

ПРООН/ГЭФ  
Проект №00077154

«Повышение энергетической эффективности жилых зданий в Республике  
Беларусь»

**Предпроектные предложения по внедрению мер для повышения  
энергоэффективности отопления и горячего водоснабжения  
с использованием солнечных нагревателей  
в трёх пилотных жилых зданиях**

(этап 1.1)

Исполнитель,  
Эксперт по внедрению солнечных коллекторов  
в системах теплоснабжения и горячего  
водоснабжения в жилом секторе

В.В. Покотилов

Минск  
июнь 2014

## Содержание

	стр.
<b>Введение</b>	<b>3</b>
<b>1.Обоснование предлагаемых предпроектных предложений по внедрению солнечных нагревателей для повышения энергоэффективности отопления и горячего водоснабжения для Республики Беларусь</b>	<b>4</b>
<b>2.Обоснование предлагаемых предпроектных предложений по внедрению технологических методов и оборудования для крупных гелиосистем пилотных жилых зданий</b>	<b>8</b>

## Введение

При разработке проектных предложений на разработку гелиосистем теплоснабжения и горячего водоснабжения для трёх различных жилых зданий в г.г. Гродно, Минск и Могилёв предлагается специальный вариант гелиосистемы горячего водоснабжения, значительно упрощающий в сравнении с европейскими аналогами проектное решение в части его реализации, а также и в части предстоящей эксплуатации. При этом предусматриваются варианты «врезки» этих систем в традиционные тепловые узлы, что позволяет в дальнейшем рекомендовать разработанные гелиосистемы для внедрения в эксплуатируемый жилой фонд. Ввиду этих обстоятельств в максимальной степени предусматривается повторяемость узлов и элементов. Например, буферный бак-аккумулятор тепловой энергии предусматривается единой конструкции, единой является структура и элементы системы автоматизации и т.д.

Существующая в Европе практика проектирования и эксплуатации крупных гелиосистем для жилых зданий не может быть в полной мере привнесена в практику нашей страны по целому ряду объективных причин. Основной из них является отсутствие сервисных служб, появление которых вряд-ли предвидится в ближайшее время, так как стоимость таких услуг достаточно высока, а жильцы привыкли пользоваться услугами работников ЖЭС. Именно поэтому в технических решениях в рамках проекта ПРООН/ГЭФ разрабатываются для гелиосистемы такие технические решения, которые могут эксплуатироваться работниками ЖЭС на базе имеющейся квалификации. В максимальной степени разрабатываются такие устройства для гелиосистем теплоснабжения и горячего водоснабжения, которые не требуют планового периодического обслуживания. Например, предлагается отказаться от мембранных расширительных баков, заменив их расширительными баками специальной конструкции, которые работают под атмосферным давлением.

## **1.Обоснование предлагаемых предпроектных предложений по внедрению солнечных нагревателей для повышения энергоэффективности отопления и горячего водоснабжения для Республики Беларусь**

Благодаря мероприятиям, предпринятым Правительством РБ в области энергосбережения, в настоящее время удельные годовые показатели снизились до **180...200кВт.ч/м<sup>2</sup>** (в том числе на отопление до 80...100 кВт.ч/м<sup>2</sup>). На горячее водоснабжение потребление составляет 100 кВт.ч/м<sup>2</sup>.

Современные нормы Беларуси предусматривают удельное годовое потребление теплоты на нужды отопления - не более 60 кВтч/м<sup>2</sup>. Общие годовые расходы составляют примерно **160кВт.ч/м<sup>2</sup>**. (В том числе на горячее водоснабжение 100 кВт.ч/м<sup>2</sup>).

Энергоэффективные современные пилотные жилые здания предусматривают удельное годовое потребление теплоты на нужды отопления - не более 25 кВт.ч/м<sup>2</sup>. Общие годовые расходы составляют примерно **120кВт.ч/м<sup>2</sup>**. (В том числе на горячее водоснабжение 100 кВт.ч/м<sup>2</sup>).

Жилые здания с так называемым «нулевым потреблением» теплоты на отопление здания имеют удельное годовое потребление теплоты **100 кВт.ч/м<sup>2</sup>** (в том числе на отопление -«нуль» кВт.ч/м<sup>2</sup>, на горячее водоснабжение 100 кВт.ч/м<sup>2</sup>).

Дальнейшее снижение годового потребления теплоты от тепловых сетей может происходить только путём снижения теплопотребления на нужды горячего водоснабжения. А это возможно только лишь путём использования альтернативных источников тепловой энергии.

В настоящее время Германия ориентируется в развитии своей энергетики на возобновляемых источниках энергии, в том числе гелиоэнергетики, как это было принято в Австрии уже несколько десятилетий тому назад.

В центральной Европе годовое количество солнечной энергии на горизонтальную поверхность составляет 1000...1400 кВт.ч/м<sup>2</sup> (в Германии – 1200, в Беларуси -1100 кВт.ч/м<sup>2</sup>).

И расчёта компенсации 40% годовых теплотрат на нужды горячего водоснабжения в результате внедрения гелиосистемы общее годовое потребление теплоты многоквартирным жилым домом составит:

-для существующих зданий **140...160кВт.ч/м<sup>2</sup>** (в том числе на отопление до 80...100 кВт.ч/м<sup>2</sup>). На горячее водоснабжение - 60 кВт.ч/м<sup>2</sup>.

-для проектируемых зданий **120кВт.ч/м<sup>2</sup>**. (В том числе на отопление до 60 кВтч/м<sup>2</sup> и на горячее водоснабжение -60 кВт.ч/м<sup>2</sup>).

-для энергоэффективных современных пилотных зданий **85кВт.ч/м<sup>2</sup>**. (в том числе на отопление до 25 кВт.ч/м<sup>2</sup>, и на горячее водоснабжение -60 кВт.ч/м<sup>2</sup>).

-для зданий «нулевым потреблением» **60кВт.ч/м<sup>2</sup>**. (в том числе на горячее водоснабжение -60 кВт.ч/м<sup>2</sup>).

В качестве оптимального решения для внедрения приняты гелиосистемы с плоскими коллекторами и суточным тепловым аккумулятором.

В сравнении с другими альтернативными гелиосистемами, гелиосистемы с плоскими коллекторами и суточным тепловым аккумулятором обладают следующими **достоинствами**:

- 1.Срок службы гелиосистемы до **30 лет** и более.
- 2.Гарантийный срок обслуживания до **5...10 лет**.
- 3.Минимальные эксплуатационные затраты.
- 4.Не требуют высококвалифицированного обслуживания.
- 5.Имеют минимальный уровень годовых совокупных дисконтированных затрат (**СДЗ**).
- 6.Имеют малый срок окупаемости, который составляет не более **10...12 лет**.
- 7.Гелиоколлекторы выдерживают дождевую, ветровую, снеговую нагрузку и удары града в пределах существующих показателей климата.

Из практики эксплуатации гелиосистем в европейских странах с климатом, аналогичным климату Беларуси, экономически оптимальными представляются гелиосистемы, запроектированные на компенсацию 40...60% годовых теплотрат на горячее водоснабжение.

К **недостаткам** гелиосистем горячего водоснабжения с плоскими коллекторами можно отнести следующее :

- 1.Суточная неравномерность поступления солнечной энергии.
- 2.Неравномерность поступления солнечной энергии в течение года.
- 3.Необходимость создания тепловых аккумуляторов на сутки, на двое суток, и в некоторых случаях – сезонных аккумуляторов.
- 4.Перегрев гелиоколлекторов до 150 градусов в периоды выключения циркуляционного насоса.
- 5.Необходимость в дополнительном источнике теплоты, мощность которого способна заместить 100% потребности.
- 6.Необходимость систематического контроля работоспособности мембранного расширительного бака с регистрацией проведенных работ. Поэтому для крупных гелиосистем, к которым относятся гелиосистемы жилых многоэтажных зданий следует проектировать не менее 2-х мембранных расширительных баков.

Гелиосистемы подразделяют на небольшие, средние и крупные. Это связано с принципиальными различиями в конструкции самих систем (рис.1).

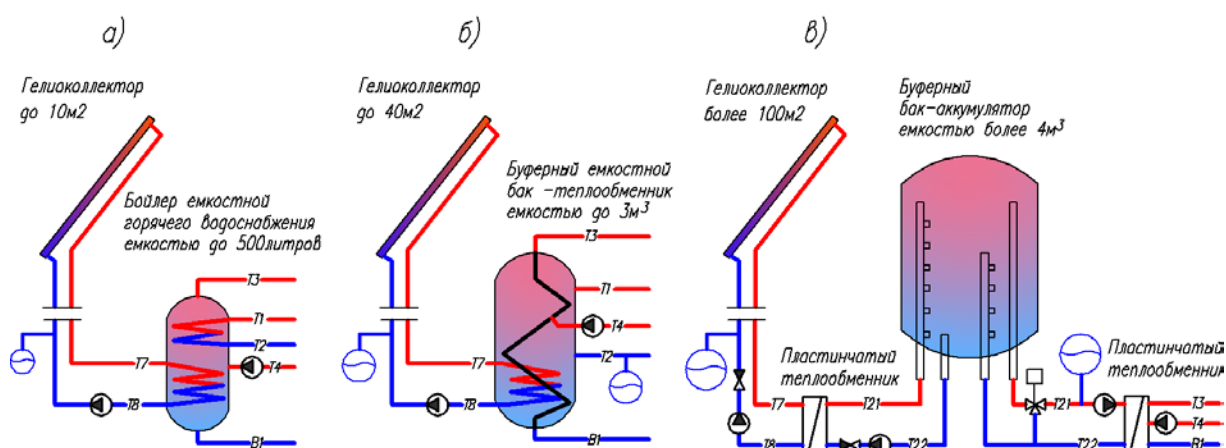


Рис.1. Конструкция гелиосистемы в зависимости от требуемой площади гелиоколлектора.

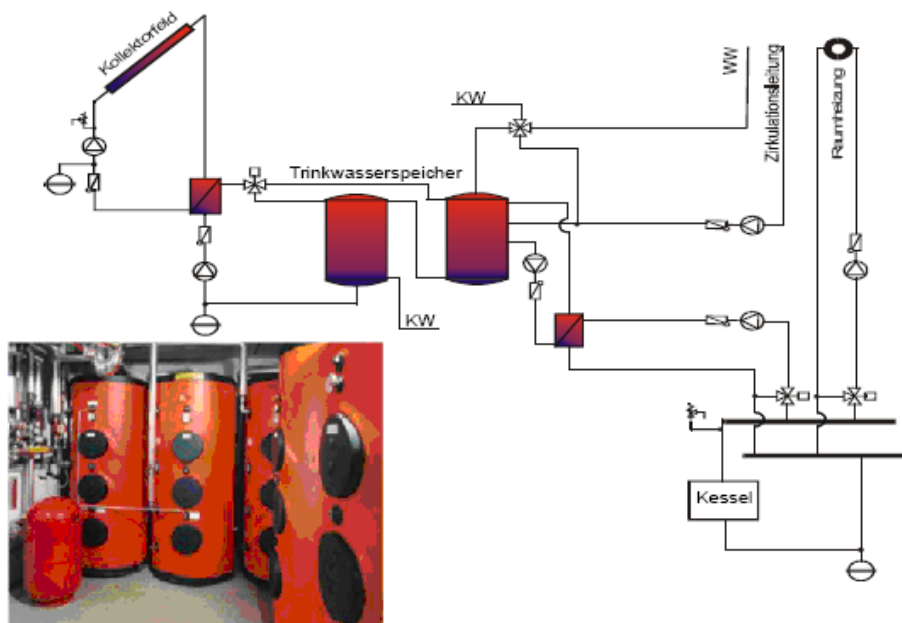
В системе с гелиоколлектором до 40м<sup>2</sup> применяют бак-аккумулятор со встроенными поверхностями нагрева. Таким образом, с помощью одного устройства обеспечивается температурное расслоение по высоте бака, суточное аккумулирование тепловой энергии, нагревание воды от гелиосистемы и от дополнительных источников энергии. В этом случае используют емкостной бойлер горячей водоснабжения, сочетающий в себе функции бака-аккумулятора.

Средние гелиосистемы (рис.1б) с применением аккумуляторов до 3м<sup>3</sup> используют буферную ёмкость с размещением в ней теплообменных змеевиков контура гелиоколлектора и контура горячей водоснабжения. Для средних гелиосистем с площадью коллекторов до 30м<sup>2</sup> применяют также скоростные пластинчатые теплообменники, отделяющие контур гелиоколлектора от контура горячей водоснабжения с помощью промежуточного между ними контура с буферным баком-аккумулятором ёмкостью до 1,5...2,0м<sup>3</sup> высотой до 2,1м примерно по следующей схеме:

**Citrin Solar®**

Тип SLP		825	1000	1500
Ø ohne Isolierung	mm	750	790	1000
Ø mit Isolierung	mm	950	990	1200
Höhe ohne Isolierung	mm	1905	2016	2085
Höhe mit Isolierung	mm	1975	2086	2155
Kippmaß ohne Isolierung	mm	1918	2030	2106
Gewicht	kg	150	175	277

Для гелиоколлекторов более 50м<sup>2</sup> применяют параллельную установку двух и более таких буферных баков ёмкостью по 1,5...2,0м<sup>3</sup> примерно по следующей схеме:



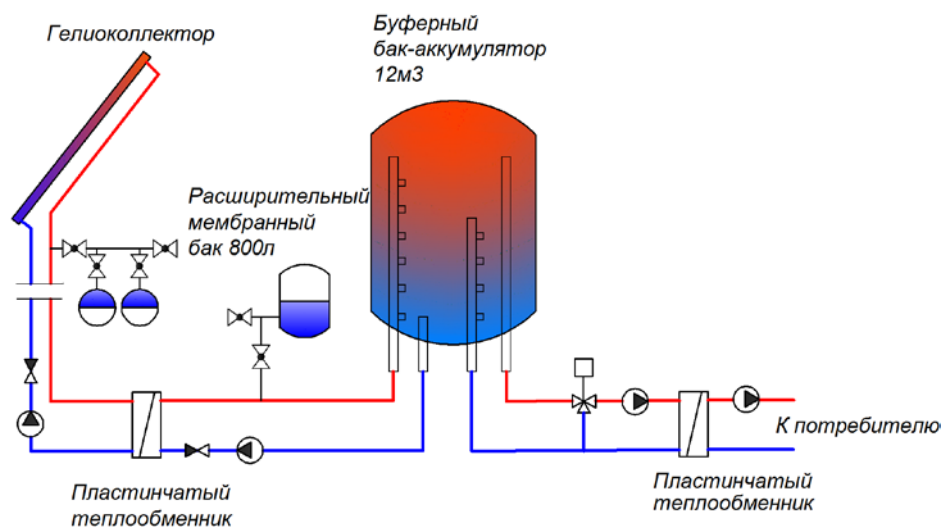
Такие гелиосистемы можно разместить в помещениях стандартной высоты, но они требуют высоких капитальных вложений и являются достаточно сложными в наладке и эксплуатации

Для крупных гелиосистем (рис.1в) применяют скоростные пластинчатые теплообменники, отделяющие контур гелиоколлектора от контура горячего водоснабжения с помощью промежуточного между ними контура с буферным баком-аккумулятором большой ёмкости.

## 2.Обоснование предлагаемых предпроектных предложений по внедрению технологических методов и оборудования для крупных гелиосистем пилотных жилых зданий

Крупные гелиосистемы применяют также в сочетании другими возобновляемыми источниками тепловой энергии, что позволяет значительно повысить энергоэффективность систем здания в течение всего года.

Крупноразмерную гелиосистему горячего водоснабжения с промежуточным теплоносителем проектируют с одним буферным баком-аккумулятором большой ёмкости, но его большие размеры (особенно по высоте) и масса требует для его размещения особых помещений (рис.2). Значительную ёмкость (до 1000л и более) имеет мембранный расширительный бак.




Typ PS-S	Ø ohne WD	Ø mit WD	Höhe inkl. WD	Höhe ohne WD	Kippmaß ohne WD	Gewicht
	mm	mm	mm	mm	mm	kg
2500	1250	1490	2409	2319	2411	290
3000	1250	1490	2709	2619	2683	315
3500	1250	1490	3209	3119	3146	370
3500	1400	1640	2668	2578	2672	360
4000	1400	1640	3018	2928	2990	395
4000	1600	1840	2345	2255	2464	435
4500	1600	1840	2645	2555	2719	470
5000	1600	1840	2845	2755	2894	490
5500	1600	1840	3095	3005	3116	520
6000	1600	1840	3345	3255	3350	550
7000	1600	1840	3839	3749	3861	610
8000	1600	1840	4339	4249	4325	670
9000	1600	1840	4839	4749	4797	730
10000	1600	1840	5339	5249	5273	785
11000	1600	1840	-	5749	5754	1154
12000	1600	1840	-	6249	6303	1233
13000	1600	1840	-	6749	6799	1334
14000	1600	1840	-	7249	7296	1413
15000	1600	1840	-	7749	7793	1491

Рис.2. Крупноразмерная гелиосистема горячего водоснабжения с промежуточным теплоносителем



**Основные проблемы эксплуатации крупноразмерной гелиосистемы горячего водоснабжения с применением промежуточного теплоносителя и буферного бака-аккумулятора большой ёмкости:**

1. Большая высота и масса буферного бака-аккумулятора требует для его размещения особых помещений. Условия его работы под давлением требуют его периодической аттестации.
2. Расширительный мембранный бак большой ёмкости до 1000л и более требует примерно два раза в год обязательного тестового квалифицированного обслуживания.

**Проблемы предлагается решать, с учётом уже имеющегося опыта проектирования и внедрения, следующим образом:**

1. Изготовление бака-аккумулятора требуемых объёма и высоты для условий его эксплуатации под атмосферным давлением.
2. Применение расширительного бака под атмосферным давлением с использованием обратных клапанов для исключения испарения. Такой бак, в отличие от мембранного расширительного бака, не требует планового периодического обслуживания.