

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Политехнический институт
Теплотехники и гидрогазодинамики

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой

_____ В.А.Кулагин
подпись инициалы, фамилия

«_____» _____ 20__ г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

13.03.01. Теплоэнергетика и теплотехника
Использование комбинированных систем теплоснабжения в жилых и
общественных зданиях

Руководитель	_____	<u>доцент, канд. физ.-мат. н.</u>	<u>Е.Б. Истягина</u>
	подпись, дата	должность, учёная степень	инициалы, фамилия
Выпускник	_____		<u>Л.В. Чупик</u>
	подпись, дата		инициалы, фамилия

Красноярск 2023

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1 Возобновляемые энергоресурсы	5
1.1 Классификация возобновляемых источников энергии	5
1.2 Ветроэнергетика	6
1.3 Гидроэнергетика.....	7
1.4 Энергия биомассы	8
2 Солнечные коллекторы	11
2.1 Коллекторы с встроенным и выносным баком.....	13
3 Виды коллекторов	13
3.1 Плоский коллектор.....	14
3.2 Вакуумный коллектор	16
3.3 Воздушный коллектор	16
4 Принцип работы солнечного коллектора	17
4.1 Объемы теплоносителя для гелиосистем.....	19
4.2 Место размещения, мощность и перегрев солнечных коллекторов.....	20
4.3 Солнечный коллектор для подогрева воды	21
4.4 Достоинства и недостатки солнечных коллекторов для нагрева воды	22
5 Расчет ГВС.....	23
5.1 Описание объекта исследования	23
5.2 Определение тепловой мощности на ГВС	24
6 Расчет солнечных коллекторов	26
6.1 Определение КПД установки	26
6.2 Расчет площади теплопоглощающей поверхности	28
7 Выбор оборудования для солнечного теплоснабжения	31
7.1 Определение объема аккумулирующего бака	31
8 Подбор насосного оборудования.....	34
9 Экономическое обоснование	37
10 Экологическое обоснование	39
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	42
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	43

ВВЕДЕНИЕ

В России есть большие районы, на которых приоритетно использовать возобновляемые источники энергии, включая солнечные. В сравнении с другими видами энергетики, солнечная является одной из самых экологически чистых. Солнечное излучение с энергетической и термодинамической точки зрения является высококачественным первичным источником энергии, допускающим возможность ее преобразования в другие виды энергии (тепло-, электроэнергию и др.) с высоким коэффициентом полезного действия и гарантирующим экологическую безопасность. Ее потенциал позволяет обеспечивать энергией удаленные поселки, для которых использование топлива невыгодно с точки зрения экологии.

Развитие солнечной энергетики в мире идёт по двум направлениям:

- преобразование в тепловую энергию тепловыми коллекторами;
- прямое преобразование в электрическую энергию фотопреобразователями – солнечными батареями, для производства которых требуется поликристаллический кремний.

Энергетический потенциал солнечной энергии может оцениваться разными значениями в зависимости от степени учёта технико-экономических аспектов применения.

Цель данной работы заключается в анализе возможности использования нетрадиционных энергоресурсов в системе теплоснабжения удаленного поселка.

Предметом исследования является возможность использования солнечной энергии взамен традиционных энергоресурсов.

Объектом исследования данной работы является система горячего водоснабжения вахтового поселка.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

- анализ существующих способов преобразования солнечного излучения в тепловую энергию;

- анализ существующих технологий производителей солнечных энергетических установок (СЭУ);
- расчет необходимых параметров для ГВС;
- расчет параметров для солнечных коллекторов;
- выбор необходимого оборудования по полученным параметрам;
- технико-экономическое обоснование по использованию солнечных установок.

1 Возобновляемые энергоресурсы

1.1 Классификация возобновляемых источников энергии

Возобновляемые источники энергии (ВИЭ) – это ресурсы постоянно существующих природных процессов на планете, а также ресурсы продуктов жизнедеятельности биоцентров растительного и животного происхождения. Характерной особенностью ВИЭ является цикличность их возобновления, которая позволяет использовать эти ресурсы без временных ограничений.

Как правило, к возобновляемым источникам энергии относят энергию солнечного излучения, потоков воды, ветра, биомассы, тепловую энергию верхних слоев земной коры и океана.

ВИЭ можно классифицировать по видам энергии:

- механическая энергия (энергия ветра и потоков воды);
- тепловая и лучистая энергия (энергия солнечного излучения и тепла Земли);
- химическая энергия (энергия, заключенная в биомассе).

Потенциальные возможности ВИЭ почти неограниченны. За последние годы в мире особо заметен научно-технический прогресс в создании установок по использованию ВИЭ и в первую очередь: фотоэлектрических преобразований энергии солнца, биомассы и ветроэнергетических устройств.

Масштабы и целесообразность использования возобновляемых источников энергии определяются в первую очередь их экономической эффективностью и конкурентоспособностью с традиционными энергетическими технологиями. Это объясняется несколькими причинами:

- Неисчерпаемость ВИЭ;
- Отсутствует потребность в транспортировке;
- ВИЭ - экологически выгодны и не загрязняют окружающую среду;
- Отсутствие затрат на топливо;
- В определенных условиях, в небольших автономных энергосистемах,

ВИЭ могут оказаться экономически выгоднее, чем традиционные ресурсы.

Рассмотрим некоторые из ВИЭ.

1.2 Ветроэнергетика

Люди используют энергию ветра в течение 6000 лет. В данный момент острый вопрос ветроэнергетики состоит в экономической эффективности ВЭУ. Выбрать правильное место установки генератора является главной задачей. Для этого существуют специальные характеристики, позволяющие правильно подобрать местоположение. Прибрежные зоны принято считать более значимыми местами для получения энергии из ветра. В основе производительности энергии стоят 2 главных фактора: направление и скорость ветра.

Скорость ветра является главным препятствием развития ветровой энергетики, так как ветер характеризуется не только многолетней и сезонной изменчивостью, также он может менять скорость и направление за очень короткие промежутки времени. Компенсация кратковременных колебаний скорости ветра происходит с помощью ветроагрегата. Не смотря на это, более длительные изменения или снижение скорости ветра влияют на выработку ветроагрегата и всего ветропарка в целом. В современной ветроэнергетике этот недостаток сводится к минимуму. Поэтому важно продолжать вести ветромониторинг, начинающийся еще на предпроектной стадии. Накопленная база данных ветропотенциала позволяет прогнозировать выработку ветропарка уже на втором году его эксплуатации на сутки вперед для электросетей с точностью до десятых.

В настоящее время существуют два типа ветровых установок: с вертикальной осью вращения ротора и с горизонтальной.

Преимуществом ВЭС с вертикальной осью вращения (на вертикальную ось насажено колесо, на котором закреплены приемные поверхности для ветра) является их возможность работать при любом направлении ветра, не меняя своего положения. Главными недостатками таких агрегатов является

их короткий период вращения и малый КПД по сравнению с горизонтальными ВЭС.

В 2023 году промышленным производством ВЭУ занимается более 300 фирм. Страны с более развитым применением ВЭУ являются Германия, Дания, США. Серийное производство ветроустановок развито в Великобритании, Италии, Нидерландах и других странах.

1.3 Гидроэнергетика

На данный момент энергия воды составляет более 60% от всех ВИЭ и является самой продуктивной из всех (КПД современных ГЭС составляет около 85-95%). После этого в мире начинается «гидроэнергетический бум».

Основными причинами резкого развития гидроэнергетики являются постоянное возобновление ресурсов круговоротом воды в природе и относительно несложными механизмами добычи самой энергии. Однако, часто бывает так, что постройка и установка ГЭС очень трудоемкий и капиталоемкий процесс. Особенно это относится к строительству плотин и накоплению огромных масс воды за ними. Стоит принять во внимание, что добыча гидроэнергии экологически чистый процесс. Но пока людям служит лишь небольшая часть гидроэнергетического потенциала земли. Каждый год огромные потоки воды, образовавшиеся от дождей и таяния снегов, стекают в моря неиспользованными. Мы получали бы дополнительно огромное количество энергии, если бы получалось удерживать их с помощью плотин.

Принцип работы ГЭС заключается в выработке энергии турбиной, вращаемой с помощью падающей с неопределенной высоты воды. Гидравлическая турбина преобразует энергию воды, текущей под напором, в механическую энергию вращения вала. Существуют разные конструкции гидротурбин, соответствующие разным скоростям течения и разным напорам воды.

Мощность ГЭС напрямую зависит от напора воды, а также от КПД используемого генератора. Из-за того, что уровень воды постоянно меняется, в зависимости от времени года, а также еще по ряду причин, в качестве выражения мощности гидроэлектрической станции принято брать циклическую мощность. К примеру, различают годичный, месячный, недельный или суточный циклы работы гидроэлектростанции.

В настоящее время лидерами по выработке гидроэнергии являются Норвегия, Китай, Канада, Россия. Исландия является лидером по количеству энергии воды на душу населения является.

1.4 Энергия биомассы

К биомассе относятся все вещества органического происхождения.

1. Древесина. Тысячелетиями человек использует дрова для получения тепла, приготовления пищи, освещения жилья. Да и до сих пор в мелких поселениях традиционно люди используют этот вид получения энергии. К сожалению, это все приводит к одной из важнейших проблем мира - вырубке лесов. Однако эта задача решается с помощью использования энергии быстрорастущих деревьев, таких как тополь, ива, также щепка и отходы деревообработки.

2. Отстой сточных вод. При отстаивании жидкости образуется большое количество твердого вещества, которое при переработке анаэробными бактериями может содержать около 50% органического вещества. Однако существуют значительные трудности при переработке сточных вод. Главное из них - высушивание этих вод, так как на это тратится много тепла. Также этот процесс наносит вред экологии планеты, поскольку при сгорании выделяется очень много углекислого газа. Самым правильным вариантом в этом случае считается получение метана при помощи анаэробных бактерий. Но установки для этого неидеальны, поэтому этот способ почти не применяется.

3. Отходы животноводства. С помощью анаэробного перегнивания получают метан, а оставшиеся вещества могут пойти на удобрения для почв. Но стоит помнить, что количество перерабатываемого вещества гораздо больше в более свежем навозе, поэтому, чтобы его переработка была экономически выгодна, нужны специальные постройки, позволяющие собирать все экскременты в одно место, не теряя его свежести.

4. Растительные остатки. После сбора урожая всегда остаются неиспользуемые части растений, которые являются еще одним источником энергии. В них содержится целлюлоза - углеродсодержащий углевод. Благодаря относительно небольшому количеству влаги в останках, при сжигании они выделяют много энергии. Сдерживающим условием формирования этого источника энергии является сезонность произрастания растений. Чтобы круглогодично использовать останки растений, нужны специальные постройки для их роста.

5. Пищевые отходы. Они тоже могут служить источником получения энергии. Во фруктовых отходах содержится значительное количество углеродсодержащих сахаров, а в остатках мясных продуктов достаточно много протеина. Но влага, содержащаяся в отходах, затрудняет возможность получения энергии путем сгорания отходов. Поэтому целесообразней из них получать метан с помощью бактерий. Но пищевые отходы хорошо используются в животноводстве. Поэтому данный источник почти не развивается в наше время. Исключение составляют только отходы в виде шелухи и семян, а также остатки от сахарного тростника. Например, в странах, где растет много тростника, его отходы идут на производство этанола, который при сжигании выделяет большое количество энергии. Примером могут послужить Гавайские острова[1].

1.5 Гелиоэнергетика

Одним из самых мощных источников излучения является Солнце. И поэтому не случайно энергия звезды все чаще используется людьми для переработки в электричество. Излучение Солнца, доходящее до всей поверхности Земли, имеет огромную мощность $1,2 \cdot 10^{14}$ кВт. Большая часть этой энергии пропадает неиспользованной, особенно если она по своему количеству в разы превосходит ресурсы всех остальных ВИЭ вместе взятых. Солнечная радиация для получения электричества используется в гелиоэнергетике, которая в последнее время очень активно стала развиваться.

Однако с помощью солнечного тепла можно не только получать ток, но и обеспечивать теплопроводность. Это возможно за счет солнечных коллекторов, в которых нагревается вода при помощи солнечной радиации. Затем она может быть использована для обогрева каких-либо сооружений. Правильность выбора места установки коллекторов является важным условием как и в ветроэнергетике, поскольку солнечные лучи, прежде чем «упасть» на поверхность Земли, преодолевают множество препятствий. К ним можно отнести озоновый слой, ведь жизнь на Земле возможна благодаря именно ему. Он не пропускает ультрафиолетовое излучение, которое плохо влияет на все живое. Содержащиеся в атмосфере частицы водяного пара, пыли, примесей газов и другие аэрозоли также рассеивают радиацию.

В целом, поступление радиации на земную поверхность зависит от:

- Географической широты;
- Состояния атмосферы;
- Климатических особенностей территории;
- Высоты места приема над уровнем моря;
- Высоты солнца над горизонтом и др.

Общее излучение, доходящее до Земли, подразделяется на:

- Прямое излучение, дошедшее до Земли;

- Рассеянная радиация;
- Противоизлучение атмосферы.

На основе этих величин составляется суммарный радиационный баланс земли, по которому определяются наиболее удачные места для расположения гелиостанций.

Классифицировать их можно по:

-Виду преобразования солнечной энергии в другие ее виды - тепло или электричество

- Скапливанию энергии - с концентраторами или без них
- Технической сложности - простые и сложные

К простым установкам относят опреснители, нагреватели воды, сушилки, печные нагреватели ит.д.

К сложным относятся установки, которые преобразуют поступившую солнечную энергию в электрическую путем фотоэлектрических приборов.

Одним из лидеров использования солнечной энергии является Швейцария. На данный момент в стране эффективно развивается программа по строительству гелиостанций. Также растет направленность на производство солнечных батарей, которые устанавливаются на крышах зданий или как фасады. Такие установки могут покрывать 50-70% энергии, затрачиваемой на производство [2].

2 Солнечные коллекторы

Гелиоустановка является современным, а также экологически безопасным вариантом получения тепловой энергии, при помощи солнечного света, который широко используется в частном и промышленном секторах во многих странах для нагрева воды и отопления. Рисунок иллюстрирует пример солнечного коллектора 1[3].

Преимущества:

-При помощи данной установки можно получать энергию от солнечного света, которую в дальнейшем можно распределить по дому.

-Данный процесс преобразования солнечной энергии экологичен, и не наносит ущерба окружающей среде.

-Данный вид энергии неиссякаем, из чего следует, что вырабатывает энергию в солнечные дни.

-В сравнении с альтернативными способами получения возобновляемой энергии, экономическая окупаемость коллектора лучше.

Главным недостатком данной установки является высокая зависимость от погодных условий, при которых солнечный свет не в полной мере попадает на фотоэлемент.

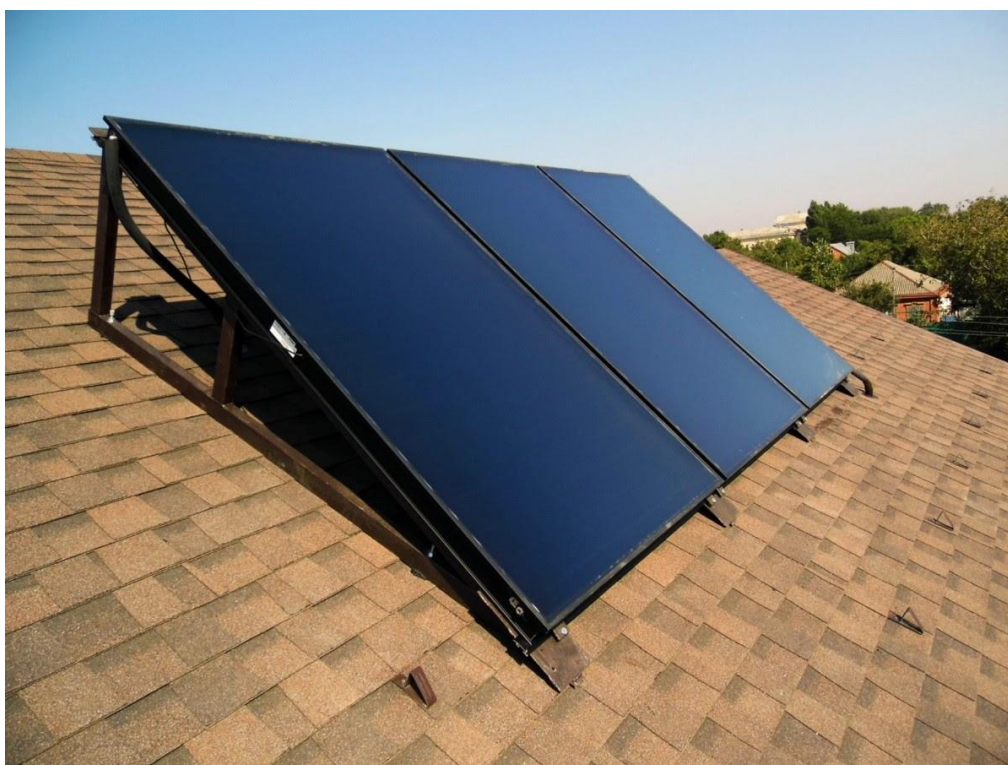


Рисунок 1– Солнечный коллектор

В России использование гелиосистем не так распространено, как в Европе и Америке, из-за некоторых ограничений, связанных с погодными условиями и низкой эффективностью данных систем. Тем не менее, в стране уже установлено 11 крупных солнечных электростанций, занимающих площадь до 200 гектаров[4].

Следовательно, использование гелиоустановок для получения энергии, является не только экономически выгодным, но и экологически безопасным для окружающей среды.

2.1 Коллекторы с встроенным и выносным баком

Коллекторы с встроенным баком применяются весной и осенью, в зимние месяцы они не работают. Такие коллекторы просты в использовании и монтаже. Необходимо только подключить коллектор к системе водоснабжения.

Принцип работы:

- 1) Солнечные лучи попадают на поглощающую панель;
- 2) Полученная энергия поступает в змеевик, который расположен в баке;
- 3) Тепловая энергия передается от теплоносителя к воде.

В теплый солнечный день, такой коллектор может нагреть до 200 литров воды. Коллекторы с встроенным баком работают без давления, поэтому монтаж производят в самой высокой точке — крыша дома. Это делается для того чтобы обеспечить необходимый напор воды.

Такие установки пользуются большим спросом, из-за простоты использования, а также несложного монтажа. Чаще их применяют для летних домов и дачных участков.

Основной принцип работы — циркуляция воды. Теплая вода вверху, холодная снизу. Во время сборки емкость для жидкости необходимо устанавливать выше коллектора.

Гелиосистемы с выносным баком могут работать весь год. Главное условие, температура не должна быть ниже -50 градусов. Антифриз является теплоносителем, а для нагревания воды применяется внешний бойлер косвенного нагрева.

Принцип работы:

1) Поглощающая панель нагревается от солнечных лучей и передает тепло в теплоноситель;

2) Под давлением, теплоноситель попадает в теплообменник бака аккумулятора;

3) Антифриз нагревает воду, проходя по змеевику.

Такие гелиоустановки можно подключать к насосам для транспортировки теплоносителя. Управление регулируется автоматически.

Преимуществом солнечного коллектора с выносным баком является возможность получения энергии в любое время года, при определенных условиях. Но для работы таких систем необходимо подключать дополнительное оборудование, также для работы необходимо электричество и его отключение может сказаться на работе установки.

3 Виды коллекторов

В зависимости от принципа работы, а также конструктивно выделяют следующие виды гелиоустановок — плоская, вакуумная, воздушная. Рассмотрим каждый из данных установок в частности:

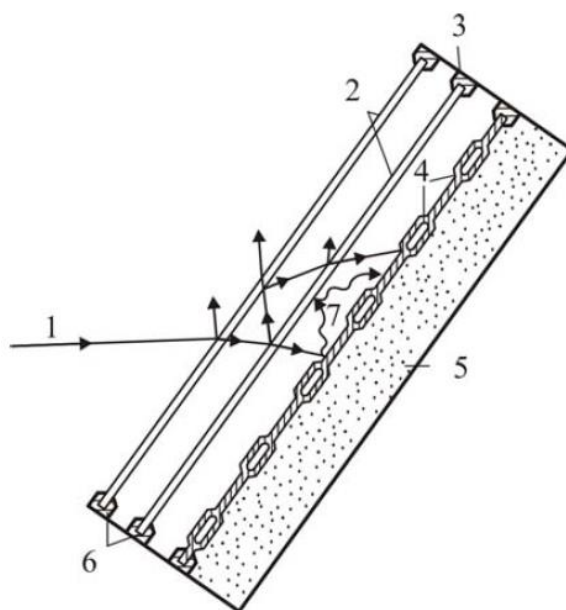
3.1 Плоский коллектор

Плоский солнечный коллектор, изображенный на рисунке 2, является воздухонепроницаемым и конструктивно состоит из нескольких элементов[5]:

-Поглощающая пластина или абсорбер непосредственно связан с теплопроводящей системой. Покрит специальным материалом, черного цвета, для увеличения поглощающей способности.

-Прозрачное покрытие чаще всего делают из поликарбоната или из закаленного стекла с низким содержанием металлов.

-Термоизолирующий слой. Трубки для транспортировки теплоносителя изготавливают из меди или сшитого полиэтилена.



1– солнечные лучи; 2 – остекление; 3 – корпус; 4–теплопринимающая поверхность; 5 – теплоизоляция; 6 – уплотнитель; 7 – собственное длинноволновое излучение теплопринимающей пластины

Рисунок 2 – Плоский солнечный коллектор

Принцип работы следующий — при нагреве абсорбер передает тепловую энергию на змеевик, в котором циркулирует теплоноситель. Установка простая в монтаже и использовании.

Преимущества:

- невысокая стоимость;
- возможность устанавливать систему на крышу дома, или других зданий и сооружений, а также установка пластин под любым углом;
- высокий КПД в теплое время года;
- очистка установки от снега и инея, не требует механического вмешательства.

Единственным существенным недостатком системы является высокий уровень тепловых потерь. Для минимизации потерь используются изоляторы. Однако это не самое лучшее решение, если присутствует большая разница

температур внутри и снаружи корпуса. Поэтому такие установки неэффективны для эксплуатации в холодную погоду.

3.2 Вакуумный коллектор

Вакуумный или трубчатый коллектор имеет более сложную конструкцию. Панель представляет большое количество трубок из стекла, внутри которых установлен абсорбер. Так как в трубках находится вакуум, система сохраняет до 97% тепловой энергии. Данные коллекторы используют круглогодично, так как они способны эффективно работать при температуре до -37 градусов.

Преимущества:

- низкие теплопотери;
- работа при низких температурах;
- низкая парусность конструкции;
- легкий монтаж.

Недостатки:

- требуемый рабочий угол установки 20 градусов;
- необходимость механической очистки поверхности гелиосистемы от снега и инея.

3.3 Воздушный коллектор

Гелиосистема использует воздух в качестве теплоносителя, а абсорбер преобразует тепловую энергию. Простой принцип работы заключается в нагревании воздуха через систему каналов, после чего он распределяется в нужном направлении через вентиляционные трубы.

Преимущества гелиосистемы:

- быстрый нагрев воздуха;
- нет нужды использования электроэнергии или газа.

Недостатки:

- Коллекторы работают только при ясной, солнечной погоде. При пасмурной погоде эффективность практически нулевая.

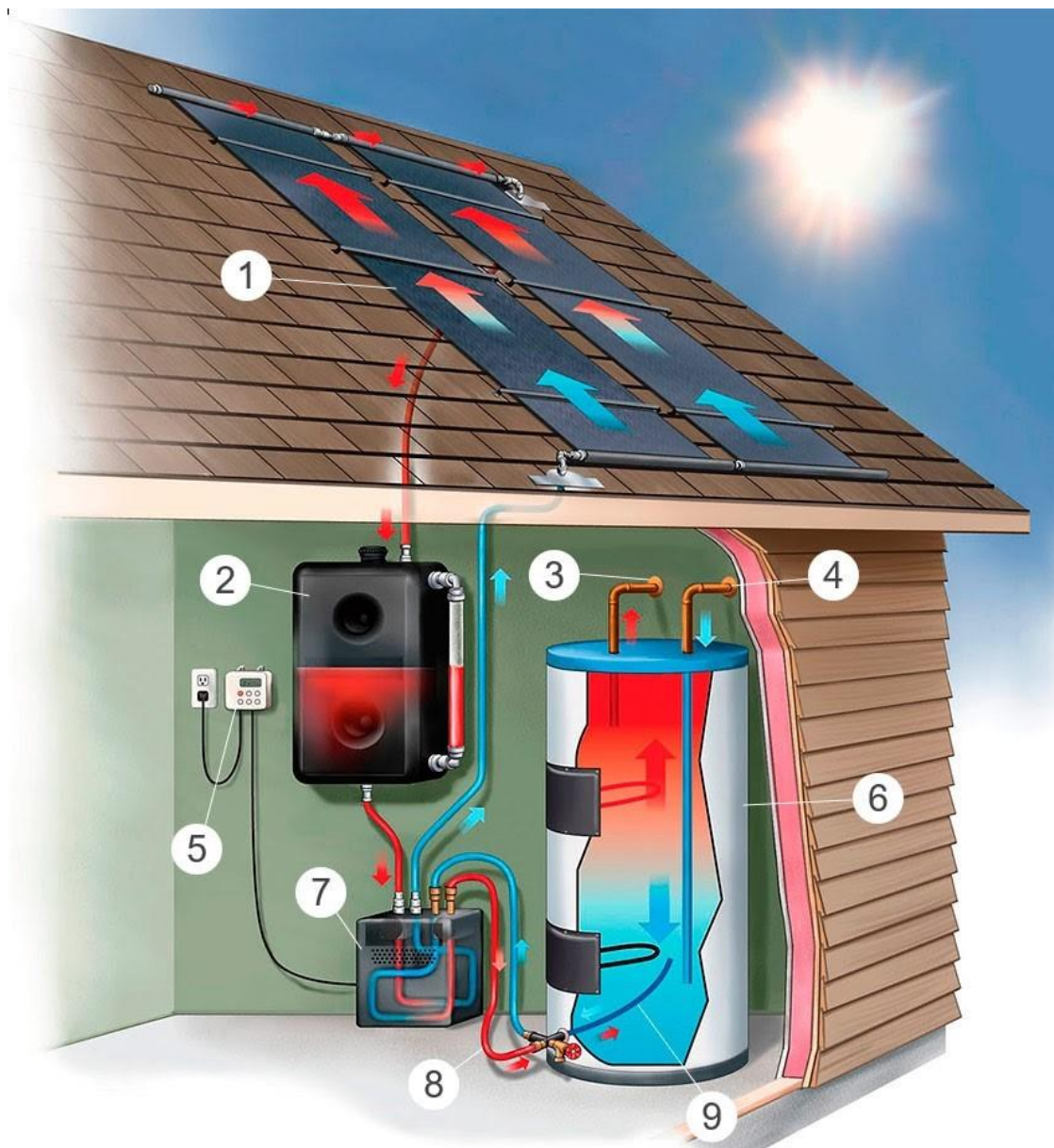
Владельцы частных домов широко используют в настоящее время воздушные солнечные коллекторы, которые служат дополнительным источником отопления и вентиляции воздуха.

4 Принцип работы солнечного коллектора

Каждый солнечный коллектор состоит из следующих элементов:

- коллектор для сбора энергии;
- насосы для циркуляции;
- трубопровод, где осуществляется циркуляция теплоносителя;
- система управления установкой;
- теплоноситель;
- бойлер.

Гелиоустановка может работать совместно с водонагревателями и газовыми котлами. Дополнительно устанавливают теплосчетчик, который вычисляет выработанную и сэкономленную энергию. Принципиальная схема работы солнечного коллектора представлена на рисунке 3.



1—солнечный коллектор; 2— буферный бак; 3— горячая вода; 4— холодная вода; 5— контроллер; 6— теплообменник; 7 —помпа; 8 —горячий поток; 9— холодный поток

Рисунок 3 –Принципиальная схема работы солнечного коллектора

Принцип работы простой — установка преобразует энергию солнца в тепло. Как это работает: поглощающие пластины притягивают и удерживают солнечные лучи, которые, нагревают теплоноситель. Пластины имеют черный цвет, поскольку он поглощает солнечные лучи, попадающие на него. Насосом нагретая жидкость перекачивается в бак. В жаркую погоду гелиосистема способна обеспечивать потребителя теплой водой каждый

день. На эффективность работы влияет длительность дня и степень облачности.

Для повышения эффективности работы устанавливают дополнительное оборудование, это могут быть газовые котлы, тепловые насосы.

4.1 Объемы теплоносителя для гелиосистем

Теплоноситель для гелиосистем заправляют в зависимости от вида и условий эксплуатации. Если коллектор работает весь год, то нужно заправлять незамерзающим составом, если для сезона весна — осень, то можно заправить водой.

Если коллектор работает в зимний период, то в качестве заправки подойдет смесь воды с пропиленгликолем и антикоррозийными веществами.

Пропорция раствора зависит от условий, в которых используется система:

-при температуре ниже 20 градусов пропорция такая: на 10 литров теплоносителя добавляют 6 литров пропиленгликоля;

-при температуре ниже 30 градусов раствор делают в равных пропорциях.

В конце сезона весна-осень с установки нужно сливать воду. Зимой должен использоваться другой теплоноситель, если использовать воду, то она замерзнет и порвет трубы.

Для того чтобы определить количество воды, которое может нагреть солнечный коллектор необходимо учитывать такие факторы, как время года, погодные условия, способ нагрева. Учитывая все факторы данные могут изменяться. На 1 квадратный метр гелиосистемы принято считать следующую возможность нагрева в час:

- 100 литров на 7 C⁰;
- 50 литров на 14 C⁰;
- 25 литров на 28 C⁰;
- 15 литров на 46 C⁰;

- 10 литров на 70 С⁰.

Для большего количество воды устанавливают бак-резервуар.

4.2 Место размещения, мощность и перегрев солнечных коллекторов

Гелиоустановки обычно устанавливаются снаружи дома на солнечной стороне крыши или участка, так как работают от тепла солнечных лучей. Для крепления панелей подходят плоские крыши или крыши с наклоном. Коллекторы достаточно тяжелые, поэтому лучше размещать их на несущих балках. Так как мы живем в Сибири, лучше устанавливать конструкции на южную сторону. Даже небольшое отклонение будет давать меньшую производительность энергии.

Солнечные лучи падают на землю под определенным преломлением, поэтому устанавливать коллектор нужно под таким углом, чтобы лучи максимально попадали на поверхность коллекторов. Нужно учитывать следующие факторы:

1. Место расположения. Для южных регионов угол наклона примерно 30-35 градусов, для северных — 40 градусов.

2. Если установка будет использоваться круглый год, то угол примерно равен широте местности. Если только в летнее время — значение увеличивают на 15 градусов, в зимнее — уменьшают на 15 градусов.

Все данные ориентировочные, поэтому лучше делать расчет установки исходя от конкретной местности. В инструкции по эксплуатации будут указаны средние показатели для конкретного коллектора. Нужно выбрать место таким образом, чтобы на пластины коллектора не попадала тень от деревьев или соседних зданий.

Лучший вариант — это установки с автоматическим регулированием угла наклона.

Выбор мощности гелиоустановки зависит от нескольких факторов, включая тип эксплуатации (круглогодичная или сезонная), требуемый объем производства энергии и функции установки.

Если главной задачей является нагрев воды, то можно выбрать системы с меньшей мощностью. Однако, если система будет использоваться для отопления дома, то необходима более высокая мощность. Например, для обеспечения полного дома тепловой энергией может потребоваться не менее 12 квадратных метров системы. В среднем, площадь коллектора в 4-6 квадратных метра достаточна для обеспечения дома горячей водой на 50%.

Чтобы избежать поломки гелиоколлектора, необходимо соблюдать следующие рекомендации:

- правильно рассчитать площадь, которую покрывают пластины, учитывая, что скорость нагрева в летний период выше, чем в зимний;

- при необходимости сбрасывать горячую воду в канализацию, что происходит автоматически при достижении предельной температуры;

- прикрыть коллектор с помощью роллета, который автоматически опускается, когда температура воды достигает нужного нагрева, и открывается, когда горячая вода снова понадобится.

Данные рекомендации помогут избежать перегрева гелиосистемы и последующего ремонта.

4.3 Солнечный коллектор для подогрева воды

Гелиоустановки и солнечные коллекторы — это популярные способы использования солнечной энергии для обогрева воды, которые могут быть полезны в любое время года. Но для того, чтобы они работали эффективно, необходимо учитывать ряд нюансов при их установке, подключении и обслуживании.

Установка, для использования в теплое время года не представляет сложности в монтаже. Обычно, она устанавливается для обеспечения горячей водой на даче или для использования летнего душа.

Если предполагается использование воды на улице, например, для летнего душа, то бак также следует установить на открытом воздухе. Если же требуется водоснабжение в доме, то бак устанавливается внутри помещения.

В установках такого типа происходит естественная циркуляция жидкости, поэтому следует придерживаться следующих рекомендаций:

1. Батарея коллектора должна находиться ниже уровня бака, куда будет поступать горячая вода.
2. Для соединения бака с коллектором необходимо использовать трубы не менее 7,5 сантиметров в диаметре.

Для увеличения эффективности работы используют циркуляционный насос.

Если гелиосистема используется в холодный период, то использовать в качестве теплоносителя воду нельзя, так как при замерзании она порвет трубы. Для использования установки зимой используют антифриз.

Схема установки будет выглядеть так:

1. Устанавливается бойлер косвенного нагрева.
2. Антифриз нагревается и проходит по змеевику и согревает воду, в баке.
3. Для контроля устанавливают расширительный бак, автоматический воздухоотводчик, предохранительный клапан.

Как правило, эффективность работы гелиосистем зимой ниже, чем летом.

4.4 Достоинства и недостатки солнечных коллекторов для нагрева воды

Рассмотрев разные типы солнечных коллекторов, можно выделить их преимущества и недостатки. Среди преимуществ можно отметить, что солнце является бесплатным и экологически чистым источником энергии, а экономия может достигать до 100% в теплое время года. Кроме того,

системы коллекторов просты в обслуживании и монтаже, а их работа не зависит от повышения цен на газ.

Однако, главным недостатком гелиосистемы является зависимость от погодных условий, а при установке нужно правильно рассчитать место монтажа и угол наклона системы, исключив попадание теней на поглощающую панель.

Несмотря на некоторые недостатки, эффективность работы гелиосистемы все же перевешивает существующие минусы.

Многие люди начинают переходить на альтернативные источники энергии, хотя бы частично. Как и в моем предыдущем примере с вахтовым поселком, где установка солнечных коллекторов необходима для обеспечения горячей водой летом.

5 Расчет ГВС

5.1 Описание объекта исследования

Объектом исследования является горячее водоснабжение вахтового поселка с населением 800 человек. Поселок расположен в республике Саха (Якутия). Якутия – климатически суровый регион, но несмотря на это, там очень активное солнце: по количеству солнечных дней Якутия приравнивается к Краснодарскому краю. На территории города Якутска потенциал солнечной энергетики выше, чем в Крыму и Краснодаре, – более 2000 солнечных часов в год. Опираясь на такие показатели, можно смело воспользоваться возобновляемыми источниками энергии, как минимум в летний период[6]. В поселке расположены: столовая, церковь, спортзал. Проблемой энергообеспечения является высокая стоимость привозных энергоресурсов. Решением данной проблемы предлагается снижение расходов на приготовление воды в летний период с помощью установки

солнечных коллекторов. Ниже на рисунке 4 представлено расположение жилой территории поселка.

Сейчас в поселке живет 860 человек, но нет ни одного постоянного жителя. Работники приезжают на две недели, после чего уезжают отсюда на такой же срок. Постоянно они проживают в Мирном (280 км), в Нюрбе (206 км) и Верхневилуйске (235 км). Два рейса самолёта ежедневно привозят сюда и увозят по 54 человека, осуществляя обмен вахтовиками, приезжающими на смену и направляющимися обратно на отдых.



Рисунок 4– Вахтовый поселок, вид сверху

5.2 Определение тепловой мощности на ГВС

Средняя температура в Якутии летом $22\text{ }^{\circ}\text{C}$. Продолжительность отопительного периода в среднем 254 дня.

Горячее водоснабжение – это обеспечение населения, в том числе его бытовых нужд, а также производственных потребностей, водой высокой

температуры (до +75 градусов Цельсия). Оно является важным показателем уровня и качества жизни, а также условием соблюдения санитарно-гигиенических норм. Система горячего водоснабжения состоит из специального оборудования, функционирующего в совокупности, которое служит для разогрева воды до нужной температуры, а также для подачи ее к водозаборным точкам. Необходимо предварительно рассчитать величину тепловых нагрузок на ГВС. Определим среднюю тепловую мощность системы горячего водоснабжения в летний период по формуле

$$Q_{\text{ГВС}}^{\text{ср}} = \frac{ma(t_{\text{г}} - t_{\text{х}})c_{\text{в}}}{10^3}, \quad (1)$$

где m – количество человек;

a – норма расхода горячей воды на одного человека, принимаемая 100 л/чел [8];

$t_{\text{г}}, t_{\text{х}}$ – температура горячей и холодной воды соответственно, °С;

$c_{\text{в}}$ – теплоемкость воды, принимаемая 4,19 кДж/кг·К.

Подставив необходимые данные в формулу, получаем следующие значения тепловой мощности:

$$Q_{\text{ГВС}}^{\text{ср}} = \frac{54 \cdot 100 \cdot (55 - 5) \cdot 4,19}{10^3} = 1131,3 \frac{\text{МДж}}{\text{день}}.$$

Найдем мощность ГВС для каждого летнего месяца:

$$Q_{\text{ГВС}} = nQ_{\text{ГВС}}^{\text{ср}}, \quad (2)$$

где n – количество дней в месяце.

Подставив необходимые данные, получаем:

$$Q_{\text{ГВС}}^{\text{июнь}} = 30 \cdot 1131,3 = 33939 \text{ МДж};$$

$$Q_{\text{ГВС}}^{\text{июль}} = 31 \cdot 1131,3 = 35070,3 \text{ МДж};$$

$$Q_{\text{ГВС}}^{\text{август}} = 31 \cdot 1131,3 = 35070,3 \text{ МДж}.$$

6 Расчет солнечных коллекторов

6.1 Определение КПД установки

Солнечный коллектор — это устройство, которое используется для преобразования солнечного излучения в тепловую энергию.

КПД коллектора — это показатель, который показывает, насколько эффективно коллектор использует солнечную энергию. Но даже самый эффективный солнечный коллектор не может преобразовать всю солнечную энергию в тепловую, так как есть потери при преобразовании и оптические потери.

Тепловые потери — это часть солнечной энергии, которая была преобразована в солнечном коллекторе в тепловую энергию, но не была использована на нагрев теплоносителя, поскольку рассеялась в воздухе.

Данный вид потерь зависит от разницы температуры в коллекторе и окружающем воздухе и коэффициентов тепловых потерь k_1 (линейный коэффициент тепловых потерь $Вт/(м^2 \cdot К)$) и k_2 (коэффициент тепловых потерь с учетом нелинейности $Вт/(м^2 \cdot К^2)$).

Потери состоят из трех режимов теплообмена:

1. Потери на теплопроводность;
2. Конвекционные потери;
3. Потери на излучение;

Оптические потери относятся к той части солнечной энергии, которая не была превращена в тепловую энергию при попадании на солнечный коллектор. Оптическая эффективность коллектора выражается через безразмерный оптический коэффициент полезного действия η_o . Он зависит от способности поглощения абсорбера, прозрачности изоляции (например, стекла) и эффективности передачи тепла от абсорбера к теплоносителю. Рисунок 5 наглядно демонстрирует, какие потери происходят при излучении, падающем на коллектор.



Рисунок 5 – Тепловые потери в солнечном коллекторе

Определим КПД установки по следующей формуле:

$$\eta = 0,8(\Theta - \frac{8K\Delta t}{q_i}), \quad (3)$$

где Θ – приведенная оптическая характеристика коллектора (для одностекольного коллектора принимается 0,83. Для двухстекольного – 0,73)[9];

K – приведенный коэффициент теплопередачи коллектора (для одно стекольных $K=8\frac{Вт}{м^2К}$); для двухстекольных $K = 5\frac{Вт}{м^2К}$)[8].

q_i – солнечная инсоляция, принимаемая для каждого месяца по справочному материалу [7].

Применим одно стекольное покрытие, поскольку оно обладает лучшей пропускной способностью.

Разницу температур находят по следующей формуле:

$$\Delta t = 0,5(t_r - t_x) - t_H^{cp}, \quad (4)$$

где t_r, t_x, t_H^{cp} – температуры воды на входе (5°C) в коллектор и на выходе из него (55°C); средняя температура наружного воздуха, $^\circ\text{C}$.

Полученные данные сведем в таблицу 1.

Таблица 1– КПД солнечного коллектора

КПД солнечного коллектора			
Месяц	Июнь	Июль	Август
$t_n^{cp}, ^\circ C$	18	19,5	15,9
$\Delta t, ^\circ C$	12	10,5	14,1
$q_i, \frac{МДж}{м^2}$	651	618	603
η	0,7	0,7	0,9

6.2 Расчет площади теплопоглощающей поверхности

Для получения воды нужных параметров, необходимо рассчитать минимальную площадь поверхности солнечного коллектора.

Как правило, солнечные коллекторы устанавливаются на крышах домов или на поверхности земли, занимая большую площадь. Они нагревают воду до температуры 55-60 °С.

На рисунке 6 показана конструкция солнечного коллектора.



Рисунок 6 –Конструкция солнечного коллектора

Площадь поглощающей панели коллекторов определяется по следующей формуле

$$A_i = \frac{\sum q_i}{\eta_i q_i}, \quad (5)$$

где $\sum q_i = Q_{ГВС}$ – количество теплоты на ГВС.

Полученные данные сведем в таблицу 2.

Таблица 2– Расчет площади поверхности коллектора

Данные по расчету поверхности коллектора			
Месяц	Июнь	Июль	Август
$\sum Q_i, \frac{\text{кВт} \cdot \text{ч}}{\text{м}^2}$	33939	35070,3	35070,3
$A_i, \text{м}^2$	74,48	81,07	86,6

Принимаются солнечные коллекторы площадью А при максимальной величине инсоляции q_i , которая приходится на июнь. В результате получаем площадь поверхности коллекторов 74,48 м².

Для поселка выбираем 38 солнечных коллекторов ЯSOLAR, которые представлены на рисунке 7, площадью 2,0 м². Солнечные коллекторы ЯSolar разработаны и производятся на российском предприятии. В них используются самые современные утеплители и средства герметизации. Специально для коллектора ЯSolar были разработаны и запатентованы многослойное оптическое селективное покрытие, прижим стекла, технология пайки медных абсорберов с профилированным листом с улучшенной теплопередачей [10].

Ниже приведены технические характеристики.

Таблица 3 – Технические характеристики коллектора ЯSOLAR

Технические характеристики коллектора	
Габаритные размеры, мм	2070x1070x103
Объем, л	1,2

Технические характеристики коллектора	
Вес, кг	37
Площадь абсорбера, м ²	2,0
Расчетная производительность, кВт·ч/день	9
Коэффициент светопропускания, %	<92
Материал корпуса	Медь
Количество трубок, шт	7

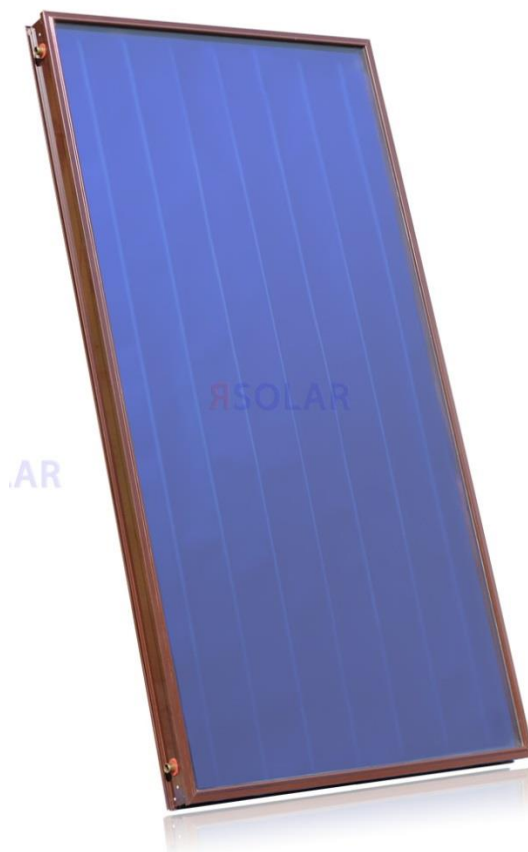


Рисунок 7 – Солнечный коллектор ЯSOLAR

7 Выбор оборудования для солнечного теплоснабжения

7.1 Определение объема аккумулирующего бака

Бак-аккумулятор — это неотъемлемый элемент современных систем отопления, который позволяет использовать избыточное тепло, накопленное в процессе работы котлового оборудования или солнечных коллекторов.

Эти емкости могут иметь различную форму и размеры, а также быть оборудованными патрубками для подключения к другим элементам системы. Объем таких баков зависит от площади помещения и может достигать нескольких тысяч кубических метров.

Чтобы минимизировать потери тепла, между внешней оболочкой и баком устанавливают теплоизоляционный материал различной толщины. Внутри бака могут находиться различные элементы, которые определяют его конструкцию и эффективность.

1. Один либо несколько теплообменников;
2. Трубчатый электрический нагреватель;
3. Магниевого анода.

Теплообменники, выполненные в виде змеевиков из медных труб, применяются в баках-аккумуляторах горячей воды в двухконтурных системах.

Электрические нагреватели используются для поддержания температуры теплоносителя. Благодаря системе ГВС с этим устройством, помещения могут быть обеспечены горячей водой на более длительный срок, даже если источник тепла полностью отключен.

Одним из преимуществ бака-аккумулятора является встроенный электрический нагреватель, который обеспечивает горячую воду независимо от погодных условий.

Объем бака-аккумулятора можно вычислить по формуле:

$$V = (0,03 \div 0,05) \cdot A = 0,03 \cdot 74,48 = 2,23 \text{ м}^3 = 2230 \text{ л} \approx 2300 \text{ л.} \quad (6)$$

Рассмотрим пример, который обеспечивает правильность выбранного объема.

Например, почти в каждом доме максимальные периоды забора воды приходится на утро и вечер. Между этими периодами вода в баке-аккумуляторе успевает нагреться до необходимой температуры. Предположим, что в рассматриваемом поселке все 54 человека принимают душ по 5 минут. После душа прием завтрака, после которого нужно помыть посуду, примем, что это занимает 3 минуты. Температуру нагрева горячей воды в баке примем 55°C , температуру используемой горячей воды 40°C , температуру холодной воды 10°C , расход воды в душе 10 л/мин, расход на мойку посуды 5 л/мин. С учетом на то, что вода расходуется на нужды без потерь. Околичество израсходованной воды составит:

Для душа: $10 \text{ л/мин} * 5 \text{ мин} * 54 \text{ чел} = 2700 \text{ л}$.

Для мытья посуды: $5 \text{ л/мин} * 3 \text{ мин} * 54 \text{ чел} = 810 \text{ л}$.

Получается, что за утро в поселке будет израсходовано 3510 литров теплой воды с температурой 40°C . Но горячей воды потребуется меньше. Количество израсходованной воды из бака-аккумулятора (температурой 60°C) определим по следующей формуле

$$V_{\text{ГВ}} = 3510 \cdot \frac{40-10}{60-10} = 2106 \text{ л.} \quad (7)$$

Из этого следует, что бака объемом 2300 литров достаточно, для того чтобы покрыть утреннюю нагрузку. Однако, как правило, объем бака берут немного больше, с запасом на то, что в помещении могут быть и другие источники, потребляющие воду.

Выбираем водонагреватель электрический РБ 2500 Е (2500 литров).

Ниже в таблице указаны характеристики водонагревателя[11].

Таблица 4 – Характеристики водонагревателя РБ 2500 Е

Характеристики водонагревателя РБ 2500 Е
--

Объем бака, л	2500
Диаметр, мм	1300
Характеристики водонагревателя РБ 2500 Е	
Высота, мм	2100
Мощность, кВт	6-200
Материал корпуса бака	Нержавеющая сталь AISI 304, углеродистая 09Г2С
Рабочее давление, МПа	0,6; 1,0; 1,6; 2,5
Теплоизоляция	Минеральная вата 100 мм

Электрические промышленные водонагреватели объемом 2500 литров представляют собой высококачественное оборудование в виде герметичного теплоизолированного резервуара, оснащенного электрическими ТЭНами, обеспечивающими нагрев воды и поддержание нужной температуры.

Накопительные (емкостные) напольные водонагреватели объемом 2500 литров в вертикальном исполнении предназначены для обеспечения горячей водой жилых, промышленных или коммерческих помещений, независимо от системы отопления. Также бойлеры можно использовать в качестве системы резервного обеспечения ГВС, позволяющей аккумулировать горячую воду для последующего использования.

Ниже на рисунке 8 представлен внешний вид водонагревателя.



Рисунок 8 – Водонагреватель электрический РБ 2500 Е

8 Подбор насосного оборудования

Для подбора насоса необходимо провести гидравлический расчет. Целью гидравлического расчета является подбор диаметров участков системы таким образом, чтобы располагаемого давления было достаточно для преодоления сил сопротивления.

Потери давления на трение и местные сопротивления на участке определяются по формуле

$$\Delta P = \left(\frac{\lambda}{d} \cdot \frac{\rho \cdot \omega^2}{2} \right) \cdot l_{\text{уч}} + \sum \xi_{\text{уч}} \cdot \frac{\rho \cdot \omega^2}{2}, \text{ Па} \quad (8)$$

где λ – коэффициент гидравлического трения;

ρ —плотность воды, кг/м³

ω —скорость воды, м/с;

ξ — коэффициент местного сопротивления;

d — внутренний диаметр трубопровода, м;

$l_{\text{уч}}$ —длина участка;

Δ —коэффициент шероховатости;

Re — число Рейнольдса.

Коэффициент гидравлического трения определяется по следующей формуле

$$\lambda = 0,11 \cdot \left(\frac{\Delta}{d} + \frac{64}{Re} \right)^{0,25} \quad (9)$$

Число Рейнольдса рассчитаем по следующей формуле:

$$Re = \frac{\omega \cdot d}{\nu}, \quad (10)$$

где ω — скорость потока, м/с;

d — диаметр трубы, м;

ν — коэффициент кинематической вязкости, принимаемый для воды $1,006 \cdot 10^{-6}$ м²/с;

Скорость потока рассчитывается по формуле

$$\omega = \frac{Q}{F} = \frac{4Q}{\pi d^2}, \quad (11)$$

где Q — расход воды, л;

F —площадь сечения, м.

Напор, который должен обеспечить насос рассчитаем по формуле:

$$\Delta H = \frac{\Delta P}{\rho g}, \quad (12)$$

где ΔP – потери давления на трение и местные сопротивления на участке, Па;

ρ – плотность воды, кг/м³;

g – ускорение свободного падения, принимаемое 9,8 м/с²

Для определения коэффициента местного сопротивления допускается принимать 10% от линейных потерь [12]. Линейные потери определим по формуле

$$h = \lambda \cdot \frac{L}{d} \cdot \frac{\omega}{2g}, \quad (13)$$

где λ – коэффициент гидравлического трения;

L – длина участка, м;

d – диаметр, м;

ω – скорость потока, м/с;

g – ускорение свободного падения, принимаемое 9,8 м/с²

Результаты расчета приведены в следующей таблице 5.

Таблица 5 – Гидравлический расчет

Гидравлический расчет	
Коэффициент гидравлического трения	0,2
Коэффициент местного сопротивления	1,8
Скорость воды, м/с	0,3
Длина участка, м	48
Коэффициент шероховатости	0,5
Суммарная потеря давления, кПа	8,72

Выбираем насос по полученным параметрам TP 40-90/4 A-F-A-BQBE-SW3 с КПД 60%, который представленный на рисунке 9 [13].



Рисунок 9 – Насос TR 40-90/4 A-F-A-BQBE-CW3

9 Экономическое обоснование

Экономия от применения солнечных коллекторов достигается за счет экономии условного топлива. Количество сэкономленного за летний период условного топлива благодаря использованию системы солнечных коллекторов определяется по формуле

$$B = b_y \cdot Q, \quad (14)$$

где b_y – удельный расход условного топлива, кг у. т./ГДж;

Q – теплоступления от коллекторов за летний период, ГДж.

$$B = 37,9 \cdot 104,079 = 3944,75 \text{ кг у. т.} = 3,94 \text{ ту. т.}$$

Расход нефти определим по формуле:

$$G_{\text{нефти}} = \frac{29,3 \cdot B}{Q_{\text{н}}^{\text{p}}}, \quad (15)$$

где $Q_{\text{н}}^{\text{p}}$ – теплота сгорания нефти, МДж;

29,3 – теплота сгорания условного топлива, МДж.

$$G_{\text{нефти}} = \frac{29,3 \cdot 3,94}{43} = 2,7 \text{ т.}$$

Для того чтобы определить капитальные вложения необходимо учесть следующие показатели:

– стоимость оборудования;

– стоимость монтажных работ, принимается 25% от стоимости оборудования;

– стоимость пуско-наладочных работ, принимается в размере 3-5% от стоимости оборудования.

Капитальные вложения определим по формуле

$$K_{\text{оп}} = C_{\text{об}} + 0,25C_{\text{об}} + 0,05C_{\text{об}} \quad (16)$$

Стоимость оборудования представлена в таблице 6.

Таблица 6 –Перечень оборудования и его стоимость

Название оборудования	Количество, шт.	Цена, руб.	Стоимость, руб.
Солнечный коллектор ЯSOLAR	38	39 600	1 504 800
Водонагреватель РБ 2500Е	1	273 200	273 200
Насос	1	122 178	122 178

$$C_{\text{об}} = 1\,504\,800 + 273\,200 + 122\,178 = 1\,900\,178 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{оп}} = 1\,900\,178 + 0,25 \cdot 1\,900\,178 + 0,05 \cdot 1\,900\,178 = 2\,470\,231,4 \text{ руб.}$$

Переведем 3,94 т у.т. в тонны для нефти, коэффициент перевода которой равен 1,43:

$$\frac{3,94 \text{ т у.т.}}{1,43} = 2,75 \text{ т.}$$

Цена за 1 тонну сырой нефти с филиалов-нефтебаз АО «Саханефтегазсбыт» составляет 38 895,04 рублей [11]. Срок окупаемости проекта может быть определен по формуле:

$$C_{\text{окуп}} = \frac{K_{\text{оп}}}{B \cdot C_{\text{топл}}}, \quad (17)$$

Срок окупаемости проекта составит 7 лет.

10 Экологическое обоснование

Главными причинами загрязнения атмосферы являются горно-обогатительные комбинаты (67%) и предприятия теплоэнергетики (13%).

Для расчета выбросов в атмосферу экологические службы используют различные методы, включая непосредственные измерения и расчеты на основе данных конкретных объектов или усредненных данных. Кроме того, устанавливаются нормативы предельно допустимых выбросов. Важно отметить, что компания не использует и не выбрасывает в атмосферу озоноразрушающие вещества.

Влияние автотранспорта на окружающую среду также учитывается при выдаче разрешений на выбросы загрязняющих веществ. В таблице 7 социально-экологического отчета АК "Алроса" за 2012 год представлены значения выбросов различных загрязняющих веществ, которые составили 8,1 тыс. т и уменьшились на 5,3% по сравнению с предыдущим годом. [14].

Таблица 7–Выбросы в атмосферу NO_x, SO_x и других значимых загрязняющих веществ с указанием типа, и массы, тонн

Показатели	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.
Взвешенные вещества	2 252,3	2 537,4	3 029,2	2 651
Диоксид серы	944,9	721,6	502,5	471,4
Оксид углерода	2 868,1	2 878,3	3 037,1	3 008,6
Оксиды азота (в пересчете на NO ₂)	1 455,1	1 461,6	1 444,7	1 446,4
Углеводороды	207,9	141,9	149,5	128,4
Летучие органические соединения	208,8	257,5	291,2	298,9
Показатели	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.
Прочие газообразные и жидкие загрязняющие вещества	177	160,6	138,2	129,5

Согласно таблице, представленной в отчете, наблюдается позитивная тенденция в снижении выбросов газов и жидкостей. В частности, в 2012 году наблюдалось снижение выбросов на 6,5% и 1,4% относительно 2009 и 2011 годов соответственно. Однако показатели выбросов летучих органических соединений увеличились на 2,6% по сравнению с 2011 годом. Анализ выбросов и их источников проводится специализированными подразделениями компании "Алроса". Стоимость допустимых и сверхнормативных выбросов загрязняющих веществ увеличивается из-за перехода компании на подземную добычу и увеличения транспортного потока в шахтостроительном производстве, и составляет 2,2 и 4,3 млн. рублей соответственно в 2012 году.

В 2021 году российские предприятия и транспорт выбросили в атмосферу 22,3 млн. тонн загрязняющих веществ - это на 0,3%, или 71,9 тыс. тонн, больше, чем в 2020 году. Вредные выбросы со стороны предприятий увеличились, в то время как транспортные выхлопы, наоборот, сократились. В ряде регионов негативное воздействие на атмосферный воздух усилилось существенно. Сильнее всего увеличились вредные выбросы в Якутии - на 35% [15].

Учитывая огромное количество выбросов каждый день необходим переход на возобновляемые источники энергии. Так, например, у рассмотренных ранее солнечных коллекторов отсутствуют выбросы вредных веществ. Так же на переход к возобновляемым источникам энергии влияет и тот фактор, что мировые запасы традиционного топлива ограничены. Каждый день топлива становится все меньше, а в атмосферу выделяется все больше загрязняющих веществ.

Внедрение данного проекта по установке солнечных коллекторов хотя бы на летний период поможет минимизировать количество выбросов в атмосферу и сэкономить топливо.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе работы были выполнены поставленные задачи:

1. Изучены теоретические основы использования солнечных коллекторов и произведен анализ существующих способов преобразования солнечного излучения в тепловую энергию, анализ существующих технологий производителей солнечных энергетических установок (СЭУ).

2. Рассчитана необходимая тепловая нагрузка и количество солнечных коллекторов;

3. Выбрано необходимое оборудование для бесперебойной работы системы;

4. Проведено экономическое и экологическое обоснование по использованию солнечных установок.

За летний период экономится около десяти тонн топлива, за счёт использования солнечных коллекторов. Солнечные коллекторы, к тому же, имеют срок службы 30 лет и более, что является хорошим показателем и делает их востребованнее. Благодаря водонагревателю, потребители могут воспользоваться горячей водой как днем, так и ночью, а также в пасмурные дни.

В нашем проекте было выбрано 38 солнечных коллекторов, площадь каждого из которых 2 м^2 . В самый солнечный месяц КПД коллекторов составляет 90%. Также были выбраны водонагреватель объемом 2500 литров с хорошей теплоизоляцией, позволяющей удерживать тепло в течение ночи, и насос для перекачки воды для потребителей.

Солнечные коллекторы достаточно просты и удобны в эксплуатации и являются эффективными источниками чистой энергии.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Мировое сельское хозяйство/ Фоксфорд: учебник –2023. –URL: <https://foxford.ru/wiki/geografiya/mirovoye-selskoye-hozyaistvo> (дата обращения: 18.02.2023).
2. Классификация возобновляемых источников энергии. –2017. – URL: <https://leksii.org/16-83218.html> (дата обращения: 18.02.2023).
3. Костенко, А. Возобновляемые источники энергии Солнце/ А. Костенко // Источники энергии на Земле : [сайт]. – 2021. –URL: <https://istochnikienergii.ru/solncze/solnechnyj-kollektor> (дата обращения: 10.03.2023).
4. 11 самых крупных электростанций России/ Агентство «ПЛАН»: официальный сайт. – 2023. – URL: <https://recyclemag.ru/article/top-krupneishih-solnechnih-elektrostantsii-rossii> (дата обращения: 10.03.2023).
5. Городов Р.В. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: учебное пособие/ Р.В. Городов, В.Е. Губин, А.С. Матвеев.– 1-е изд. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 294 с.
6. «Наш приоритет– включать месторождения в оборот»/ Ведомости. – 2016. – URL: <https://www.vedomosti.ru/politics/characters/2016/01/28/625821-nash-prioritet-vklyuchat-mestorozhdeniya-oborot> (дата обращения: 21.03.2023).
7. Солнечная инсоляция в городах России и СНГ/ Производственная компания «АНДИ групп»: официальный сайт – 2023. – URL: <https://andi-grupp.ru/informatsiya/stati/solnechnaya-insolyatsiya-v-gorodakh-rossii/> (дата обращения: 5.04.2023).
8. Расчет установок солнечного горячего водоснабжения/ Студенческая библиотека онлайн. – 2013. – URL: https://studbooks.net/1979127/matematika_himiya_fizika/raschet_ustanovok_solnechnogo_goryachego_vodosnabzheniya (дата обращения: 10.04.2023).
9. Ведомственные строительные нормы. –ММ.: Установки солнечного горячего водоснабжения, 1988. –10 с.

10. Солнечные коллекторы JSolar Российского производства // JSolar: официальный сайт. –URL: <http://isolar.ru/> (дата обращения: 6.05.2023).

11. Промышленные водонагреватели – BoilerProm.ru //BoilerProm.ru: официальный сайт. –URL:<https://boilerprom.ru/> (дата обращения: 6.05.2023).

12. СП 124.13330.2012. Актуализированная редакция СНиП 41-02-2003/Минрегион России – М.: ФАУ «ФЦС», 2012. – 73 с.

13. Grundfos.com // Grundfos.com: официальный сайт.–URL: <https://www.grundfos.com/> (дата обращения: 6.05.2023).

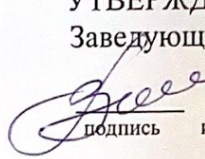
14. Воздействие на окружающую среду Нюрбинского ГОКа подразделения АК «Алроса»/ Электронная библиотека студента. – 2014. –URL: <https://www.bibliofond.ru/view.aspx?id=732342#text> (дата обращения: 23.05.2023).

15. Аналитики назвали регионы с наибольшими выбросами вредных веществ в атмосферу/ Финэкспертиза: официальный сайт. – 2022. –URL: <https://finexpertiza.ru/press-service/researches/2022/vybros-vred-vesh-v-atm/> (дата обращения: 23.05.2023).

16. Оптовые цены на нефтепродукты по нефтебазам АО "Саханефтегазсбыт"/ САХАНЕФТЕГАЗСБЫТ: официальный сайт. –2023. – URL: <https://aosngs.ru/klientam/optovym-klientam/> (дата обращения: 01.06.2023).

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Политехнический институт
Теплотехники и гидрогазодинамики

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой


подпись

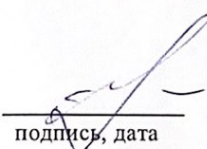
В.А.Кулагин
инициалы, фамилия

« 29 » 06 2023 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

13.03.01.Теплоэнергетика и теплотехника
Использование комбинированных систем теплоснабжения в жилых и
общественных зданиях


Руководитель


подпись, дата

доцент, канд. физ.-мат. н.
должность, учёная степень

Е.Б. Истягина
инициалы, фамилия

Выпускник


подпись, дата

23.06.2023

Л.В. Чупик
инициалы, фамилия

Красноярск 2023