 м <sup>2</sup> площади поглощающей панели солнечного коллектора, в $i$ -ый час работы УСГВС, кг/м <sup>2</sup> ;
$I_D$	- интенсивность рассеянного солнечного излучения, падающего на горизонтальную поверхность, Вт/м <sup>2</sup> ;
$I_S$	- интенсивность прямого солнечного излучения, падающего на горизонтальную поверхность, Вт/м <sup>2</sup> ;
$k_1$	- коэффициент тепловых потерь солнечного коллектора первого порядка, Вт/(м <sup>2</sup> ·К);
$k_2$	- коэффициент тепловых потерь солнечного коллектора второго порядка, Вт/(м <sup>2</sup> ·К <sup>2</sup> );
$L$	- габаритное измерение солнечного коллектора в меридиональном направлении при установке, мм;
$P$	- годовая ставка процента на капитал, %;
$P_D$	- коэффициент положения солнечного коллектора для рассеянного солнечного излучения;
$P_S$	- коэффициент положения солнечного коллектора для прямого солнечного излучения;
$Q$	- теплопроизводительность УСГВС, кВт·ч/год;
$Q_a$	- интенсивность безнагрузочных тепловых потерь бака-аккумулятора, Вт/К;
$q_i$	- интенсивность падающего солнечного излучения в плоскости коллектора $i$ -го часа, Вт/м <sup>2</sup> ;
$T$	- расчетный срок службы УСГВС, лет;
$T_{эк}$	- срок экономической окупаемости УСГВС, лет;
$t_1$	- температура теплоносителя на входе солнечного коллектора, °С;
$t_2$	- температура теплоносителя на выходе солнечного коллектора, °С;
$t_e$	- средняя дневная температура наружного воздуха, °С;
$t_{ei}$	- температура наружного воздуха $i$ -го часа, °С;
$t_{max\ i}$	- равновесная температура $i$ -го часа, °С;
$t_{w1}$	- температура холодной воды, °С;
$t_{w2}$	- требуемая температура горячей воды, °С;
$V_{ном}$	- номинальный объем бака-аккумулятора, л;
$\alpha$	- угол наклона солнечного коллектора при установке, град.;
$\beta$	- угловая высота Солнца, град.;
$\Delta T$	- разность между средней температурой теплоносителя в солнечном коллекторе и средней дневной температурой наружного воздуха, К;
$\phi$	- азимутальный угол Солнца по отношению к солнечному коллектору при установке, град.;
$\eta$	- КПД солнечного коллектора;
$\eta_0$	- оптический КПД солнечного коллектора;

## 5 Общие положения

5.1 При проектировании УСГВС следует выполнять требования, предусмотренные **СНиП РК 4.01-41**.

5.2 Проектирование электрических устройств УСГВС следует выполнять в соответствии с требованиями «**Правил** устройства электроустановок Республики Казахстан».

5.3 Молниезащиту сооружений УСГВС следует предусматривать в соответствии с **СН РК 2.04-29**. Заземление электрических цепей на трубопроводное оборудование УСГВС не допускается.

5.4 Экономическую целесообразность применения УСГВС следует определять в соответствии с **Приложением А**.

## 6 Требования к конструкциям, оборудованию и материалам

6.1 Материалы, используемые для строительства УСГВС, должны обладать стойкостью к внутренней коррозии, соответствующей используемому теплоносителю.

Требования, обеспечивающие безотказную работу УСГВС с точки зрения предотвращения и минимизации внутренней коррозии, приведены в [2].

6.2 При выборе типа солнечного коллектора следует учитывать:

- ожидаемую разность между средней температурой теплоносителя в коллекторе и среднесуточной температурой наружного воздуха, влияющую на КПД солнечного коллектора;
- планируемую долю замещения нагрузки за счет солнечной энергии;
- место и условия монтажа солнечных коллекторов.

6.3 Солнечные коллекторы должны изготавливаться по стандартам, обеспечивающим долговечность, надежность, безопасность и теплопроизводительность не меньшие, чем в [3].

Предпочтительно использовать солнечные коллекторы с корпусом из алюминия и полиуретановой теплоизоляции.

При использовании плоских солнечных коллекторов с прозрачной изоляцией, материал прозрачной изоляции должен:

- для стеклянной изоляции: быть градостойким, иметь содержание железа близкое к нулевому (не более 0,03%) и обеспечивать прохождение не менее 95% солнечного излучения через изоляцию;
- для пластиковой изоляции: быть стойким к ультрафиолетовому излучению, как правило, поликарбонатным.

6.4 В качестве теплоносителя в теплоприемном контуре допускается использовать деаэрированную воду или нетоксичные и негорючие жидкости, замерзающие при температуре не выше абсолютной минимальной температуры воздуха для данной местности по **СНиП РК 2.04-01**.

Теплоноситель не должен ускорять коррозию оборудования УСГВС. Следует использовать инертные теплоносители, ингибиторы коррозии, растворимые аноды при необходимости.

6.5 При использовании в теплоприемном контуре теплоносителя, отличного от воды, следует применять двухконтурные УСГВС.

В теплоноситель следует вводить окрашенное вещество с характерным вкусом для определения протечек теплоносителя в водопроводный контур.

6.6 При использовании циркуляционных насосов, следует применять малошумные насосы, выбираемые в соответствии с теплоносителем в контуре, или принимать меры к снижению шума и вибрации до норм, допускаемых **МСН 2.04-03**.

6.7 Баки-аккумуляторы следует выбирать, как правило, вертикального цилиндрического типа с отношением высоты к диаметру настолько большим, насколько это возможно. Если пространственные ограничения не позволяют использовать один вертикальный цилиндрический бак требуемого объема, следует использовать несколько вертикальных баков, соединенных последовательно, или один большой горизонтальный цилиндрический бак-аккумулятор.

6.8 Баки-аккумуляторы, заполняемые необработанной водой или содержащие паровоздушное пространство над уровнем воды, должны иметь антикоррозионную облицовку или покрытие. Как правило, антикоррозионную защиту обеспечивают за счет устройства эпоксидных или цементных покрытий, наносимых в заводских условиях или в специализированной мастерской; нанесение покрытий в полевых условиях не рекомендуется. Баки-аккумуляторы, заполняемые водой, обработанной ингибиторами коррозии, не требуют защитных покрытий.

6.9 Интенсивность безнагрузочных тепловых потерь баков-аккумуляторов в УСГВС с габаритной площадью коллекторов не более 30 м<sup>2</sup> и объемом бака-аккумулятора не более 3 м<sup>3</sup> не должна превышать величину, определяемую следующей формулой:

$$Q_a = 0,16 \sqrt{V_{\text{ном}}}, \quad (6.1)$$

где номинальный объем бака-аккумулятора ( $V_{ном}$ ) определяют по паспортным данным производителя.

Теплоизоляция корпуса и опорных конструкций бака-аккумулятора в более крупных УСГВС должна обеспечивать сопротивление теплопередаче от  $2,1 \text{ (м}^2 \cdot \text{К)/Вт}$  до  $2,8 \text{ (м}^2 \cdot \text{К)/Вт}$ .

6.10 Следует, как правило, использовать скоростные теплообменники.

6.11 Если УСГВС предназначена для использования с водой повышенной жесткости и при температуре свыше  $60^\circ\text{C}$ , теплообменники, находящиеся в контакте с водой, должны проектироваться таким образом, чтобы предотвращать образование накипи, или же должно быть предусмотрено средство для чистки теплообменников от накипи.

6.12 Теплообменники, устанавливаемые между теплоприемным контуром и системой горячего водоснабжения, не должны уменьшать эффективность коллектора в результате роста его эксплуатационной температуры более чем на 10% при максимальном солнечном тепlopоступлении на коллектор. Если установлено более одного теплообменника, указанное предельное уменьшение эффективности коллектора представляет собой сумму уменьшений эффективности коллектора, вызванных отдельными теплообменниками.

6.13 Если в УСГВС с габаритной площадью коллекторов не более  $30 \text{ м}^2$  и объемом бака-аккумулятора не более  $3 \text{ м}^3$  установлен только один теплообменник, интенсивность теплопередачи теплообменника на единицу габаритной площади коллектора должна быть не менее  $40 \text{ В/(К} \cdot \text{м}^2)$  при нормальных условиях эксплуатации.

6.14 Теплоизоляция многопластинчатых теплообменников, как правило, не требуется за исключением торцевых поверхностей. Кожухотрубные теплообменники должны иметь теплоизоляцию поверхности кожуха. Теплоизоляция кожуха должна обеспечивать сопротивление теплопередаче от  $2,1 \text{ (м}^2 \cdot \text{К)/Вт}$  до  $2,8 \text{ (м}^2 \cdot \text{К)/Вт}$ .

6.15 Баки-аккумуляторы и теплообменники, используемые для передачи теплоты из одного контура УСГВС другой, должны выдерживать давление, превышающее максимальное рабочее давление системы не менее чем в 1,5 раза.

6.16 Трубы и фитинги УСГВС должны быть рассчитаны на максимальное давление и максимальную эксплуатационную температуру (включая температуру стагнации) системы УСГВС без утечек и прогибов. Следует использовать, как правило, металлические трубы и фитинги.

6.17 Расширительные баки должны использоваться в УСГВС замкнутого типа для поглощения расширения теплоносителя и выравнивания давления в системе.

Расширительные баки должны быть рассчитаны на ожидаемые диапазоны эксплуатационных температур и температур стагнации и давлений и на тип используемого теплоносителя.

Следует использовать расширительные баки мембранного типа.

6.18 Негерметизированные сливные резервуары УСГВС со сливным резервуаром допускается изготавливать из стекловолокна, рассчитанного на температуру воды до  $100^\circ\text{C}$ . Герметизированные сливные резервуары следует изготавливать из нержавеющей стали или эмалированной углеродистой стали, углеродистой стали с эпоксидной или цементной антикоррозийной облицовкой.

Сливные резервуары должны быть вертикальными, цилиндрическими, с отношением высоты к диаметру настолько большим, насколько это будет практичным. При отсутствии достаточного пространства для размещения вертикального резервуара, допускается устанавливать горизонтальный резервуар.

## **7 Конструирование УСГВС**

### **7.1 Общие положения**

7.1.1 УСГВС с дублиром следует использовать при необходимости поддержания температуры воды в системе горячего водоснабжения на постоянном уровне на протяжении всего периода работы УСГВС.

Одноконтурные УСГВС, как правило, применяют для сезонной работы в летний период. Двухконтурные УСГВС, как правило, применяют для круглогодичной работы.

Основные принципиальные схемы УСГВС приведены в **Приложении Б**.

7.1.2 Солнечные коллекторы УСГВС допускается размещать на крышах зданий и на поверхности земли в соответствии с требованиями настоящего пункта.

Размещение солнечных коллекторов на крыше здания допускается при следующих условиях:

- кровля имеет достаточную площадь для установки коллекторной системы;
- конфигурация кровли (ориентация, вентиляционные проемы и т.п.) позволяют размещать на ней коллекторную систему;
- несущая способность конструкции здания и кровли достаточна (или может быть усилена) для дополнительной нагрузки, вызванной с установкой коллекторной системы;
- имеется возможность долговременной эксплуатации кровли для целей размещения коллекторной системы.

Размещение коллекторной системы на поверхности земли допускается при следующих условиях:

- площадь кровли не достаточна для размещения коллекторной системы;
- конфигурация кровли затрудняет установку коллекторов;
- конструкция здания не достаточно прочна, чтобы выдерживать нагрузки коллекторной системы и не может быть усилена экономически приемлемым способом;
- коллекторная система будет затруднять или исключать доступ к другому оборудованию, размещенному на крыше;
- размещение коллекторной системы на кровле не отвечает эстетическим требованиям;
- незатененная наземная площадь имеется вблизи здания.

7.1.3 Солнечные коллекторы, размещаемые на скатных и плоских крышах зданий, должны устанавливаться, как правило, на опорах. Встраивать солнечные коллекторы в кровлю скатной крыши допускается при возведении новых зданий, при угле кровли не менее  $25^\circ$  и в соответствии со специальным проектом, согласованным с основным проектировщиком кровли здания.

7.1.4 Движение теплоносителя в солнечных коллекторах следует предусматривать снизу вверх.

7.1.5 При проектировании УСГВС следует предусматривать возможность очистки прозрачной изоляции солнечных коллекторов в соответствии с рекомендациями производителя.

## **7.2 Размещение основного оборудования**

7.2.1 Пространственное размещение солнечных коллекторов следует определять с учетом типа застройки, ландшафтных и климатических условий, возможностей строительной площадки.

7.2.2 Солнечные коллекторы следует ориентировать на юг. Допускаются отклонения на восток и запад до  $30^\circ$ .

В случае невозможности ориентации солнечных коллекторов на юг, рекомендуется обращать их к западу.

7.2.3 Угол наклона солнечных коллекторов к горизонту следует принимать, как правило, равным широте местности.

**ПРИМЕЧАНИЕ** Положительная разница между широтой местности и углом наклона солнечных коллекторов позволяет добиться лучших эксплуатационных показателей УСГВС в зимний период, а отрицательная разница - в летний период. Разница между широтой местности и углом наклона солнечных коллекторов не должна превышать  $15^\circ$ .

Вакуумированные трубчатые коллекторы, как правило, следует устанавливать параллельно плоскости кровли, поворачивая поглощающие панели отдельных трубок под нужным углом к горизонту.



7.2.4 Схема размещения солнечных коллекторов должна соответствовать имеющемуся для этого пространству. Размещать солнечные коллекторы следует с максимально эффективным использованием пространства и с минимальной протяженностью соединительных трубопроводов.

7.2.5 Рекомендуется объединять солнечные коллекторы в блоки, в которых количество солнечных коллекторов, как правило, не должно превышать 8. Схемы блокирования солнечных коллекторов приведены на Рисунках 7.1 и 7.2. При количестве солнечных коллекторов в блоке свыше 8, размер и конфигурацию подающей и обратной магистрали следует подбирать особенно тщательно для предотвращения неравномерного распределения теплоносителя между солнечными коллекторами и вызываемого этим снижения эффективности солнечных коллекторов с недостаточным расходом теплоносителя.

7.2.6 Отдельные солнечные коллекторы и блоки солнечных коллекторов рекомендуется размещать параллельными рядами с сохранением определенной симметричности расположения для упрощения расчета трубопроводов и уравнивания расхода теплоносителя.

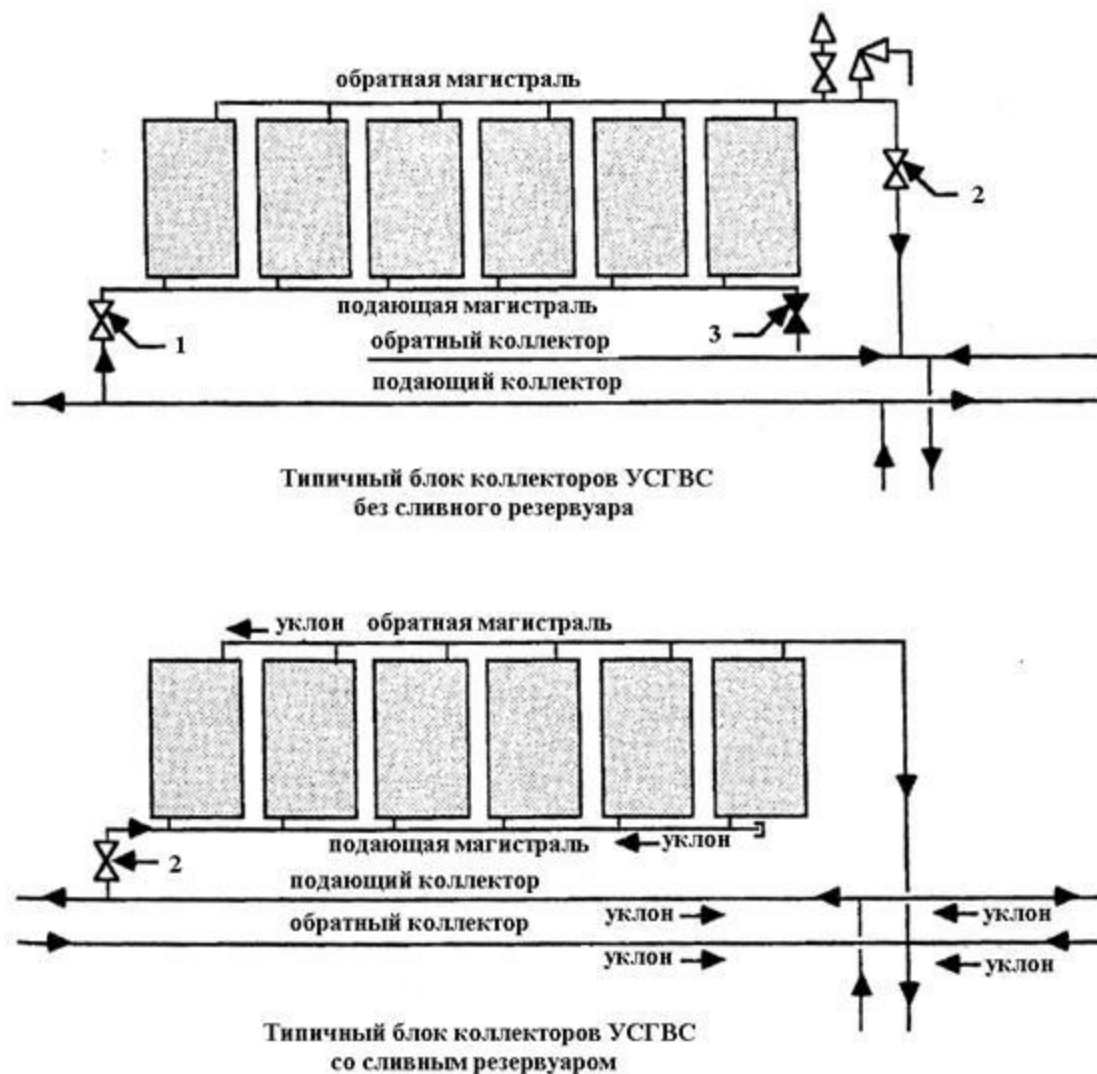
Расстояние по горизонтали в меридиональном направлении между параллельными рядами солнечных коллекторов (или блоков солнечных коллекторов), вытянутыми в широтном направлении, должно быть достаточным, чтобы избежать затенения поглощающих панелей одного ряда солнечных коллекторов конструкциями предыдущего ряда. Минимальное расстояние между рядами солнечных коллекторов следует определять по формуле:

$$D = L \cos \alpha + \frac{L \sin \alpha \cos \phi}{\tan \beta} \quad (7.1)$$



1 - изолирующий клапан, 2 - изолирующий клапан-регулятор расхода, 3 - спускной клапан

**Рисунок 7.1 - Блок солнечных коллекторов, соединенных внутренними магистралями**



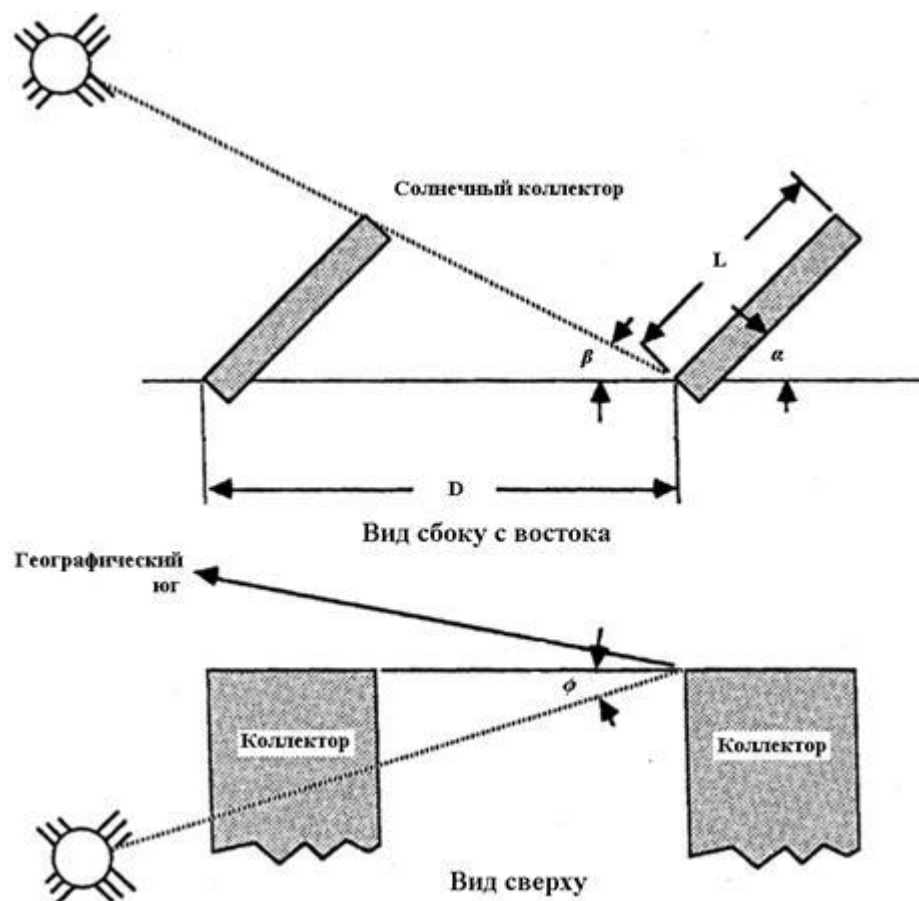
1 - изолирующий клапан, 2 - изолирующий клапан-регулятор расхода, 3 - спускной клапан  
**Рисунок 7.2 - Блок солнечных коллекторов, соединенных внешними магистралями**

Угловая высота Солнца ( $\beta$ ) и азимутальный угол Солнца по отношению к солнечным коллекторам ( $\varphi$ ) должны определяться по таблицам положения солнца, рассчитанным для следующего времени дня, или расчетом:

- для солнечных коллекторов, ориентированных на географический юг: на 10 ч 00 мин 21 декабря;
- для солнечных коллекторов, повернутых на восток от направления географического юга не более чем на  $15^\circ$  - на 09 ч 00 мин,  $30^\circ$  - 08 ч 00 мин 21 декабря;
- для солнечных коллекторов, повернутых на запад от направления географического юга не более чем на  $15^\circ$  - на 15 ч 00 мин,  $30^\circ$  - 16 ч 00 мин 21 декабря.

Номенклатура обозначений, используемых в формуле (7.1), приведена на Рисунке 7.3. Незначительным затенением в ранние утренние часы и поздние вечерние часы следует пренебречь.

Независимо от потребностей минимизации затенения, минимальное расстояние между задними опорами одного ряда и передними опорами следующего ряда должно обеспечивать достаточный доступ для технического обслуживания коллекторов.



**Рисунок 7.3 - Номенклатура обозначений в формуле (7.1)**

7.2.7 При недостаточности пространства для размещения всех требуемых по расчету солнечных коллекторов в соответствии с 7.2.6, следует сокращать расстояния между параллельными рядами, увеличивать количество коллекторов в блоках (рядах) или изменять угол наклона солнечных коллекторов. Оптимальную комбинацию параметров размещения коллекторов при недостаточности пространства, обеспечивающую минимальную потерю теплопроизводительности УСГВС, как правило, следует подбирать с использованием специализированных программ моделирования.

7.2.8 Солнечные коллекторы УСГВС следует располагать в непосредственной близости от места потребления энергии для минимизации потерь, связанных с ее транспортировкой. Прогоны труб теплоприемного контура должны иметь как можно меньше колен и изгибов.

7.2.9 Солнечные коллекторы и их опорные конструкции не должны перекрывать или выступать в пространство каких-либо путей эвакуации.

7.2.10 Оборудование УСГВС, размещаемое на открытом воздухе, допускается размещать только в тех местах, в которых значения снеговой и ветровой нагрузки не превышают максимальных значений снеговой и ветровой нагрузки, установленных производителем для такого оборудования, при измерении в соответствии с методами, использованными производителем при определении максимальных допускаемых значений снеговой и ветровой нагрузки.

Трубопроводы и оборудование УСГВС не должны мешать нормальной работе окон, дверей и других выходов.

7.2.11 Выбор места размещения солнечных коллекторов должен исключать неприемлемые солнечные блики для окружающих зданий и пространств общего пользования, проезжающих мимо автотранспортных средств и заходящих на посадку и взлетающих самолетов.

7.2.12 Размещение насосов УСГВС должно обеспечивать достаточную вентиляцию для предотвращения перегрева двигателей.

7.2.13 Баки-аккумуляторы следует размещать, как правило, в помещениях механического оборудования. Размещение баков-аккумуляторов на открытом воздухе или подземное их размещение не рекомендуются.

### **7.3 Трубопроводная система УСГВС**

7.3.1 Прокладку магистралей УСГВС следует предусматривать с уклоном не менее 2‰.

Подающие и обратные трубопроводы солнечных коллекторов должны прокладываться с уклоном, обеспечивающим опорожнение коллекторов в соответствии с **7.5.11**.

7.3.2 Разводка подающей и обратной магистрали блока солнечных коллекторов с попутным движением теплоносителя, показанная на Рисунках 7.1 и 7.2, обеспечивает наиболее равномерное распределение теплоносителя. Изолирующие клапаны, клапаны-регуляторы расхода, воздушные клапаны, предохранительные клапаны и ручной спускной клапан для промывки системы должны устанавливаться в соответствии со схемой, указанной на рисунках. В системах с автоматическим сливом теплоносителя для защиты от замерзания, клапан для изоляции блока солнечных коллекторов следует устанавливать только на подающей магистрали; установка клапана на обратной магистрали не допускается.

7.3.3 Подающую и обратную магистрали блока солнечных коллекторов следует прокладывать внутри опорной конструкции блока всегда, когда возможно. Все петлевые компенсаторы и ответвления также следует по возможности устанавливать внутри опорной конструкции.

7.3.4 Точки входа подающей и обратной магистрали коллекторной системы в здание следует выбирать таким образом, чтобы минимизировать протяженность наружного трубопровода в условиях ограничений, которые могут налагаться внутренней разводкой системы горячего водоснабжения здания. Схема разводки трубопроводов УСГВС внутри здания должна обеспечивать минимизацию протяженности трубопроводов.

7.3.5 Конфигурация подающего и отводящего трубопровода бака-аккумулятора не должна допускать самопроизвольной циркуляции, в результате которой бак-аккумулятор может опустеть при отсутствии водоразбора горячей воды.

7.3.6 Трубы, соединяющие бак-аккумулятор с солнечным коллектором, следует прокладывать по кратчайшему расстоянию и предпочтительно укрытыми от атмосферных воздействий.

7.3.7 Трубопроводные соединения горячей воды (впускные и выпускные) вертикального бака-аккумулятора предусматривают наверху бака, а трубопроводные соединения холодной воды (впускные и выпускные) - внизу бака. Редукционный клапан должен устанавливаться после фильтра грубой очистки и до предохранительного клапана.

7.3.8 Необходимо предусмотреть соответствующие соединения для заполнения, опорожнения и промывки УСГВС. Размер и конфигурация соединительных труб должны минимизировать ограничения расхода, предотвращать образование воздушных пробок и обеспечивать сбалансированный расход теплоносителя.

### **7.4 Опорные конструкции**

7.4.1 Опорные конструкции коллекторной системы следует выбирать, рассчитывать и устанавливать таким образом, чтобы тепловое расширение коллекторной системы не вызывало повреждение коллекторов, несущего каркаса или здания, сооружения.

7.4.2 Опорные конструкции солнечных коллекторов должны обеспечивать безопасную и надежную опору при всех ожидаемых условиях окружающей среды и при всех ожидаемых нагрузках (ветровых, сейсмических, дождевых, снеговых и гололедных) без ущерба для солнечных коллекторов и здания или сооружения, к которому крепятся опорные конструкции. Ветровая нагрузка и дополнительный вес опорных конструкций и заполненных теплоносителем солнечных коллекторов не должны превышать допускаемую временную и

постоянную нагрузку здания или сооружения, фундамента или грунта, на которых они размещаются.

7.4.3 Опорные конструкции коллекторов должны обеспечивать сохранение заданного угла наклона и ориентации солнечных коллекторов в пределах расчетных допусков на протяжении всего срока службы УСГВС.

7.4.4 При размещении коллекторной системы на поверхности земли, опорные конструкции солнечных коллекторов:

- должны обеспечивать свободное пространство над уровнем земли, достаточное для проведения технического обслуживания коллекторов и недопущения скопления снега, как правило, не менее 900 мм;

- иметь основания, соответствующие грунтовым условиям площадки и заглубленные ниже максимальной глубины промерзания.

7.4.5 Если солнечные коллекторы устанавливаются на крышах зданий, необходимо принимать меры к сохранению гидроизоляции кровли и устройству дренажа вокруг опор коллекторной системы. Количество сквозных проходок в кровле для установки коллекторов должно быть минимальным. Расстояние от кровли до низа солнечного коллектора должно обеспечивать возможность ремонта кровли.

7.4.6 Опорные конструкции коллекторной системы, размещаемой на крыше здания, устанавливают на лежни на поверхности кровли или на балки, опирающиеся на колонны, проходящие сквозь кровлю. И лежни, и балки, следует размещать таким образом, чтобы их можно было соединить с несущими конструкциями здания под кровлей. Точки соединения следует определять анализом строительных чертежей здания.

Если уклон скатной крыши и азимут здания отвечают требованиям к наклону и азимуту солнечных коллекторов, солнечные коллекторы допускается крепить непосредственно к лежням.

**ПРИМЕЧАНИЕ** Данный способ позволяет уменьшить ветровую нагрузку и потери тепла через тыльную поверхность корпуса коллектора и улучшить эстетическое восприятие, но осложняет уход и техническое обслуживание кровли, коллектора и трубопроводов УСГВС.

## **7.5 Защитные меры и меры безопасности**

7.5.1 Конфигурация системы УСГВС должна предотвращать непреднамеренный обратный поток теплоносителя.

Запорные клапаны допускается устанавливать для предотвращения обратного потока теплоносителя внутри УСГВС в соответствии с указаниями производителя, но не вместо требуемых обратных клапанов.

7.5.2 Каждый замкнутый контур в системе УСГВС должен быть оборудован предохранительным клапаном. Предохранительный клапан должен выдерживать максимальное давление, которое может возникнуть в месте его установки.

7.5.3 Следует предусматривать секционирование коллекторной системы УСГВС и УСГВС в целом изолирующими клапанами, позволяющее осуществлять техническое обслуживание и замену основных компонентов системы.

Каждая изолируемая секция коллекторной системы должна быть оборудована не менее чем одним предохранительным клапаном. Предохранительный клапан должен выдерживать максимальное давление, которое может возникнуть в секции. Размер предохранительного клапана должен быть достаточным для выпуска максимального количества горячего теплоносителя или пара, которое может возникнуть в секции.

7.5.4 Предохранительные клапаны, предусмотренные в системе УСГВС, должны обеспечивать безопасный отвод теплоносителя или пара в сторону от конструктивных элементов УСГВС и находящихся поблизости людей и в соответствии с установленными требованиями к водоотведению.

7.5.5 Конфигурация и устройство всех контуров теплоносителя УСГВС должны определяться с учетом возможного теплового расширения и сжатия.

Следует предусматривать использование трубных подвесок, опор и компенсаторов для компенсации температурных деформаций. Трубные подвески не должны образовывать термические мосты, компенсаторы не должны затруднять дренирование, а трубные опоры не должны деформировать теплоизоляцию.

7.5.6 Конфигурация системы и оборудования должна исключать возможность образования известковых отложений в контурах УСГВС.

7.5.7 В каждой УСГВС следует предусматривать установку устройств для удаления воздуха, если воздух, попавший в УСГВС, может негативно повлиять на работу системы или повредить ее компоненты.

Устройства для удаления воздуха должны устанавливаться в верхних точках системы.

Автоматические воздушные клапаны не допускается устанавливать в местах возможного образования пара - без установки ручного клапана между трубой и автоматическим воздушным клапаном; такой клапан должен быть нормально закрытым.

7.5.8 Термическое сопротивление теплоизоляции трубопроводов УСГВС должно обеспечивать потерю тепла не более 5%.

В качестве теплоизоляции трубопроводов следует использовать, как правило, вспененный каучук толщиной не менее 20 мм. Запрещается использовать теплоизоляцию из вспененного полиэтилена, нанесенную непосредственно на трубу.

7.5.9 Теплоизоляция теплоприемного контура должна выполняться без разрывов. Следует избегать образования термических мостов. Теплоизоляционный материал должен выдерживать максимальную расчетную температуру и деформацию теплоприемного контура без потери функциональности, не быть гигроскопичным и не давать усадку.

7.5.10 При устройстве теплоизоляции УСГВС, размещаемых на открытом воздухе, теплоизоляционный материал следует защищать от солнечного излучения, атмосферных воздействий, механического повреждения и деформации, или следует использовать материал, стойкий к указанным воздействиям.

7.5.11 Системы УСГВС, подверженные риску замерзания теплоносителя в теплоприемном контуре, следует защищать от замерзания теплоносителя одним из следующих способов:

- использование в качестве теплоносителя нетоксичных и негорючих жидкостей, отвечающих требованиям [6.4](#). Данный метод следует применять, когда полное автоматическое или ручное дренирование УСГВС невозможно. Рекомендуется применять данный способ защиты при размещении солнечных коллекторов на земле, а также для УСГВС высотных зданий. Принципиальная схема такой УСГВС приведена на Рисунке Б.1 Приложения Б;

- использование автоматического дренирования частей УСГВС, подверженных замерзанию (УСГВС со сливным резервуаром и УСГВС без сливного резервуара). Электроприводные клапаны должны обеспечивать дренирование системы в случае прекращения подачи электроэнергии, или следует предусматривать байпас обесточенных электроприводных клапанов. Принципиальные схемы УСГВС со сливным резервуаром приведены на Рисунках Б.2 и Б.3 **Приложения Б**;

- использование автоматической циркуляции теплоносителя по системе, запускаемой при достижении критической температуры наружного воздуха (УСГВС с автоматической циркуляцией). В УСГВС с автоматической циркуляцией следует предусматривать источник резервного энергоснабжения для циркуляционного насоса теплоприемного контура. Данный метод защиты не рекомендуется для районов с рисками замерзания теплоносителя, характеризующимися повышенной частотой, продолжительностью или пониженными температурами. Принципиальная схема УСГВС с рециркуляцией приведена на Рисунке Б.4 **Приложения Б**;

- использование ручного дренирования теплоносителя (УСГВС без сливного резервуара). Данный метод защиты допускается использовать только в районах с незначительными рисками замерзания теплоносителя.

**ПРИМЕЧАНИЕ** Не все типы вакуумированных трубчатых солнечных коллекторов допускают использование антифриза и дренирования в качестве меры защиты от замерзания теплоносителя.

Дренажные клапаны следует предусматривать в нижних точках контура, которые не будут опорожняться под действием гравитации. Запорные клапаны следует предусматривать для изоляции любых участков контура, подлежащих опорожнению в зимний период, от участков контура, которые могут оставаться в работе.

Уравнительные клапаны следует предусматривать в УСГВС со сливным резервуаром при размещении рядов (блоков) солнечных коллекторов на различных уровнях при необходимости.

7.5.12 Использование материалов, стойких к повреждениям, вызываемым многократными циклами замерзания и оттаивания теплоносителя внутри контура, в качестве единственной защиты УСГВС от повреждений, вызываемых замерзанием теплоносителя, не допускается.

7.5.13 Следует предусматривать меры для минимизации скопления снега на поверхности коллекторов.

7.5.14 Солнечные коллекторы, устанавливаемые на крыше зданий, не должны снижать степень огнестойкости кровли здания.

7.5.15 Переливные устройства, устанавливаемые в баках-аккумуляторах, должны обеспечивать слив в соответствующую дренажную трубу. В УСГВС без сливного резервуара с автоматическим сливом теплоносителя, автоматические дренажные клапаны должны обеспечивать слив в соответствующую дренажную трубу.

7.5.16 Дренажная труба, соединяемая с предохранительным клапаном бака-аккумулятора, должна быть настолько короткой, насколько возможно, иметь одинаковый размер по всей длине, равный размеру выходного патрубка клапана, иметь уклон вниз от клапана и заканчиваться на высоте не менее 150 мм от стока в полу. Дренажная труба должна иметь ненарезной конец и быть изготовлена из материала, допускающего эксплуатацию при температуре 120°C и выше.

Длина дренажной трубы не должна превышать 4 м, количество колен и изгибов не должно превышать двух. Отсечные клапаны не должны устанавливаться между предохранительным клапаном и баком-аккумулятором и в дренажной трубе.

7.5.17 Подземные трубопроводы следует прокладывать ниже максимальной глубины промерзания. Подземные трубопроводы, над которыми осуществляется движение транспорта, должны быть рассчитаны на ожидаемые статические и динамические нагрузки. Траншея для укладки трубопроводов должна быть очищена от острых объектов, способных повредить трубу.

7.5.18 При конструировании УСГВС следует избегать непосредственного соединения компонентов из разнородных металлов, которое может привести к интенсивной коррозии. При необходимости соединения компонентов из разнородных металлов, их следует разделять диэлектрическими изоляторами или прокладками из подходящих металлов.

7.5.19 В УСГВС без автоматического слива с площадью солнечных коллекторов более 25 м<sup>2</sup> следует предусматривать установку резервного насоса в теплоприемном контуре.

7.5.20 При размещении солнечных коллекторов на крыше здания следует обеспечивать контроль доступа к кровле здания.

7.5.21 При размещении солнечных коллекторов на поверхности земли следует огораживать площадку коллекторной системы для предотвращения несанкционированного доступа. Ограждение площадки не должно затенять солнечные коллекторы.

7.5.22 Для удобного и безопасного обслуживания оборудования и арматуры УСГВС в проекте следует предусматривать постоянные площадки и лестницы с перилами высотой не менее 0,9 м, имеющие сплошную обшивку перил понижу не менее 0,1 м. Переходные площадки и лестницы должны иметь перила с обеих сторон.

Применение гладких площадок и ступеней лестниц запрещается. Лестницы должны иметь ширину не менее 0,6 м, высоту между ступенями не более 0,2 м, ширину ступеней не менее 0,08 м.

Лестницы высотой более 1,5 м должны устанавливаться с углом наклона к горизонтали не более 50°.

Ширина свободного прохода для обслуживания солнечных коллекторов, арматуры, контрольно-измерительных приборов и другого оборудования должна быть не менее 0,8 м.

7.5.23 Следует предусматривать молниезащиту солнечных коллекторов и их опорных конструкций.

## **7.6 Особенности конструирования УСГВС плавательных бассейнов**

7.6.1 Для УСГВС открытых плавательных бассейнов, как правило, достаточно использовать плоские солнечные коллекторы без прозрачной изоляции. Для УСГВС закрытых плавательных бассейнов, как правило, необходимо использовать плоские солнечные коллекторы с прозрачной изоляцией.

**ПРИМЕЧАНИЕ** Солнечные коллекторы с двухслойной прозрачной изоляцией, как правило, не используют.

Солнечные коллекторы без прозрачной изоляции и без теплоизоляции корпуса следует устанавливать в месте, укрытом от сильных господствующих ветров. В отсутствие такой возможности следует использовать солнечные коллекторы с прозрачной изоляцией и теплоизоляцией корпуса.

В двухконтурной УСГВС следует использовать солнечные коллекторы с прозрачной изоляцией и теплоизоляцией корпуса, предпочтительно, с селективным поглощающим покрытием.

7.6.2 Материалы, используемые в солнечных коллекторах и трубопроводах одноконтурных УСГВС, не должны корродировать при нормальных условиях эксплуатации УСГВС, системы фильтрации и водоснабжения бассейна и не должны приводить к ухудшению показателей качества бассейновой воды, установленных «Санитарно-эпидемиологическими требованиями к объектам коммунального назначения».

В качестве материалов, как правило, используют полипропилен, полиэтилен или тройной этиленпропиленовый каучук черного цвета, стабилизированный для защиты от деградации под действием ультрафиолетовых лучей.

Использование солнечных коллекторов с медными трубками допускается при условии соблюдения мер безопасности, указанных в разделе 12.

Солнечные коллекторы с трубками из нержавеющей стали и алюминия, как правило, не используют. При использовании нержавеющей стали следует применять сталь марки 10X17H13M2 по **ГОСТ 5632** или аналогичную.

7.6.3 Рекомендуются вводить в теплоноситель двухконтурной УСГВС ингибитор коррозии и нетоксичные биоцидные компоненты, препятствующие росту бактерий и водорослей в теплоносителе.

7.6.4 В двухконтурных УСГВС со сливным резервуаром не следует использовать баки из гальванизированной стали совместно с медными трубками коллектора.

7.6.5 При использовании одноконтурных УСГВС, их, как правило, интегрируют в контур системы фильтрации бассейна вместо устройства двух отдельных контуров - фильтрации и горячего водоснабжения. Отвод воды из системы фильтрации в теплоприемный контур



УСГВС осуществляют через автоматический отводной клапан или отдельный циркуляционный насос УСГВС, устанавливаемые после фильтров.

**ПРИМЕЧАНИЕ** При отсутствии в теплоприемном контуре УСГВС отдельного циркуляционного насоса следует устанавливать дополнительный или более мощный насос в системе фильтрации плавательного бассейна, и рассчитывать систему фильтрации плавательного бассейна на нагрузки периода наиболее интенсивного солнечного освещения.

Независимо от того, используется ли автоматический отводной клапан или отдельный циркуляционный насос теплоприемного контура, система управления УСГВС должна активировать циркуляцию теплоносителя через коллекторы УСГВС только при регистрации дифференциальным терморегулятором чистого избытка теплоты. Дифференциальный терморегулятор должен иметь два температурных датчика, один из которых определяет температуру поглощающей панели солнечного коллектора, а другой устанавливается в контакте с водой в системе фильтрации до отводного патрубка теплоприемного контура. Датчик температуры поглощающей панели должен устанавливаться на участке панели, на который падает солнечное излучение, но который термически изолирован от трубок теплоносителя. Следует выбирать терморегулятор с ограниченным температурным дрейфом.

**ПРИМЕЧАНИЕ** Чистый избыток теплоты образуется, когда стоимость выработанной солнечным коллектором энергии превышает затраты энергии на работу циркуляционного насоса. Уставка разницы температур, при которой терморегулятор активирует работу насоса и отводного клапана, должна учитывать потребляемую насосом энергию.

7.6.6 Принятая конфигурация соединения УСГВС с существующей системой фильтрации бассейна не должна приводить к ухудшению качества фильтрации или перемешиванию воды в бассейне, приводящему к термической стратификации в бассейне и увеличению тепловых потерь из бассейна.

7.6.7 Для одноконтурных УСГВС, не интегрированных в систему фильтрации бассейна, следует предусматривать фильтрацию отводимой воды бассейна до ее циркуляции через солнечные коллекторы.

Для осуществления фильтрации отводимой воды, в заборном отверстии в бассейне или в подающей трубе коллекторной системы следует устанавливать сетчатый фильтр. В обоих случаях должна быть обеспечена возможность чистки или обратной промывки фильтра. Заборное отверстие в бассейне следует размещать на расстоянии от сливного трапа бассейна и уровня поверхности воды в бассейне.

Размещение заборного отверстия и обратной трубы должно обеспечивать хорошее смешивание воды в бассейне. Следует устанавливать циркуляционный насос ниже уровня воды в бассейне или использовать самовсасывающий насос.

7.6.8 Принципиальная схема одноконтурной УСГВС, интегрированной в систему фильтрации бассейна и использующей отдельный циркуляционный насос, приведена на Рисунке Б.5 **Приложения Б**. Возврат нагретой воды в систему фильтрации должен осуществляться до дозаторов химикатов и дублера УСГВС.

**ПРИМЕЧАНИЕ** Автоматическое опорожнение теплоприемного контура для защиты от замерзания будет возможным только, если напор в системе фильтрации недостаточен для удержания теплоносителя в УСГВС.

7.6.9 Принципиальная схема одноконтурной УСГВС, интегрированной в систему фильтрации бассейна, с отводом воды через автоматический отводной клапан приведена на Рисунке Б.6 **Приложения Б**. Возврат нагретой воды в систему фильтрации должен осуществляться через дозаторы химикатов и дублер УСГВС.

Автоматический отводной клапан, как правило, оборудуют электроприводом, находящимся под контролем системы управления УСГВС.

**ПРИМЕЧАНИЕ** Поскольку отводной клапан является нормально закрытым при выключенном насосе системы фильтрации, для автоматического опорожнения теплоприемного контура с целью защиты от замерзания следует предусматривать байпас патрубка с отводным клапаном.

7.6.10 Принципиальная схема двухконтурной УСГВС со сливным резервуаром приведена на Рисунке Б.7 **Приложения Б**.

7.6.11 Для защиты одноконтурных УСГВС от замерзания теплоносителя предусматривают автоматический или ручной слив воды в бассейн.

При устройстве автоматического слива:

- следует предусматривать установку устройства для подачи воздуха в систему;
- должна быть обеспечена возможность беспрепятственного слива воды в бассейн под действием гравитации;
- необходимо не допускать возврата воды в бассейн обратным потоком через фильтры. Если насос системы фильтрации бассейна не оборудован устройством предотвращения обратного потока, обратный клапан следует устанавливать в системе фильтрации;
- любой участок теплоприемного контура, который не может быть полностью опорожнен из-за существующего напора в системе фильтрации, должен защищаться от замерзания теплоносителя иными способами (например, должен размещаться в помещении);
- должны быть предусмотрены средства проверки опорожнения системы в штатном режиме, например, дренажный клапан.

7.6.12 При размещении солнечных коллекторов УСГВС плавательного бассейна на крыше здания, следует соблюдать следующие требования:

- место размещения коллекторов должно иметь уклон не более 300‰ к горизонтали;
- обратный трубопровод должен располагаться выше подающего трубопровода;
- уклон трубопроводов должен быть равномерным или увеличиваться постепенно на протяжении всего перепада высот;
- обратный клапан и дренажные клапаны должны размещаться на высоте более 1 м над уровнем воды в бассейне.

## **8 Контрольно-измерительные приборы и автоматика**

8.1 Виды, количество и места размещения контрольно-измерительных приборов определяются конфигурацией УСГВС, режимом работы и управления УСГВС, требованиями безопасности и потребностями автоматизации.

8.2 Для обеспечения постоянной температуры горячей воды на выходе из УСГВС следует предусматривать установку автоматических регуляторов температуры (контролеров). Автоматические регуляторы (контролеры) должны предотвращать подачу в систему горячего водоснабжения воды с температурой выше 60°C.

8.3 Для управления циркуляционными насосами УСГВС, работающей с постоянным расходом теплоносителя в теплоприемном контуре, следует применять дифференциальные терморегуляторы, один датчик которых устанавливается на нижней поверхности поглощающей панели солнечного коллектора последнего по ходу теплоносителя, а второй - в баке-аккумуляторе на уровне входного патрубка холодной воды, а в скоростном теплообменнике - на патрубке выхода горячей воды из него.

8.4 Термометры следует предусматривать на входах и выходах компонентов, генерирующих, передающих или сохраняющих тепловую энергию (блоков солнечных коллекторов, теплообменников и баков-аккумуляторов).

8.5 Манометры следует предусматривать на впусках и выпусках насосов и теплообменников (если конфигурация трубопровода не позволяет оценивать давление по манометрам насосов) или рядом с впусками и выпусками.

8.6 Штуцеры для измерения давления, закрытые задвижками, следует предусматривать на входе и выходе каждого ряда солнечных коллекторов.

## 9 Расчет УСГВС

9.1 Расчеты УСГВС следует выполнять, как правило, с использованием специализированного программного обеспечения, предназначенного для расчета инженерных характеристик систем солнечного горячего водоснабжения.

Для приближенных расчетов следует использовать формулы, приведенные в настоящем разделе.

9.2 Все типы УСГВС с дублиром следует рассчитывать по данным месяца с наибольшей суммой солнечного излучения за период работы УСГВС, а УСГВС без дублира - с наименьшей.

9.3 Суточный расход горячей воды в системе горячего водоснабжения ( $G$ ) для расчетов УСГВС принимают по данным фактического потребления горячей воды на хозяйственно-бытовые нужды. При отсутствии надежных данных фактического потребления допускается ( $G$ ) принимать по **СНиП РК 4.01-41**.

9.4 Площадь поглощающих панелей солнечных коллекторов УСГВС без дублира ( $A$ ) следует определять по формуле:

$$A = \frac{G}{\sum_i g_i}, \quad (9.1)$$

где  $i$  - расчетные часы работы УСГВС.

При неравномерном потреблении горячей воды по месяцам расчет площади поглощающих панелей солнечных коллекторов следует выполнять по величине суточного расхода горячей воды каждого месяца и принимать наибольшую из полученных площадей.

Удельную часовую производительность УСГВС ( $g_i$ ) определяют по формуле:

$$g_i = \frac{0,86k_1}{\ln \frac{t_{\max i} - t_1}{t_{\max i} - t_2}}. \quad (9.2)$$

Равновесную температуру каждого часа ( $t_{\max i}$ ) определяют по формуле:

$$t_{\max i} = \frac{\eta_0 q_i}{k_1} + t_{ei}, \quad (9.3)$$

Температуру на выходе солнечного коллектора ( $t_2$ ) определяют по формуле:

$$t_2 = t_{w2} + 5. \quad (9.4)$$

Температуру на входе солнечного коллектора ( $t_1$ ) определяют по формуле:

$$t_1 = t_{w1} + 5. \quad (9.5)$$

ПРИМЕЧАНИЕ В одноконтурных системах  $t_1 = t_{w1}$  и  $t_2 = t_{w2}$ .

Оптический кпд ( $\eta_0$ ) и коэффициент тепловых потерь ( $k_1$ ) солнечного коллектора определяют по паспортным данным солнечного коллектора; при отсутствии паспортных данных, допускается принимать ( $\eta_0$ ) и ( $k_1$ ) в соответствии с Таблицей 9.1.

Интенсивность падающего солнечного излучения в плоскости коллектора ( $q_i$ ) следует определять в соответствии с **Приложением В**.

9.5 Площадь поглощающих панелей солнечных коллекторов УСГВС с дублером ( $A$ ) следует определять по формуле:

$$A = \frac{1,16G(t_{w2} - t_{w1})}{\eta \sum_i q_i}, \quad (9.6)$$

Интенсивность падающего солнечного излучения в плоскости коллектора ( $q_i$ ) следует определять в соответствии с **Приложением В** в интервале от 8 ч до 17 ч для солнечных коллекторов, ориентированных на юг. При отклонении ориентации от юга к востоку или западу на каждые 15° интервал времени начинается раньше или позже на 1 ч.

КПД солнечного коллектора ( $\eta$ ) следует определять по формуле:

$$\eta = \eta_0 - k_1 \frac{\Delta T}{E_g} - k_2 \frac{\Delta T^2}{E_g}, \quad (9.7)$$

где разность между средней температурой теплоносителя в солнечном коллекторе и средней дневной температурой наружного воздуха ( $\Delta T$ ) определяют по формуле:

$$\Delta T = 0,5(t_1 + t_2) - t_e. \quad (9.8)$$

Оптический кпд солнечного коллектора ( $\eta_0$ ) и коэффициенты тепловых потерь ( $k_1$ ) и ( $k_2$ ) определяют по паспортным данным солнечного коллектора. В случае отсутствия достоверных данных, допускается использовать табличные величины, приведенные в Таблице 9.1.

**Таблица 9.1**

Тип жидкостного проточного солнечного коллектора	Оптический кпд, $\eta_0$	Коэффициент тепловых потерь первого порядка, $k_1$ , Вт/(м <sup>2</sup> ·К)	Коэффициент тепловых потерь второго порядка, $k_2$ , Вт/(м <sup>2</sup> ·К <sup>2</sup> )
Плоский с однослойной прозрачной изоляцией	0,779	3,56	0,0146
Вакуумированный трубчатый с плоской поглощающей панелью	0,700	1,33	0,0071
Вакуумированный трубчатый с цилиндрической поглощающей панелью, оборудованный рефлекторами	0,661	0,82	0,0064
Плоский без прозрачной изоляции	0,780	27,35	0,1000

Среднедневную интенсивность падающего солнечного излучения в плоскости поглощающей панели солнечного коллектора ( $E_g$ ) следует определять для расчетных часов работы УСГВС.

9.6 При отклонении солнечных коллекторов от южной ориентации до  $15^\circ$  величину ( $q_i$ ), рассчитанную в соответствии с Приложением В, следует уменьшать на 5%, при отклонении до  $30^\circ$  - на 10% для использования в формулах (9.3) и (9.6).

9.7 Удельный расход теплоносителя должен обеспечивать надежную циркуляцию теплоносителя по всему теплоприемному контуру и эффективную работу солнечного коллектора.

В крупных коллекторных системах (с площадью поглощающих панелей более  $20 \text{ м}^2$ ) рекомендуется осуществлять эксплуатацию в режиме с минимальным расходом. В коллекторных системах с площадью поглощающих панелей до  $20 \text{ м}^2$  рекомендуется осуществлять эксплуатацию с режиме с максимальным расходом теплоносителя.

Удельный расход теплоносителя в режиме постоянного расхода при полной мощности насоса должен быть,  $\text{л}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$ , не менее:

- в УСГВС с плоскими солнечными коллекторами - 25;
- в УСГВС с вакуумированными трубчатыми солнечными коллекторами - 40.

Удельный расход теплоносителя в режиме с минимальным расходом должен составлять не менее  $15 \text{ л}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$ .

При переменном расходе теплоносителя подбор насосов производят по максимальной величине расхода. Режим с переменным расходом теплоносителя не рекомендуется для УСГВС с вакуумированными трубчатыми солнечными коллекторами.

Регулирование расхода в режиме с переменным расходом теплоносителя следует осуществлять с помощью переключения ступеней производительности циркуляционного насоса.

9.8 Если коллекторная система состоит из нескольких рядов коллекторов, соединенных параллельно, максимальное отклонение удельного расхода теплоносителя в каждом ряду не должно превышать 20% от номинального удельного расхода всей коллекторной системы.

Сбалансированность удельного расхода следует достигать, как правило, за счет гидравлической настройки коллекторов и труб. При невозможности достижения сбалансированности таким образом, расход следует регулировать за счет установки соответствующих фитингов.

9.9 Диаметр трубопровода теплоприемного контура следует выбирать в зависимости от скорости потока теплоносителя при расчетном его расходе. Скорость теплоносителя должна обеспечивать оптимальное сочетание гидравлического сопротивления и степени удаления воздуха.

Скорость теплоносителя в теплоприемном контуре не должна превышать  $1 \text{ м/с}$ . Рекомендуемые значения скорости теплоносителя в теплоприемном контуре - от  $0,3 \text{ м/с}$  до  $0,7 \text{ м/с}$ .

Выбираемые диаметры труб должны быть согласованы с параметрами насосных установок.

9.10 Диаметр обратного трубопровода блока солнечных коллекторов в УСГВС с автоматическим сливом теплоносителя для защиты от замерзания должен обеспечивать заполнение всех горизонтальных участков трубопровода обратной водой не более чем на 50% при любых условиях. Диаметр вертикальных участков обратного трубопровода следует принимать равным диаметру горизонтальных участков, рассчитанному с использованием уравнения Маннинга для соответствующего расхода теплоносителя и уклона горизонтального участка. Рассчитанный диаметр вертикальных участков следует увеличивать, если потери напора на трение потока в вертикальных участках превышают гидростатический напор; при этом потери напора на трение следует рассчитывать при условии 100% заполнения сечения трубы.

9.11 Контур питьевой воды УСГВС должен рассчитываться на максимальное давление, допускаемое для сети внутреннего водопровода горячего водоснабжения в соответствии со **СНиП РК 4.01-41** для соответствующего вида системы горячего водоснабжения.

9.12 Коллекторная система УСГВС должна выдерживать кратковременные пиковые нагрузки давления, возникающие, например, при испарении теплоносителя в фазы стагнации.

9.13 При использовании быстрозакрывающихся клапанов, трубопроводная система УСГВС должна препятствовать возникновению или выдерживать потенциальные гидравлические удары.

9.14 Если максимальная часовая производительность УСГВС выше потребной по графику водоразбора, в УСГВС необходимо устраивать баки-аккумуляторы. Объем бака-аккумулятора должен определяться по суточным графикам подогрева воды в УСГВС и водоразбора.

9.15 При проектировании УСГВС с переменным расходом теплоносителя расчет теплообменников следует производить по среднечасовым значениям расходов воды и теплоносителя.

При расчете поверхностей теплообменников следует принимать величину среднелогарифмического температурного напора, но не более 5°C.

9.16 Объем сливного резервуара УСГВС со сливным резервуаром следует принимать на 25% больше общего объема теплоносителя, требуемого для заполнения контура, после которого в резервуаре должно оставаться достаточно жидкости, чтобы циркуляционный насос контура работал без кавитации.

9.17 Объем бака-аккумулятора должен быть достаточным для хранения избыточной сгенерированной тепловой энергии, но должен ограничивать рост температуры хранимой воды до 90°. Минимальный объем бака-аккумулятора следует принимать по Таблице 9.2 в зависимости от диаграммы нагрузки. В отсутствии достоверных данных о диаграмме нагрузки, допускается принимать минимальный объем бака-аккумулятора из расчета 40 л/м<sup>2</sup> габаритной площади солнечных коллекторов.

**Таблица 9.2**

Диаграмма нагрузки	Минимальный объем бака-аккумулятора, л/м <sup>2</sup> габаритной площади солнечных коллекторов
Постоянная дневная нагрузка 7 дней в неделю	от 20 до 30
Постоянная дневная нагрузка 5 дней в неделю без нагрузки в выходные дни	40
Постоянная ночная нагрузка 7 дней в неделю	70
Постоянная ночная нагрузка 5 дней в неделю без нагрузки в выходные дни	80

## **10 Требования к документации**

Проектировщик УСГВС вместе с проектной документацией на УСГВС должен передать следующую информацию:

- полную информацию о принятых расчетных условиях и параметрах (нагрузках, климатических данных);
- полную информацию об использованных методах расчета площади коллекторов, баков-аккумуляторов и теплообменников, включая любые сделанные предположения;
- полную информацию об использованных методах гидравлического расчета теплоприемного контура и его компонентов;
- полную информацию об использованных методах прогнозирования теплопроизводительности УСГВС;
- полную информацию о любом программном обеспечении, использованном для теплотехнических, гидравлических расчетов и прогнозирования теплопроизводительности;
- полную информацию о принятых уставках оборудования автоматики;

- полную информацию о регулировках и настройках оборудования и приборов автоматики, которые необходимо выполнить после монтажа УСГВС;
- указания по сборке, монтажу и пусконаладочным работам УСГВС, позволяющие обеспечить правильную установку УСГВС в соответствии с проектной документацией;
- указания по проведению испытания на гидравлическое сопротивление при пусконаладочных работах;
- гидравлическую и электрическую схему системы (гидравлическая схема должна показывать в том числе месторасположение компонентов системы управления);
- описание системы обеспечения безопасности с указанием места расположения и настроек компонентов системы обеспечения безопасности, в частности защиты от замерзания и закипания;
- описание системы управления с указанием места расположения компонентов системы управления (например, датчиков);
- указания по техническому обслуживанию, включая пуск и выключение системы;
- указания по техническому уходу за УСГВС, в частности, по проверке и поддержанию уровня теплоносителя в теплоприемном контуре, очистке прозрачной изоляции солнечных коллекторов;
- указания по безопасной эксплуатации УСГВС, включая предписанные действия в случае отказа системы или возникновения опасности, в частности, по ручному опорожнению теплоприемного контура для защиты от замерзания;
- сведения о свойствах теплоносителя и мерах безопасности при работе с ним (для двухконтурных УСГВС).

## **11 Требования к монтажу УСГВС**

11.1 Солнечные коллекторы должны устанавливаться в соответствии с инструкциями производителя коллектора и (или) проектировщика УСГВС и требованиями настоящего Государственного норматива.

При проведении монтажа солнечных коллекторов следует обеспечивать защиту коллекторов от повреждений, а также от воздействия прямых солнечных лучей.

11.2 Солнечные коллекторы и их опорные конструкции должны устанавливаться таким образом, чтобы стекание воды с поверхности солнечного коллектора не приводило к запруживанию кровли или площадки, на которых установлены опорные конструкции.

11.3 Необходимо обеспечивать безопасный и беспрепятственный доступ ко всем компонентам, подверженным разрушению или отказам, таким как резиновые шланги, герметики соединений и стыковые накладки, для их замены или ремонта.

11.4 Для солнечных коллекторов, размещаемых на крышах зданий, следует предусматривать безопасное рабочее пространство на кровле рядом с коллекторами.

11.5 Каркасные конструкции, растяжки, крепления, используемые для монтажа солнечных коллекторов, должны быть предназначены для использования на открытом воздухе.

11.6 Соединения следует выполнять с использованием материалов, обеспечивающих долговечность при ожидаемых эксплуатационных температурах и давлениях используемого теплоносителя.

Мягкий припой не допускается использовать вблизи коллекторов. Флюс для пайки должен быть растворим в воде.

11.7 Все жидкостные контуры УСГВС должны быть промыты и испытаны на протечки. При гидравлической опрессовке, напорные системы должны быть изолированы и испытаны при максимальном эксплуатационном давлении компонента системы, для которого производителем установлено минимальное допускаемое эксплуатационное давление среди всех компонентов испытываемой системы. Жидкость, использованная для испытания, должна быть полностью слита из системы после испытания. Во время испытания системы

солнечные коллекторы допускается изолировать или обходить для предотвращения попадания мусора в коллекторы.

11.8 Подземные трубопроводы следует испытывать на протечки до засыпки траншеи или нанесения теплоизоляции.

11.9 После завершения установки УСГВС, система должна быть испытана во всех режимах работы в максимальной возможной степени, свободное движение всех клапанов и крыльчаток насосов проверено вручную, когда это возможно без разборки оборудования, настройки оборудования и автоматики отрегулированы в соответствии с указаниями проектировщика УСГВС.

11.10 В случае с одноконтурными УСГВС плавательных бассейнов, интегрированными в систему фильтрации бассейна, работа системы фильтрации должна быть проверена после завершения установки УСГВС. При этом контур УСГВС должен быть изолирован от остального контура системы.

11.11 Если в УСГВС предусмотрено автоматическое опорожнение для защиты от замерзания и закипания, правильное функционирование системы и оборудования защиты должно быть проверено в соответствии с инструкциями проектировщика УСГВС.

## **12 Требования к безопасной эксплуатации УСГВС**

12.1 Эксплуатацию УСГВС следует осуществлять в соответствии с инструкциями производителя и (или) проектировщика УСГВС, переданными потребителю в соответствии с **разделом 9**.

12.2 Эксплуатацию УСГВС следует осуществлять с соблюдением требований безопасности при эксплуатации систем горячего водоснабжения и систем, к которым относится дублер УСГВС.

12.3 Эксплуатацию электрических устройств УСГВС следует осуществлять с соблюдением требований РД 34 РК.20/03.501/202.

12.4 Рекомендуется разработать и осуществлять программу периодического технического обслуживания УСГВС, включающую периодическую проверку работы клапанов и сливных устройств баков-аккумуляторов.

12.5 Расход теплоносителя в режиме с переменным расходом следует регулировать с помощью переключения ступеней производительности насоса, выбирая ступень производительности, которая превышает требуемое значение расхода.

12.6 При эксплуатации УСГВС без сливного резервуара с ручным режимом слива теплоносителя необходимо своевременно осуществлять слив теплоносителя из контура до достижения критической температуры замерзания.

12.7 Количество теплоносителя и давление в замкнутом контуре УСГВС следует проверять не менее двух раз в год.

12.8 Необходимо проверять теплоноситель на окисление не менее одного раза в год. Для проведения проверки допускается использовать индикаторную бумагу.

12.9 В случае закипания теплоносителя, его следует слить и поменять.

12.10 Долив и смену теплоносителя следует осуществлять в соответствии с инструкциями производителя солнечного коллектора и (или) проектировщика УСГВС.

12.11 Обслуживание установок солнечного горячего водоснабжения на высоте до 5 м от поверхности земли, перекрытий или рабочих настилов допускается с приставных лестниц и передвижных вышек, отвечающих требованиям **СНиП РК 1.03-05**.

12.12 При использовании солнечных коллекторов с медными трубками в одноконтурных УСГВС плавательных бассейнов, следует поддерживать уровень pH воды бассейна в пределах от 7,2 до 7,6 и выше. При расходе теплоносителя не более 1,5 м/с в качестве дополнительной защиты от коррозии и эрозии медных трубок следует также обеспечивать надлежащий контроль за общей щелочностью и уровнем свободного остаточного хлора.



### **Методики определения экономической целесообразности применения УСГВС**

А.1 При определении экономической целесообразности использования УСГВС на основе сравнения стоимости энергии, выработанной УСГВС, со стоимостью энергии, получаемой от альтернативных источников, стоимость энергии, вырабатываемой УСГВС, ( $c$ ) следует определять по формуле:

$$c = \frac{C_{\text{н}} \times f_a + C_{\text{з}} + C_{\text{н}}}{Q}, \quad (\text{A.1})$$

где коэффициент аннуитета ( $f_a$ ) определяют по формуле:

$$f_a = \frac{(1 + P/100)^T P/100}{(1 + P/100)^T - 1}. \quad (\text{A.2})$$

А.2 При определении экономической целесообразности использования УСГВС на основе расчета срока экономической окупаемости УСГВС, срок экономической окупаемости УСГВС ( $T_{\text{эк}}$ ) следует определять по формулам:

- для УСГВС с дублером:

$$T_{\text{эк}} = \frac{C_{\text{н}} - C_{\text{н,Д}}}{Q \times c_{\text{здн}}}; \quad (\text{A.3})$$

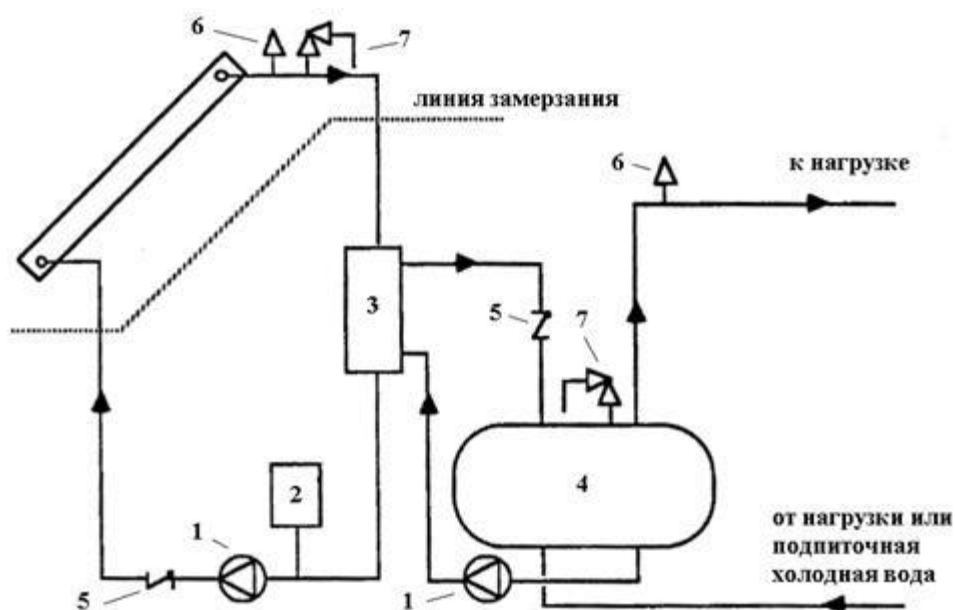
- для УСГВС без дублера:

$$T_{\text{эк}} = \frac{C_{\text{н}}}{Q \times c_{\text{здн}}}. \quad (\text{A.4})$$

**ПРИМЕЧАНИЕ** В формулах (А.3) и (А.4) не учитываются проценты на капитал при определении капитальных затрат.

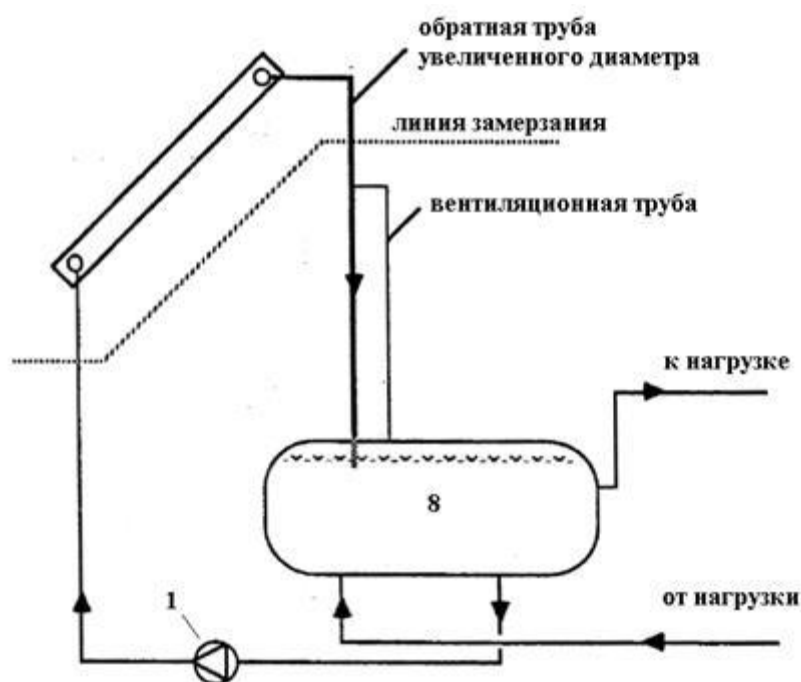
А.3 Теплопроизводительность УСГВС ( $Q$ ) для формул (А.1), (А.3) и (А.4) рекомендуется определять в соответствии с методами, указанными в [4].

### Принципиальные схемы УСГВС



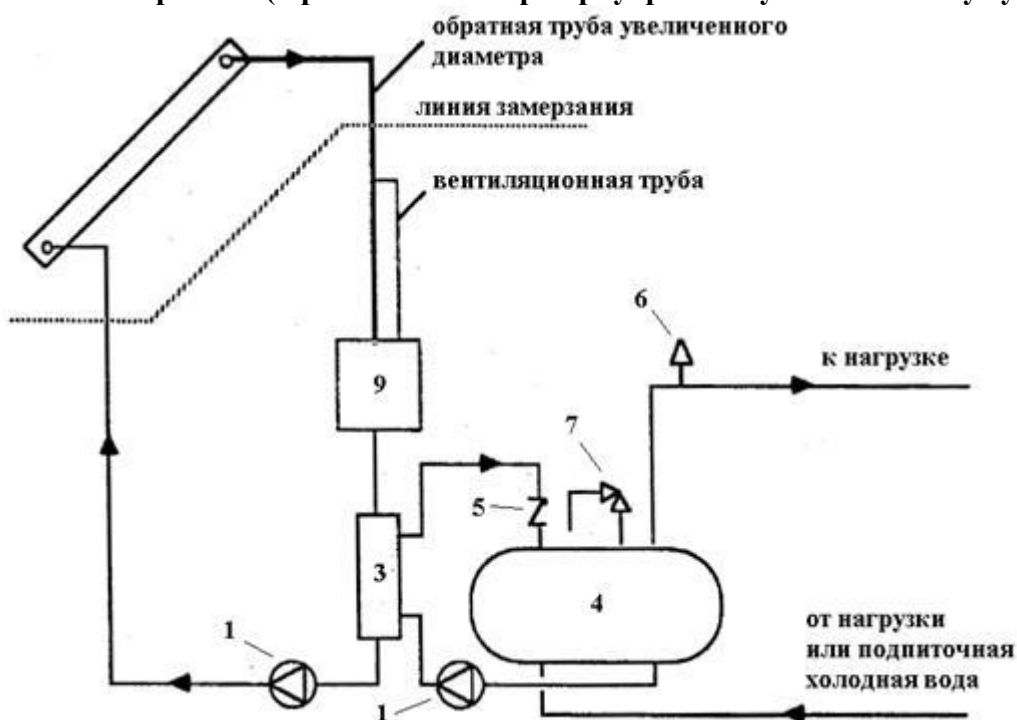
1 - циркуляционный насос, 2 - расширительный бак, 3 - теплообменник, 4 - герметизированный бак-аккумулятор, 5 - запорный клапан, 6 - воздушный клапан, 7 - предохранительный клапан

Рисунок Б.1 - Принципиальная схема УСГВС с антифризом в качестве меры защиты от замерзания



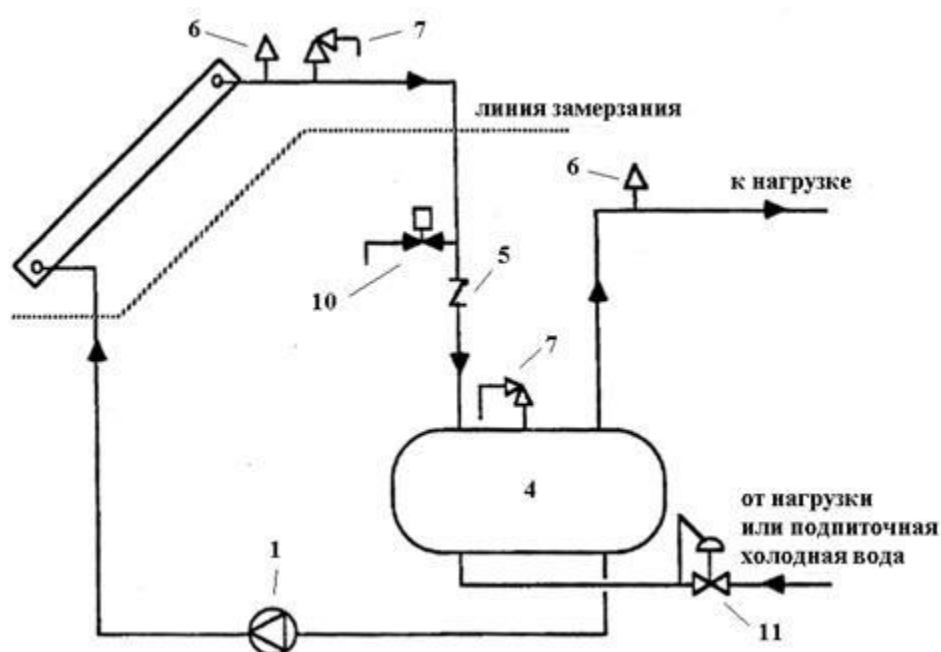
1 - циркуляционный насос, 8 - сливной резервуар/бак-аккумулятор (не герметизированный)

**Рисунок Б.2 - Принципиальная схема УСГВС со сливным резервуаром в качестве меры защиты от замерзания (в роли сливного резервуара выступает бак-аккумулятор)**



*1 - циркуляционный насос, 3 - теплообменник, 4 - герметизированный бак-аккумулятор, 5 - запорный клапан, 6 - воздушный клапан, 7 - предохранительный клапан*

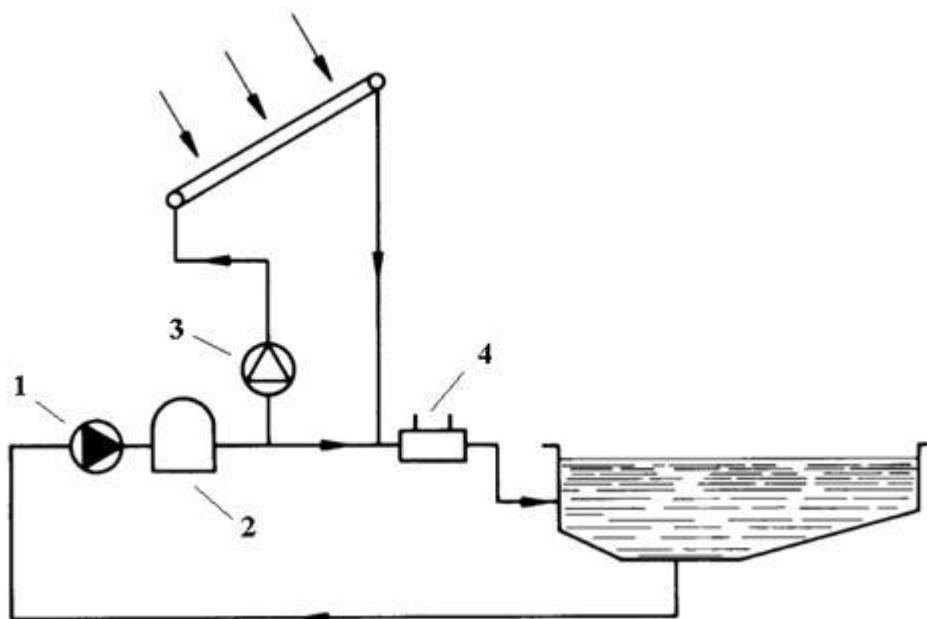
**Рисунок Б.3 - Принципиальная схема УСГВС со сливным резервуаром в качестве меры защиты от замерзания (с установленным отдельным сливным резервуаром)**



*1 - циркуляционный насос, 4 - герметизированный бак-аккумулятор, 5 - запорный клапан, 6 - воздушный клапан, 7 - предохранительный клапан, 10 - регулирующий клапан для*

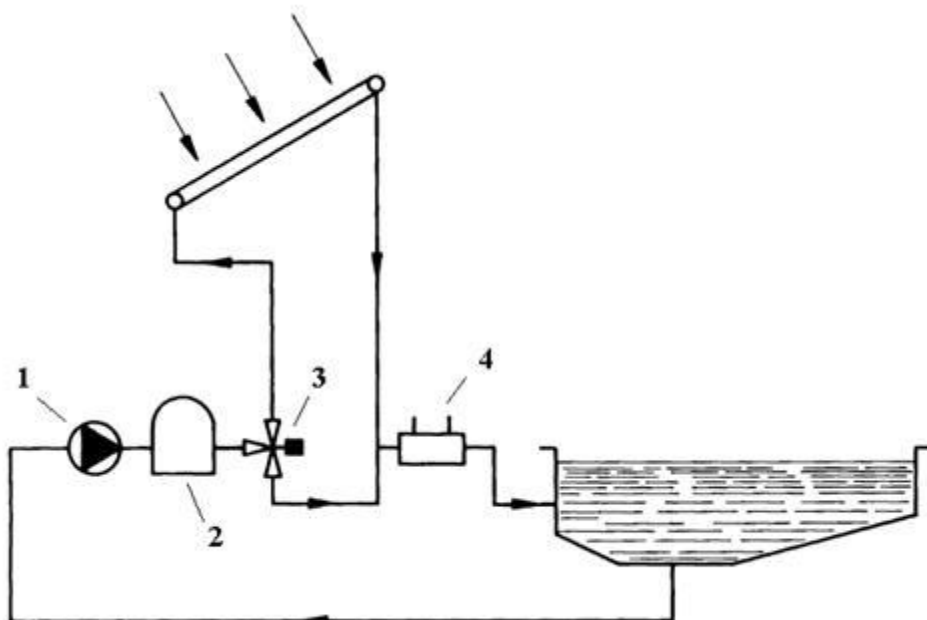
*промывки коллектора (нормально закрытый, с дистанционным управлением), 11 - клапан регулирования давления*

**Рисунок Б.4 - Принципиальная схема УСГВС с рециркуляцией в качестве меры защиты от замерзания**



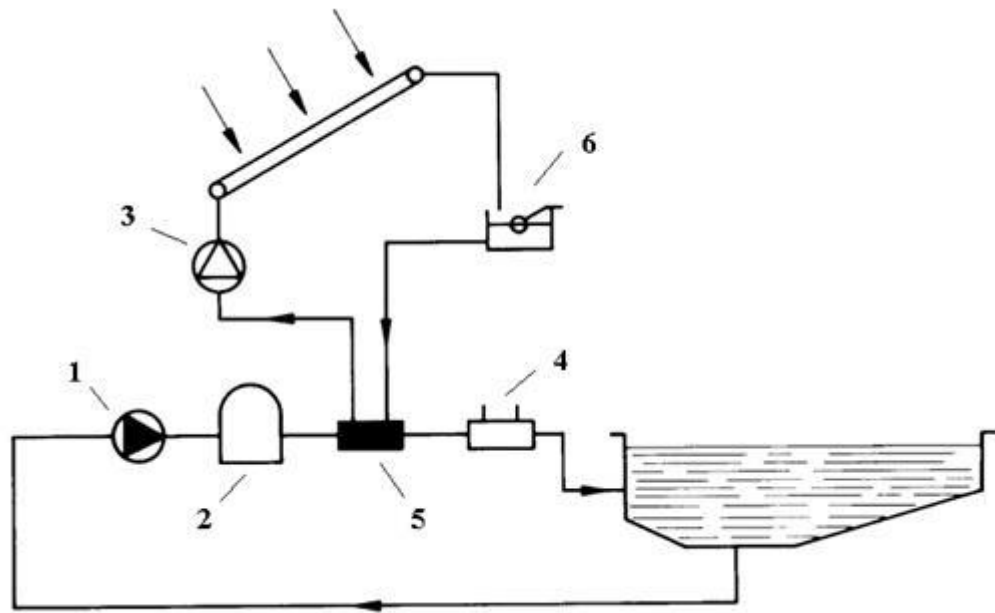
*1 - циркуляционный насос системы фильтрации бассейна, 2 - фильтр, 3 - циркуляционный насос теплоприемного контура, 4 - дублер (если предусмотрен)*

**Рисунок Б.5 - Принципиальная схема одноконтурной УСГВС, интегрированной в систему фильтрации плавательного бассейна, с отдельным циркуляционным насосом**



*1 - циркуляционный насос системы фильтрации бассейна, 2 - фильтр, 3 - электроприводной автоматический отводной клапан, 4 - дублер (если предусмотрен)*

**Рисунок Б.6 - Принципиальная схема одноконтурной УСГВС, интегрированной в систему фильтрации плавательного бассейна, с отводом воды через автоматический отводной клапан**



*1 - циркуляционный насос системы фильтрации бассейна, 2 - фильтр, 3 - циркуляционный насос теплоприемного контура, 4 - дублер (если предусмотрен), 5 - теплообменник, 6 - сливной резервуар с поплавковым клапаном*

**Рисунок Б.7 - Принципиальная схема двухконтурной УСГВС плавательного бассейна**

### Расчет интенсивности солнечного излучения

В.1 Расчет интенсивности солнечного излучения следует выполнять по часовым суммам прямого и рассеянного солнечного излучения и температуре наружного воздуха. Величину интенсивности солнечного излучения и температуру наружного воздуха принимают, как правило, по данным местной метеорологической станции или [5].

ПРИМЕЧАНИЕ Допускается использовать и другие источники данных по интенсивности прямого и рассеянного солнечного излучения.

В.2 Интенсивность падающего солнечного излучения для любого пространственного положения солнечного коллектора и каждого часа светового дня ( $q_i$ ) следует определять по формуле:

$$q_i = P_s I_s + P_D I_D. \quad (\text{B.1})$$

Коэффициент положения солнечного коллектора для рассеянного излучения ( $P_D$ ) следует определять по формуле:

$$P_D = \cos^2 b / 2. \quad (\text{B.2})$$

Коэффициент положения солнечного коллектора для прямого излучения ( $P_s$ ) следует определять по Таблице В.1.

Таблица В.1

Угол наклона солнечного коллектора к горизонту, $b$	Месяцы года											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Широта местности 40° с.ш.												
25	1,76	1,49	1,30	1,13	1,04	1,00	1,01	1,08	1,22	1,40	1,66	1,85
40	2,24	1,72	1,36	1,11	0,97	0,90	0,93	1,03	1,24	1,55	2,03	2,45
55	2,46	1,79	1,33	1,03	0,86	0,78	0,81	0,94	1,17	1,56	2,18	2,72
90	2,30	1,48	0,91	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,75	1,17	1,96	2,61
Широта местности 45° с.ш.												
30	2,14	1,71	1,42	1,19	1,07	1,02	1,04	1,13	1,30	1,56	1,96	2,31
45	2,86	1,99	1,49	1,17	1,00	0,92	0,95	1,08	1,33	1,74	2,47	3,27
60	3,13	2,07	1,45	1,09	0,89	0,80	0,84	0,99	1,26	1,76	2,66	3,64
90	3,04	1,81	0,99	0,71	0,00	0,00	0,00	0,00	0,89	1,37	2,50	3,63
Широта местности 50° с.ш.												
35	2,77	2,01	1,57	1,27	1,11	1,05	1,08	1,19	1,42	1,79	2,44	3,12
50	4,06	2,38	1,56	1,24	1,04	0,95	0,98	1,33	1,44	2,00	3,22	5,27
65	4,46	2,47	1,61	1,16	0,93	0,82	0,87	1,04	1,37	2,02	3,47	5,90
90	4,46	2,26	1,30	0,84	0,00	0,00	0,00	0,72	1,06	1,77	3,36	6,04
Широта местности 55° с.ш.												
40	4,00	2,47	1,79	1,37	1,17	1,09	1,12	1,26	1,56	2,11	3,27	4,91
55	3,37	2,99	1,87	1,34	1,09	0,99	1,03	1,21	1,59	2,38	4,81	5,85
70	9,29	3,11	1,83	1,26	0,98	0,87	0,91	1,11	1,51	2,41	5,20	6,40
90	9,52	2,95	1,57	1,00	0,73	0,00	0,00	0,84	1,26	2,20	5,17	6,45

## Библиография

- [1] EN 12976-1:2006 Thermal solar systems and components - Factory made systems - Part 1: General requirements (Системы и компоненты солнечного теплоснабжения - Системы заводского изготовления - Часть 1: Общие требования)
- [2] ISO/TR 10217 Solar energy - Water heating systems - Guide to material selection with regard to internal corrosion (Солнечная энергия - Системы горячего водоснабжения - Руководство по выбору материалов в отношении внутренней коррозии)
- [3] EN 12975-1:2006 (2010) Thermal solar systems and components - Solar collectors - Part 1: General requirements (Системы и компоненты солнечного теплоснабжения - Солнечные коллекторы - Часть 1: Общие технические требования)
- [4] EN 15316-4-3:2007 Heating systems in buildings - Method for calculation of system energy requirements and system efficiencies - Part 4-3: Heat generation systems, thermal solar systems (Системы отопления зданий - Метод расчета энергетических потребностей систем и эффективности систем - Часть 4-3: Теплогенерирующие системы, солнечные тепловые системы)
- [5] Научно-прикладной справочник по климату СССР. Часть 3. Солнечная радиация. Выпуск 13. Часть 1. Солнечная радиация и солнечное сияние. Л., Гидрометеиздат, 1990

УДК

МКС

Ключевые слова: бак-аккумулятор, безопасная эксплуатация, защита от замерзания, интенсивность солнечного излучения, коэффициент тепловых потерь, КПД солнечного коллектора, монтаж, плавательный бассейн, поглощающая панель, расширительный бак, солнечное горячее водоснабжение, солнечный коллектор, теплоизоляция, теплоноситель, теплообменник, теплоприемный контур