ВИКОРИСТАННЯ ГЕЛІОКОЛЕКТОРІВ В СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОМУ ВИРОБНИЦТВІ

1 МЕТА РОБОТИ

Метою даної роботи є вивчення типів геліоколекторів, сонячних модулів з параболічними концентраторами, що використовуються в сільськогосподарському виробництві їх порівняльну оцінку та вибір матеріалів для їх виготовлення.

2 ОБЛАДНАННЯ РОБОЧОГО МІСЦЯ

Розширені методичні вказівки до виконання лабораторної роботи.

3 ОБСЯГ ТА МЕТОДИКА ВИКОНАННЯ РОБОТИ

В и в ч и т и:

1) типи плоских геліоколекторів для сільського господарства;

2) основні технічні характеристики плоских геліоколекторів;

3) порівняльну оцінку сонячних колекторів;

4) конструкцію сонячних модулів з параболічними концентраторами;

5) види матеріалів для сонячних колекторів;

4 ЗАВДАННЯ НА САМОСТІЙНУ РОБОТУ

Студент самостійно виконує весь обсяг роботи, що приведений у третьому розділі методичних вказівок.

5 ОФОРМЛЕННЯ ЗВІТУ

Після виконання роботи, студент оформляє звіт, який складається зі слідуючих даних:

1) найменування, номер і мета роботи;

2) опис типу плоских геліоколекторів для сільського господарства;

3) основні технічні характеристики плоских геліоколекторів;

4) порівняльна оцінка сонячних колекторів;

5) опис сонячних модулів з параболічними концентраторами;

6) вибір матеріалів для сонячних колекторів;

7) оцінка матеріалів поглинаючих панелей;

8) оцінка матеріалів прозорого покриття.

6 КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Призначення сонячних колекторів ?
2. Від чого залежить максимальна температура нагріву колектора?
3. В чому полягає суть оптичної селективності?
4. Назвіть найбільш поширені для плоских колекторів селективні покриття ?
5. Які типи геліоколекторів існують?
6. Яке з'єднання геліоколекторів використовують на практиці ?
7. Переваги і недоліки існуючих колекторів?
8. Вибір матеріалів для сонячних колекторів?

1 Типи плоских геліоколекторів для сільського господарства

Завдання сонячних колекторів - поглинання сонячної радіації з максимально можливою ефективністю.

Існують різні типи колекторів, що відрізняються:

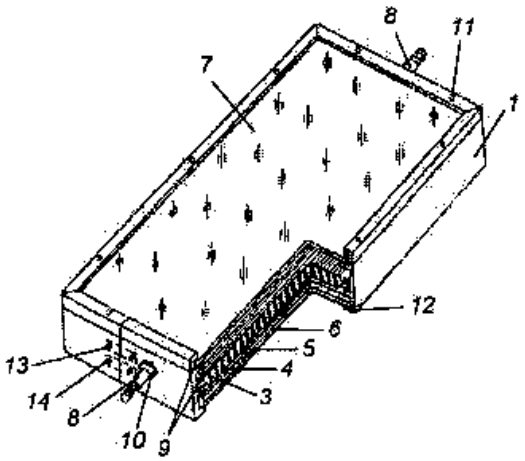
- зовнішньою формою поверхонь,
- улаштуванням поглинаючих поверхонь,
- акумулюючими засобами.

Низькотемпературні проточні геліоколектори мають поверхневий поглинач і конструктивно можуть виконуватися як з відкритим потоком теплоносія, так і з панеллю, усередині якої проходить теплоносій.

Максимальна температура нагріву прямо залежить від величини теплових втрат в навколишнє середовище. Кращі теплотехнічні характеристики мають проточні геліоколектори з поглиначем у вигляді панелі, захищеної з одного боку шаром скла, з іншої - шаром теплоізоляції.

Конструкція геліоколектора приведена на рисунку 1. Його корпус виготовлений із спеціального алюмінієвого профілю, в якому закріплюється поглинаюча пластина, один або два шари шибки завтовшки 3-4мм і днище з листового матеріалу. Між пластиною і днищем поміщений шар теплоізоляції з

пінопласту. Поглинаючу поверхню радіатора фарбують чорною фарбою.



1 - корпус; 2 - штапик; 3 - абсорбер (поглинаючий елемент); 4,5 - теплоізоляція; 6 - дно; 7 - прозора ізоляція (скло); 8 - вхідний і вихідний патрубок; 9 – ущільнююча гума; 10 - ущільнююча гумова шайба; 11 - гвинт; 12 - заклепка; 13 – поєднуюча планка; 14 - гвинт.

Рисунок 1 – Геліоколектор.

Для захисту від вологи скло вставляють в гумовий ущільнювач і притискують до виступу в корпусі штапиком. Така конструкція дозволяє міняти стекла, очищати і фарбувати поглинач без демонтажу геліоколектора.

Характеристики геліоколекторів, що знайшли застосування в Україні, представлені в таблиці 1.

Таблиця 1 - Основні характеристики плоских геліоколекторів

Тип геліоколектору	Організація-розробник	Габарити, мм	Площа, $м^2$	Маса, кг
Водонагрівач сонячний ГП-03 ТУ 21-26, 3-41-79	Київ ЗНИИЕП	1240×600×100	0,7	32
Водонагрівач сонячний В. 78005. ТУ-88.13-81	ФТИ АН УРСР	1090×650×111	0,62	36
Колектор сонячний по ТУ 21-26, 3-65-88	Київ НИИСТ	1630×63×100	0,9	47,7
Геліоколектор з закритим потоком Б8.440	Братський завод опалювального обладнання	1530×630×98	0,8	50

<u>Ще один шлях підвищення ефективності геліоколекторів</u> - додання

поверхні поглинача властивостей оптичної селективності, тобто поліпшення поглинання і погіршення випромінюючої здатності.

Це можливо завдяки тому, що поглинання і випромінювання відбувається в далеких один від одного областях. Нанісши на поглинаючу поверхню ряд тонких шарів діелектриків, металів або їх оксидів, можна забезпечити високий коефіцієнт поглинання сонячної радіації при низькому ступені чорноти покриття. Це добре узгоджується з розробкою вакуумованих геліоколекторів, в яких забезпечується хороша ізоляція і довговічність покриттів. Розроблені технологічні процеси, що дозволяють виготовити фольгу з селективними властивостями, яку потім приклеюють до геліоколектору.

Найбільш поширені для плоских колекторів селективні покриття типу чорний нікель і чорний хром **-** отримують гальванічним осадженням оксидів металів.

В КиївЗНИИЕП відпрацьована технологія і виготовлені зразки колекторів з селективним покриттям на основі чорного нікелю. Існують різні конструкції геліоколекторів. Плоский колектор з відкритим потоком (рис. 2). Плоский колектор с закритим потоком Б8.440 (рис. 3).

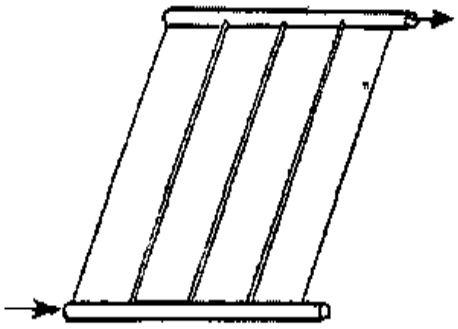
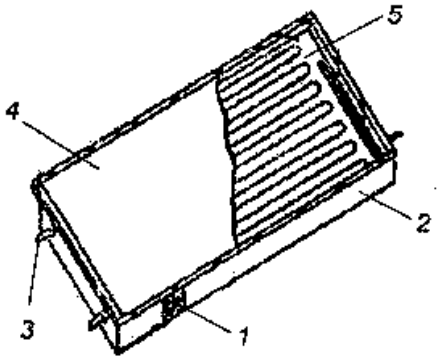
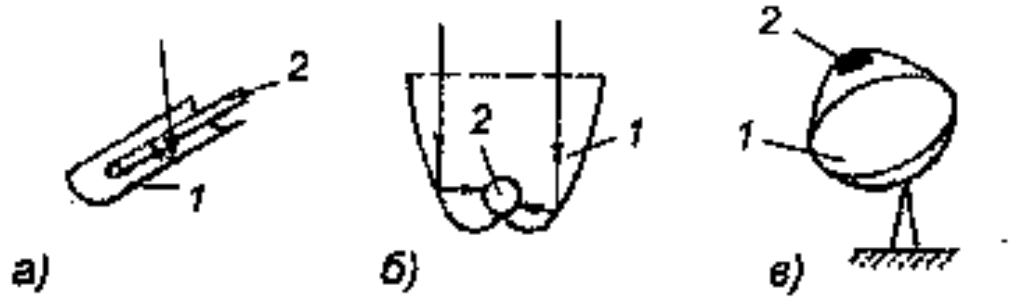


Рисунок 2 - Схема плоского геліоколектору з відкритим потоком.



1 – теплоізоляція; 2 – корпус; 3 – патрубки; 4 – скло; 5 – променепоглинаюча панель.
Рисунок 3 – Геліоколектор з закритим потоком.

Фокусуючи колектори зазвичай застосовуються там, де потрібні високі температури (сонячні електростанції, при геліосушці). Деякі типи концентраторів, використовуваних у фокусуючих колекторах, показані на рисунку 4. Плоскі геліоколектори також можуть бути забезпечені дешевими плоскими відбивачами.



а) - параболоциліндричний концентратор з трубчастим приймачем випромінювання, б) - фоклін; в) - параболоїдний концентратор; 1 - відбивач; 2 - приймач випромінювання.

Рисунок 4 - Концентратори сонячної енергії.

<u>Розроблені конструкції геліоколекторів з використанням теплових труб.</u> Теплова труба є вакуумованим герметичним пристроєм у вигляді труби або плоского каналу з подовжніми канавками або капілярно-пористим тілом. Внутрішні поверхні каналу, частково заповнені робочою рідиною.

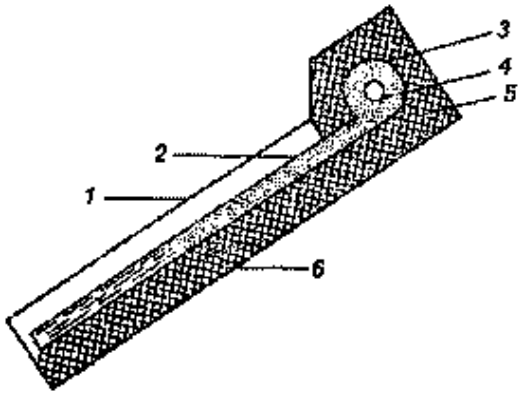
Можливий широкий вибір робочих рідин, зокрема, можуть використовуватися дистильована вода, ацетон і хладогенти при низьких температурах.

Для геліоколекторів з тепловою трубою характерні висока щільність потоку теплоти, що передається і велика компактність пристрою, передача теплоти в одному напрямі - із зони випаровування в зону конденсації, відсутність витрати енергії на перенесення середовища, передача теплоти при малій різниці температур, саморегулюємість.

Оскільки в низькотемпературних геліотермічних установках використовуються, в основному, плоскі геліоколектори, в них доцільно застосовувати плоскі теплові труби - термосифони.

На рисунку 5 показаний приклад конструктивного виконання геліоколектора з тепловою трубою.

Існують різні конфігурації труб для теплоприймальників сонячних колекторів (рис. 6).



1 - скління; 2 - теплова труба (випарна зона); 3 - конденсаційна зона; 4 - труба для відведення теплоти; 5 - теплоізоляція; 6 - корпус.

Рисунок 5 - Конструкція сонячного колектора с плоскою тепловою трубою.

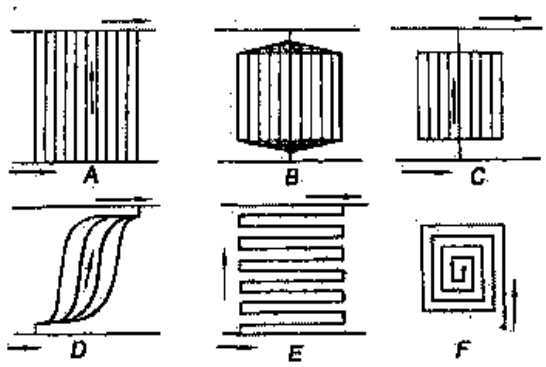
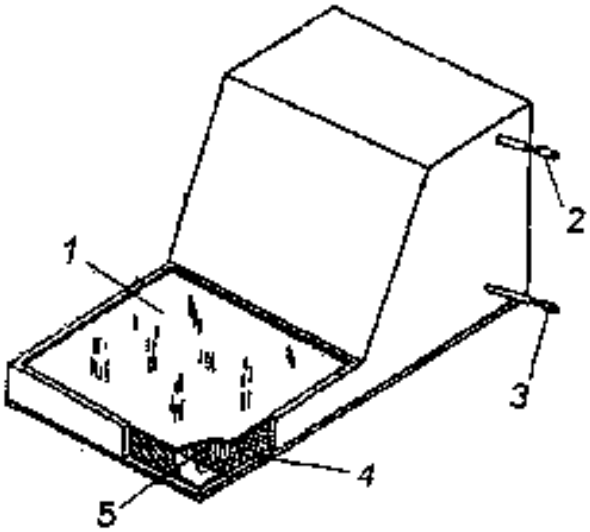


Рисунок 6 - Конфігурації труб для теплоприймальників.

Конфігурація від A до D представляє собою решітки та їх варіанти. На рисунках E и F показані хвилясті схеми, які усувають проблеми розподілу потоку теплоносія, але мають великий перепад тиску.

<u>В Японії поширена конструкція колекторів</u>, які поєднані з баком (рис. 7).

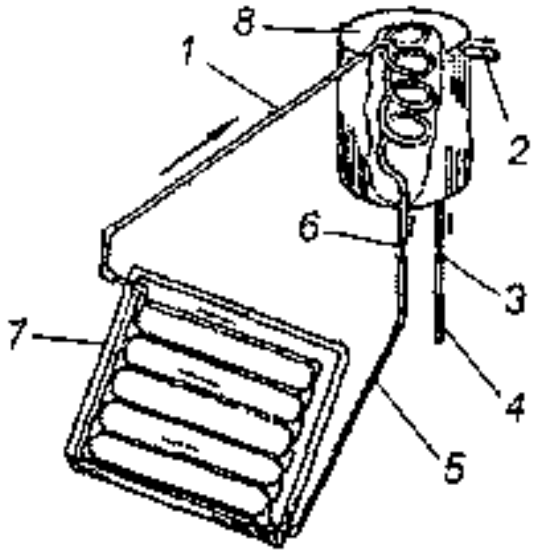


1 - скло; 2 - верхній патрубок; 3 - нижній патрубок; 4 - теплоізоляція; 5 - нагрівальна пластина. 8 - теплообмінник.

Рисунок 7 – Сонячний водонагрівач поєднаний з баком.

<u>Сонячний водонагрівач з теплообмінником усередині бака</u>, який використовують в Ізраїлі, Австралії, Японії і Сполучених Штатах представлений на рисунку 8.

Установка складається з похилого заскленого колектора, окремого, добре ізольованого водяного бака-акумулятора і теплоізольованих труб, що сполучають ці два елементи. Днище бака-акумулятора на 300 мм розташовується вище за верхню частину колектора. Така компоновка виключає витрати додаткової енергії для циркуляції води в системі.



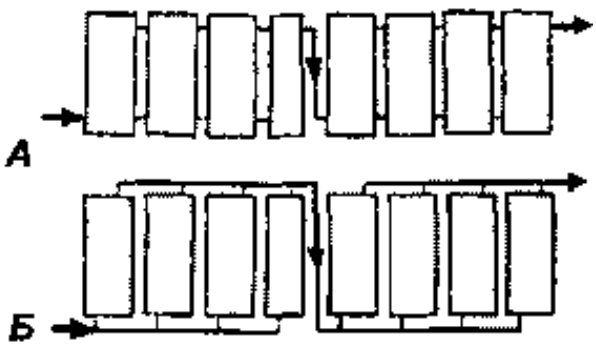
1 - гаряча вода; 2 - випуск гарячої води; 3 - вентиль; 4 - подача холодної води; 5 - холодна вода; 6 - зворотний клапан; 7 - колектор.

Рисунок 8 - Сонячний водонагрівач з теплообмінником усередині бака.

Циркуляція відбувається тільки унаслідок природної конвекції. При нагріві вода в колекторі розширюється, стає менш щільною і піднімається вгору по колектору і через трубу поступає у верхню частину бака-акумулятора. В результаті прохолодніша вода у днища бака витісняється і перетікає по іншій трубі в нижню частину колектора. Ця вода у свою чергу нагрівається і піднімається в бак. Поки світить сонце, вода постійно циркулює по цьому контуру, все більш нагріваючись.

<u>На практиці використовують поєднання колекторів:</u>

- послідовне;
- паралельне;
- послідовно-паралельне;
- паралельно-послідовне (рис. 9).



А - паралельне з'єднання; Б - паралельно-послідовне з'єднання.

Рисунок 9 - Різні з'єднання колекторів в батареї.

Сполучаючи окремі колектори в послідовно-паралельні або паралельно-послідовні групи, можна добитися більш рівномірного розподілу потоку і температури.

При температурах навколишнього середовища нижче за температуру замерзання води виникає ряд специфічних труднощів, пов'язаних з тим, що колектори систем нагріву води піддаються дії низьких температур протягом багатьох годин при відсутність сонячної радіації.

Якщо установка може опинитися в таких умовах, слід передбачити можливість здійснення одного з трьох заходів:

- спуск води з колектора на періоди його бездіяльності або можливого замерзання;
- використання антифризу в колекторі, доповненому теплообмінником, в якому антифриз передає тепло воді;
- розробка конструкції колектора, яка буде стійка до випадкових легких заморозків за рахунок застосування в ній еластичного (наприклад, з бутилкаучука) верхнього гідравлічного колектора.

***В нашій країні і за кордоном розроблені наступні типи геліоколекторів*:**
- коробчасті, - плоскі, - тунельні виготовлення яких можливо в умовах господарства.

Різновидом коробчастих конструкцій є: - **матрацні і – рукавоподібні сонячні колектори** з чорної поліетиленової плівки.

Матрацний геліоколектор (рис. 10) виконується з двох шарів плівки, зварених між собою з двох протилежних сторін суцільним швом і точковою зваркою в шаховому порядку по всій поверхні.

Рисунок 10 - Схема матрацного геліоколектору.

Відкриті сторони закріплюють на повітряводних трубах. Розміщують на південних скатах даху, відмостках або землі. В якості матеріалу застосовують чорну поліетиленову плівку або композиційну поліетиленову плівку. Матрацні геліоколектори, зварені з поліетиленової плівки завтовшки 0,4 мм, витримують надмірний тиск до 0,02 атмосфери, термін служби 4-5 років.

<u>Рукавоподібний геліоколектор</u> (рис. 11) діаметром 1,9 м і довжиною 300 м одним кінцем сполучають з вхідним отвором сушильного приміщення, на іншому - встановлений вентилятор потужністю 7,3 кВт, з продуктивністю по повітрю 10,5 м^3/с. Дозволяє при потоці сонячної радіації 582 Вт/м^2 за 4-5 днів висушити до 17 % вологості 30 т сіна при початковій вологості 50 %.

Рисунок 11 - Схема рукавоподібного геліоколектору.

Недоліки цього пристрою полягають в значній займаній площі (1,5-1,6 тис. м^2), також висока залежність продуктивності від швидкості вітру (при збільшенні його швидкості до 10 м/с ККД колектора знижується від 40 до 30%).

<u>Серед плоских колекторів рекомендовані:</u>

- колектори з використанням череп'яного даху (рис. 12);
- колектори з використанням рубероїдного даху.

1 - плівка; 2 - черепиця; 3 - простір для повітря.

Рисунок 12 - Схема плоского колектора з використанням черепичного даху.

<u>Першим типом є</u> частина даху, забарвленого в чорний колір і покритого прозорою поліетиленовою плівкою (рис. 12), між дахом і плівкою утворюється простір, через який проганяється повітря. Для зниження втрат теплоти через дах зсередини його покривають шаром поліуретану.

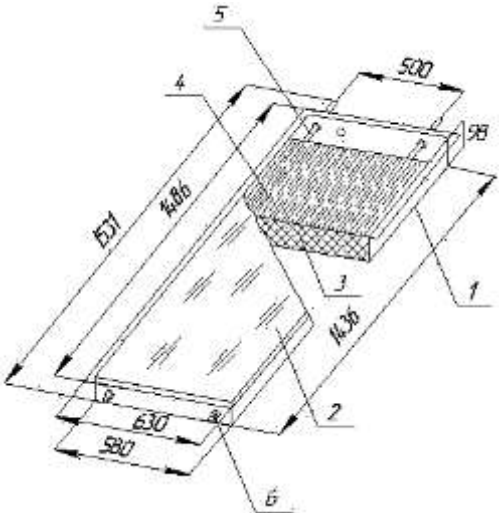
<u>Геліоколектор з використанням даху з руберойду</u> має повітряні канали з внутрішнього його боку. Колектор обладнаний вентилятором потужністю 4,4 кВт, продуктивністю 2,8 $м^3/с$ і висушує 90т сіна. При цьому економиться 22,56 тис. кВт-год електроенергії або близько 41 % енерговитрат. Його вартість складає близько 1 % вартості даху.

<u>Сонячні колектори (СК), що випускаються Братським заводом опалювального обладнання.</u>

Загальний вигляд СК приведений на рисунку 13. СК складається із сталевого корпусу 1 з лакофарбним покриттям; покривного скла 2; теплоізоляції 3; гарячої поглинаючої панелі 4 з каналами для теплоносія і штуцерами 5 і 6 з різьбою 3/4" для ліфтового приєднання до загальної мережі. В корпусі 1 передбачений вентиляційний отвір 7 для просушування внутрішньої поверхні СК при запітнінні скла.

При транспортуванні отвір 7 заглушається пробкою, а на різьби штуцерів 5 і 6

встановлюються захисні ковпачки.



1 – корпус; 2 – скло; 3 – теплоізоляція; 4 – панель поглинаюча; 5 – штуцер d 3/4", довжина 70 мм, 2 шт.; 6 – штуцер d 3/4", довжина 24 мм, 2 шт.; 7 – пробка.

Рисунок 13 - Загальний вид сонячного колектора.

Сонячна радіація, проходячи через скло 2, поглинається тепловосприймаючою поверхнею панелі 4, від якої тепло відводиться циркулюючим в його каналах теплоносієм. При цьому поглинається як пряме, так і дифузне (розсіяне) випромінювання. Скло 2 запобігає в значній мірі конвективним втратам тепла, а також, у зв'язку з низьким коефіцієнтом пропускання випромінювання в інфрачервоній області спектру, значно знижує радіаційні втрати тепла від випромінювання нагрітої панелі. Тиск теплоносія в робочій порожнині СК не повинен перевищувати допустимий – 0,6 МПа.

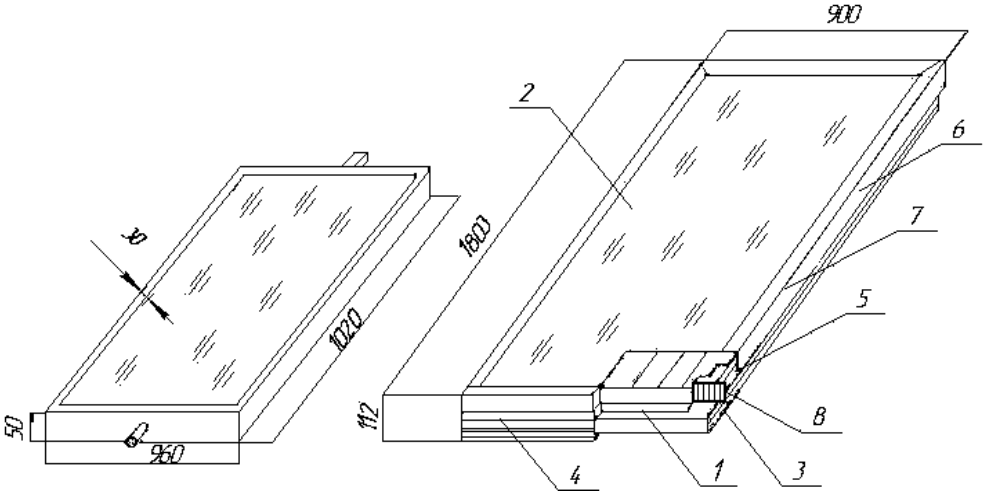
<u>Сонячні колектори КСН-1,5.</u>

Загальний вигляд колекторів КСН-1,5 НПП "Митра" наведен на рисунку 14.

Поглинаюча панель 1 цього колектора виконана з легованої листової неіржавіючої сталі завтовшки 0,8мм, стійкою до лужної корозії. Конструкція панелі – штампозварна.

На панель нанесено селективне покриття типу "чорний нікель", що забезпечує високий коефіцієнт поглинання сонячного випромінювання і низький коефіцієнт випромінювання тепла з поверхні панелі. Скління 2 виконано з одного шару зміцненого скла з підвищеним світлопропусканням. Теплоізоляція 3 представляє

собою плиту, завтовшки 50 мм зі вспіненого пенополіурітану, обліцовану алюмінієвою фольгою. Корпус 4 виконаний з анодованого алюмінієвого профілю і має пази під головки болтів М8 для закріплення на несучій конструкції.



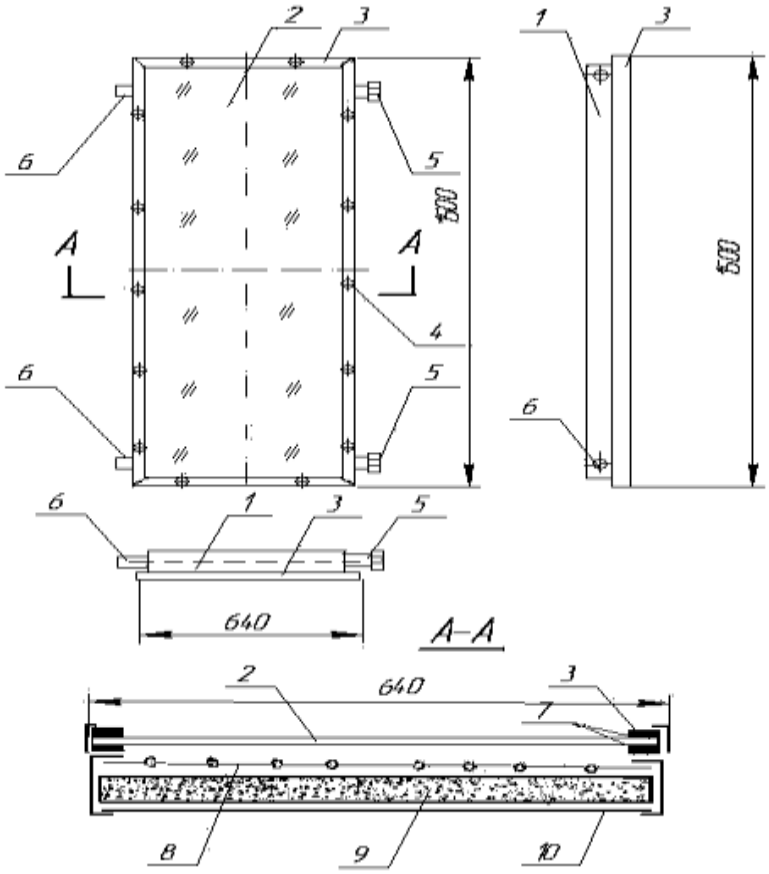
1 - панель поглинаюча; 2 - скло зміцнене 3мм з підвищеним світлопропусканням; 3 - теплоізоляція - пенополіурітанова панель; 4 - корпус - анодований алюмінієвий; 5 - ущільнювач - плоский шнур з губчастої радіаційно-стійкої гуми; 6 - притиск для фіксації скла; 7 - замок для кріплення притисків; 8 - з'єднання трубопроводів.

Рисунок 14 - Загальний вигляд сонячного колектора КСН-1,5.

Ущільнювач 5 є плоским шнуром з губчастої радіаційно-стійкої гуми. Притиск 6 служить для фіксації скла. Він виконаний з анодованого алюмінієвого профілю і кріпиться до корпусу за допомогою замків 7. Приєднувальні патрубки 8 мають зовнішню різьбу діаметром 1". Конструкція колекторів розроблена НПП "Митра" і ЕНІН ім. Г.М. Кржижановського.

<u>Сонячний колектор СК-0,8.</u>

Загальний вигляд сонячного колектора СК-0,8 КБ "Радіан" представлений на рисунку 15. По конструкції він подібний колектору КСН-1,5. Відмінність полягає в тому, що в СК-0,8 притиск 3 скла 2 кріпиться до корпусу 1 за допомогою гвинтів 4. Істотною перевагою колектора типу СК-0,8 перед рештою всіх типів колекторів є наявність приєднувальних штуцерів 5, укомплектованих накидними гайками для герметичного з'єднання з штуцерами 6 сусідніх СК-0,8.



1 - корпус - анодований алюмінієвий профіль, 2 - міцна ізоляція - зміцнене скло завтовшки 3 мм, 3 - рамка притискна - анодований алюмінієвий профіль, 4 - кріплення притиску - гвинт Мб - 20 шт., 5 - штуцер з накидною гайкою Dy = 40 мм неіржавіюча сталь, 6 - штуцер різьбовий, 7 - прокладка, ущільнююча - гума, 8 - панель поглинаюча - неіржавіюча сталь, 9 - теплоізоляція - пінопласт, 10 - днище - алюміній листовий.

Рисунок 15 - Загальний вигляд сонячного колектора СК-0,8 КБ "Радіан".

Така конструкція не вимагає додаткової прокладки сполучних трубопроводів і виконання зварювальних робіт при монтажі колекторів на несучих конструкціях. Виключена також необхідність виконання трудомістких і ненадійних з'єднань між сусідніми СК-0,8.

2 Порівняльна оцінка сонячних колекторів

Аналіз описаних конструкцій і основних техніко-економічних характеристик всіх розглянутих сонячних колекторів, приведених в таблиці 2 дозволяє зробити наступні висновки:

Таблиця 2 - Порівняна характеристика сонячних колекторів

Показник	СК Братський завод опалювального обладнання м. Братськ Іркутська обл.	КСН- 1,5 Науково-виробниче об'єднання «МІТРА» м. Москва	СК-0,8 КБ «Родіон» м. Ростов на Дону	СК Ковровський механічний завод м. Ковров Владимирської області	СК-0,3 Спецгеліо-монтаж г. Тбілісі	СК0- 1 НПО Казсельгоспмеханізація м. Алма-Ата
Габарити, м - довжина	1,53	1,00	1,60	1,5	1,08	1,43
- ширина	0,63	0,90	0,64	0,50	0,56	0,63
- висота	0,10	0,10	0,10	0,10	0,09	0,10
Габаритна площа, $м^2$	0,96	1,63	0,96	0,60	0,63	0,90
Активна площа теплосприймаючої поверхні, $м^2$	0,80	1,50	0,82	0,70	0,50	0,78
Матеріал теплосприймаючої поверхні (панелі)	Вуглец. сталь	Неіржав. сталь	Неіржав. сталь	Латунь	Вуглец. сталь	Вуглец. сталь
5. Покриття теплосприймаючої поверхні	Неселек-тивне	Селектив-не	Селектив-не	Селектив-не	Неселек-тивне	Неселек-тивне
Місткість панелі, л	4,0	3,7	2,0	2,0	3,8	4,0
Скління	односл. просте	односл. ударозміц.	односл. ударозміц.	односл. ударозміц.	односл. просте	односл. просте
Приведений оптичний ефект	0,73	0,78	0,80	0,82	0,75	0,75
Приведений коефіцієнт теплових втрат Вт/($м^2$К)	8,0	3,2	3,5	3,2	3,0	3,0
Робочий тиск, МПа	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,35
Маса колектора, кг	45,0	42,0	23,0	19,0	24,0	32,0
Питома маса на 1 $м^2$ активної поверхні, кг/$м^2$	56,3	28,0	28,0	27,1	48,0	41,0
Орієнтовний термін служби, років	5	20	20	20	5	5

колектори типу СК, СК-0,3 і СКО-1 є поширеними, але мають низьку приведену ефективність, великий коефіцієнт теплових втрат і найменший термін служби.

Це призводить до необхідності використання в установках сонячного

теплопостачання великої кількості таких колекторів і частої їх заміни (один раз в 4-5 років). Великими виявляються і витрати в період експлуатації установок, а також колекторів.

Тому не можна рекомендувати їх до впровадження в системах теплопостачання. Решта всіх сонячних колекторів є значно ефективнішими і по основних своїм параметрам не поступаються кращим зарубіжним зразкам.

Основна відмінність між новими типами сонячних колекторів полягає тільки в їх питомій вартості на 1м^2 активній теплосприймаючої поверхні. По цьому параметру найбільш вигідними є сонячні колектори типів КСН-1,5 (НПП "Мітра") і СК-0,8 (КБ "Радіан").

3 Сонячні модулі з параболічними концентраторами

Розроблені базові моделі сонячних модулів з параболічними концентраторами на основі дзеркальних відбивачів, серед яких можна виділити: ПЦК-25; ПЦК-50; ПЦК-75 и ПЦК-100. Цифри в позначеннях відповідають приблизним значенням ефективної площі апаратури цих сонячних модулів.

Всі типи модулів складаються з ідентичних секцій завдовжки по 4275 мм, шириною 3400 мм (ефективна ширина - 3,2 м). Модуль ПЦК-25 складається з двох таких секцій, ПКЦ-50 – з чотирьох, ПЦК-75 - з шести, и ПЦК-100 – з восьми секцій.

Модуль є симетричною секційною конструкцією з центральним розміщенням приводу.

Кожна з секцій забезпечена шістнадцятьма дзеркальними фацетами, що створюють параболоциліндричний концентратор. Фацетки кріпляться на параболічних формоутворюючих кронштейнах, які приєднуються до несучих кронштейнів за допомогою регулюючих елементів. Це дозволяє проводити роздільне фокусування кожній фацети концентратора при юстируванні оптичної системи модуля.

Параболічними і несучими кронштейнами є полегшені штамповані елементи із сталевого листа завтовшки 0,8 мм. Допуск на неточність форми параболи кронштейна складає плюс-мінус 0,1 мм. Кронштейни жорстко кріпляться до несучого валу.

Таблиця 3 - Основні параметри сонячних модулів

Показник	Одиниці виміру	Значення параметрів			
		ПЦК-25	ПЦК-50	ПЦК-75	ПЦК-100
Коефіцієнт концентрації сонячного випромінювання	-	40	40	40	40
Коефіцієнт корисної дії приймача випромінювання	-	0,7	0,7	0,7	0,7
Ефективність оптичної системи	-	0,7	0,7	0,7	0,7
Фокусна відстань концентратора	мм	2100	2100	2100	2100
Ширина апаратури (ефективна)	м	3,2	3,2	3,2	3,2
Довжина утворюючої модуля (ефективна)	м	8	16,0	24,0	32,0
Площа апаратури (ефективна)	$м^2$	25,6	51,2	76,8	102,4
Робоча швидкість стеження за сонцем	град. хв	0,25	0,25	0,25	0,25
Швидкість аварійного повороту модуля	град. хв	30,0	30,0	30,0	0,25
Максимальна погрішність стеження за сонцем	угл. хв	5	5	5	5
Максимальний кут повороту модуля	град	300	300	300	300
Допустиме вітрове навантаження	м/с	25	25	25	25
Необхідна мінімальна відстань між осями сусідніх модулів	м	8	8	8	8
Максимальний ухил площі розміщення модулів	град.	20	20	20	20
Діапазон зміни температури навколишнього середовища	°С	- 40 + 50	- 40 + 50	-40 + 50	- 40 + 50
- ширина	м	3,4	3,4	3,4	3,4
- висота	м	4,9	4,6	4,6	4,6
- довжина	м	9,0	17,9	26,9	35,8
Маса модуля	т	3,1	6,2	9,3	12,4
Розрахунковий термін служби модуля	років	30	30	30	30

Приймач сонячного випромінювання збирається з окремих секцій завдовжки по 2135 мм, що сполучаються між собою на фланцях, і кріпиться за допомогою стійок до несучого валу. Установка приймача на стійках здійснюється за допомогою вузлів кріплення, що скріплюються з фланцевими з'єднаннями приймача. Конструкція вузла забезпечує можливість регулювання положення приймача в межах плюс-мінус 50 мм.

Урівноваження поворотної частини модуля щодо осі обертання здійснюється переміщенням натяжних грузів для балансування.

Секції модуля стикуються між собою через безлюфтові шліцьові з'єднання несучого валу. Ліва і права групи секції встановлюються на фундаментні основи за допомогою основних і проміжних опор.

Між лівою і правою групами секцій розміщується привід повороту модуля. Привід виконаний на базі безлюфтового хвильового редуктора і забезпечує робочу швидкість стеження модуля за сонцем 15 кутових градусів за годину.

При спрацюванні аварійної команди (при граді, снігу, високих швидкостях вітру) поворотна частина модуля переміщається в захисне положення - вниз дзеркалами - зі швидкістю до 30 кутових градусів за хвилину. Зміна швидкості обертання приводу забезпечується відповідним перемиканням в схемі управління електродвигуном.

4 Вибір матеріалів для сонячних колекторів

Останніми роками з'явилися тривожні симптоми стану вітчизняного ринку сонячних колекторів: при явному дефіциті (попит в 5-6 разів перевищує пропозицію), споживачі відмовляються від продукції вітчизняних заводів виробників. Причина: відставання вітчизняних сонячних колекторів від світового технічного рівня.

Зарубіжні рекомендації по конструюванню сонячних колекторів орієнтують на застосування високоякісних матеріалів і сучасних технологій.

В отечественной практике применяются, как правило, доступные недефицитные, недорогие, зачастую, не самые подходящие материалы, что пагубно сказывается на качестве изделий.

Перспективи поліпшення якості вітчизняних колекторів пов'язані з переходом на високоякісні матеріали і сучасні технології.

Матеріали поглинаючої панелі повинні задовольняти вимогам, перерахованим в таблиці 4.

Таблиця 4 - Оцінка матеріалів поглинаючої панелі

Показник	Сталь			Алюмінієвий сплав			Корозійно-стійка сталь			Сплави на основі міді (латунь)	Пластмаси
	Низкоуглеродистая	Лагунированная	с алюминиевым	АД-1, АД-31, АМЦ	АМН, планированный АЦ-2	С обработкой по методу Степанова	12×18 НИОТ (аустенитовая)	08×18 ТЧ (ферритная)	Типа 18 % хрома +2 % молибдена		
Термостійкість 1. короткочасно: Неселективні - 130°С, селективні - 180°С	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
2. Тривало 80°С протистояння корозії	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+-
3. Хімічній усередині панелі (в т.ч. хлорної)			+-	+		+-	+		+	+	+
4. Зовні	-	+	+	-	+	+	+-	+	+	+	+
5. Електрохімічної	+-	+-	+-	-	-	-	+	+	+	+	+
6. Руйнування при замерзанні теплоносія							+-	+-	+-		+-
7. Задовільні теплофізичні властивості	+-		+-	+-	+	+	+	+-	+-	+-	
8. Можливість нанесення селективних покриттів	+	+	+	+	+-	+	+	+	+	+	
9. Задоволення санітарно-гігієнічним вимогам	+-	+	+	+	+	+	+-	+	+	+	+-
10. Технологічність	+	+-	+-	+	+	+	+	+	+	+-	+
11. Тривалий термін експлуатації	-	+-	+-	+	+	+	+	+	+	+-	+

Як видно з таблиці 4 найбільша кількість плюсів у сплавів на основі міді і корозійностійких сталей, що відповідає виводам і рекомендаціям зарубіжних фахівців. Задовільне протистояння корозії корозійностійких сталей пояснюється дією іонів хлора, що містяться у водопровідній воді і викликають пітингову корозію. Виняток становлять сталі леговані молібденом. Знижена технологічність мідних сплавів в порівнянні із сталями пояснюється необхідністю паяння в печах при виготовленні панелі, тоді як сталі добре зварюються контактною зваркою.

Низьколеговані стали і алюмінієві сплави (деформовані) мають недостатню корозійну стійкість. Тому термін їх експлуатації в одноконтурних системах

незадовільний і складає 1-5 років залежно від якості води. Робиться захист цих матеріалів різними покриттями.

Цікава латуньована сталь, але при виготовленні з неї панелі необхідне паяння. Готується до випуску сталь з алюмінієвим покриттям, що має корозійну стійкість в 2-5 разів вище, ніж оцинкована.

Знаходять розповсюдження композитивні конструкції панелей із застосуванням різних матеріалів, наприклад, канали з мідних та алюмінієвих сплавів. Такі конструкції широко використовуються в зарубіжній практиці.

Матеріали прозорого покриття, що працює в тяжких умовах, повинні задовольняти вимогам, приведеним в таблиці 5.

Таблиця 5 - Оцінка матеріалів прозорого покриття

Властивості матеріалів	Скло			Полікарбонат	Плівка	
	Віконне	Зміцнене	Органічне		Поліетіленова	Фторутримуюча
Високий коефіцієнт пропускання	+-	+	+	+	+	+
Стійкість до підвищених температур	+-	+	+-	+-	-	+
Стійкість до абразивного зносу	+	+	-	+-	-	-
Стійкість до радіаційного старіння	+	+	-	+-	-	+
Ударомiцність	-	+-	+	+	+	+
Конструктивна міцність	+	+	-	+-	-	-
Мала щільність	-	-	+	+	+	+
Мала забрудненість і хороша очищаємість	+	+	-	+-	-	-
Тривалий термін служби	+-	+	-	+-	-	+-
Витрата матеріалу на 1 кв. м колектора	1 кв. м	1 кв. м	4,8 кг	4,5 кг	0,6 кг	0,4 кг

Видно, що найбільш задовольняють перерахованим вимогам зміцнене скло і полікарбонат. Зміцнене методом іонного обміну силікатне скло випускається

окремими партіями. У перспективі планується збільшення коефіцієнта пропускання цього скла за рахунок регламентації його складу і обробки антивідблиску поверхні і випуск його під маркою "геліотехнічне". Недолік даного матеріалу порівняно з пластмасами - відносно висока щільність і крихкість.

Що стосується вартості цих матеріалів, то скло має перевагу перед пластмасами, окрім поліетиленової плівки. Але характеристики останньої не можна порівнювати зі склом, а довговічність не перевищує одного сезону.

Матеріал теплової ізоляції повинен задовольняти вимогам, перерахованим в таблиці 6.

Таблиця 6 - Оцінка матеріалів теплової ізоляції

Властивості матеріалів	Скловата	Повсть (войлок) азбестовий	Пінопласт полістироль-ний	Пінополіуре-тан	Піноскло
Низький коефіцієнт теплопровідності	+	+-	+	+	+-
Термостійкість короткочасно до 180°С, тривало до 80°С	+ +	+ +	+-	+	+ +
Відсутність летючих речовин при нагріві			+	+	+
Низьке вологопоглинання	-	-	+	+	+
Відсутність пилових часток			+	+	
Міцність і жорсткість	-		+	+	+
Мала питома маса	+	+-	+	+	+-
Екологічна чистота при виробництві	+	+			+
Тривалий термін служби	+	+	+-	+	+
Витрата матеріалу на 1 кв. м	1,5	3,3	2,5	2,5	14,0

Як видно найкращий набір якостей у пенополіуретана. Це найбільш дорогий матеріал, але враховуючи сукупність його позитивних якостей, можна прогнозувати економічну доцільність його застосування.

Пінопласт полістирольний недостатньо термостійкий, але може використовуватися в конструкціях дешевих колекторів невисокої ефективності.

Вибір матеріалів для корпусу сонячного колектора визначається вимогами конструктивної міцності і довговічності при всіх видах атмосферної дії протягом терміну експлуатації, а також технічної естетики.

Такими матеріалами можуть бути алюмінієві сплави із захисно-декоративним анодним покриттям, корозійностійкі і низьколеговані сталі з високоякісними антикорозійними покриттями, а також радіаційно - і морозостійкі пластмаси за умови невисокої вартості.

Найбільшу увагу слід приділяти вибору матеріалу для поглинаючої панелі, оскільки помилка в даному випадку приведе до швидкого і повного виходу з ладу колектора і всієї системи сонячного теплопостачання. Помилка у виборі інших матеріалів може понизити теплопродуктивність колектора, його естетичні якості. Проте, для створення колектора сучасного технічного рівня матеріали повинні підбиратися з урахуванням всіх вимог, що висуваються.