

БЕЗОПАСНОСТ ПРИ РАБОТА НА СОЛАРНИ КОЛЕКТОРИ ЗА ОТОПЛИТЕЛНИ СИСТЕМИ ЗА ТОПЛА ВОДА

Надие Адем¹, Милена Кичекова², Димитър Димитров³

SAFETY IN THE OPERATION OF SOLAR COLLECTORS FOR HOT WATER HEATING SYSTEMS

Nadie Adem¹, Milena Kichekova², Dimitar Dimitrov³

Abstract:

The operational modes in the main heating circuits are analyzed for possible designs of solar collectors for hot water heating systems. Determined are the characteristic energy parameters on which are conducted control measurements and basic processing of the results in view of achieving safety. Exemplary monitoring models are presented.

Keywords:

Safety, Solar Collectors, Energy Parameters.

I. ВЪВЕДЕНИЕ

В съответствие с политиката за ЕЕ все по-широко приложение намират соларни- те колектори за топла вода. Създаването на съвършени дизайнерски решения, успешното им интегриране към строителните конструкции, максималното и непрекъснатото използване на слънчевия потенциал при определени климатични условия, определят необходимостта от решение на редица технически проблеми. Независимо от това, с приоритет между тях са тези, свързани с културата и климата на безопасността им [1, 3].

II. ЦЕЛ НА РАЗРАБОТКАТА

Целта на разработката е да се анализират основните фактори за безопасност при подготовката за монтаж на слънчеви колектори и по-следващото му изпълнение.

Като се има пред вид характерът на развиващите се процеси и взаимната им връзка, приложен е системен подход за анализ. Заедно с това за отделни случаи е приложен

¹ Надие Адем, докторант, катедра „Строителство на сгради и съоръжения“, Архитектурен факултет, ВСУ „Черноризец Храбър“, к.к. Чайка, 9007, Варна, *e-mail*: nadiadem1@hotmail.com;

Nadie Adem, Ph.D. Student, Department of Construction of Buildings and Facilities, Faculty of Architecture, Varna Free University „Chernorizets Hrabar“, Varna, Bulgaria; *e-mail*: nadiadem1@hotmail.com.

² Милена Кичекова, доц. д-р инж., катедра „Строителство на сгради и съоръжения“, Архитектурен факултет, ВСУ „Черноризец Храбър“, к.к. Чайка, 9007, Варна, *e-mail*: mkichekova@gmail.com;

Milena Kichekova, Assoc. Prof. PhD. Eng., Faculty of Architecture Varna Free University „Chernorizets Hrabar“, Varna, Bulgaria; *e-mail*: mkichekova@gmail.com.

³ Димитър Димитров, проф. д.т.н. инж., Технически университет – Варна; *e-mail*: prof_dimitrov@abv.bg;
Dimitar Dimitrov., Prof. D.Sc. Eng., Technical University – Varna, Bulgaria, *e-mail*: prof_dimitrov@abv.bg.

сравнителен анализ и са представени типични модели, по които могат да се извършат изчислителни процедури.

III. ТЕОРЕТИЧНИ ИЗСЛЕДВАНИЯ

III.1. Подготовка за монтаж

Подготовка за монтаж, включваща видовете проверки, които трябва да бъдат извършени преди монтажа; подготовка за монтиране на колектора върху покрива при спазване на изискванията за правилно балансиране на потока на топлоносителя в слънчевите колектори.

Преди да започне монтажът трябва да се провери следното:

1. При пристигане на обекта всички елементи на системата и арматури трябва да бъдат прегледани да нямат повреди и за да бъде сигурно, че е налице всичко, нужно за извършване на монтажа. Това включва средства за покриване на слънчевите колектори, когато се монтират на покрива. Модерните слънчеви колектори на ярка слънчева светлина могат да достигнат температури 150-350°C. Освен че може да причини изгаряния, допирът до нагорещения метал може да причини шок и загуба на опора върху покрива, последствията от което могат да бъдат сериозни.

2. Обектът трябва да е огледан, с цел:

- да се определи място за слънчевите панели;
- да се установи подход към покрива и възможността за разполагане и монтиране на средства за достъп до покрива.
- да се проучи има ли подходяща таванска площ за лесен достъп за свързване на слънчевите колектори и прокарване на тръбопроводи.
- да се определи положението на съществуващите инсталации за гореща вода и присъединяването им към слънчевата инсталация.
- да се прецени подходяща ли е покривната конструкция за поемане на допълнителното натоварване от слънчевата инсталация.

Да се уверите, че са получени нужните разрешения съгласно изискванията.

III.2. Избор на оборудване за достъп и създаване на работна площадка.

При избора на оборудване трябва да се предотврати падане или ако това не може да се предотврати, да се намали височината.

На практика тъй като монтирането на слънчеви водонагревателни инсталации обикновено е свързано с пренасяне на обемисти и тежки слънчеви колектори върху покривите, обикновено стълбите не са подходящи за това.

Подвижните стълби могат да се използват като работно оборудване само за достигане или слизане от място, откъдето се извършва работата и на което, както оценката на риска показва, използването на друго работно оборудване не е оправдано. Когато се налага използването на стълби, те трябва да отговарят на изискванията за работа на високо по отношение на здравина, обозначения, поддръжка, ъгъл на поставяне, мерки против подхлъзване и др.

Работното място трябва да има “подходяща повърхност”. Повърхността е конкретното място, на което или откъдето работникът изпълнява задачите си. Трябва да се обърне внимание на това съществуват ли условия, които правят падането от мястото на работа по-вероятно като например това, че повърхността не е равна или е хлъзгава или омазнена.

Повърхността не бива да е чуплива, т.е. трябва да издържа тежестта на хората или материалите, минаващи по нея, и да издържа на удара от падане върху нея на хора или

материали. Тук трябва да се отчете влошаването на състоянието поради метеорологичните условия, стареенето и други фактори в тази връзка. Може да са необходими парапети за обезопасяване на работната площадка или друго работно място против падане.

При определяне дали дадена площадка е подходяща за работа на височина, трябва да отговаря на определени изисквания:

- да е с достатъчни размери, за да позволява безопасно минаване по нея и безопасно използване на оборудване и материали;
- да няма препятствия, които могат да причинят спъване и пропадане на пода;
- да се пази чиста и подредена.

Може да бъде уместно построяването на скеле за безопасен достъп до работа и като работна площадка. Скелетата трябва да бъдат проектиране, построявани, променяни и демонтирани от компетентни лица [4]. На практика кулообразните скелета могат да осигурят подходяща работна площадка в много ситуации, като същевременно отговарят на гореописаните изисквания и да се използват само след извършване на пълна оценка на риска и където е уместно, са се вземат необходимите допълнителни мерки за премахване или намаляване на риска. Може да се помисли също за лични предпазни средства против падане.

III. 3. Определяне основните рискови фактори в подготовката и монтажа на слънчеви колектори

За да бъде намален броя на инцидентите трябва да се създадат условия за:

- премахване или намаляване до минимум на рисковете при работа на високо;
- безопасни системи на работното място за организиране и извършване на работи на високо;
- сигурни системи за избиране на подходящо оборудване за работа;
- безопасни системи за предпазване на хората от последствията на работата на високо.

III.3а. Йерархия на мерките за безопасност при работа на високо

За постигне на безопасност се изисква:

1. Да се оцени риска, което ще помогне да се работи безопасно.
2. Да се спазва йерархията за безопасна работа на високо (т.е. избягване, предотвратяване и намаляване на последиците).
3. Да се планира и организира работата, като се отчитат метеорологичните условия и възможността за аварийна ситуация.
4. Да се провери компетентността на онези, които трябва да работят на високо.
5. Да се използва подходящо работно оборудване.
6. Да се управляват рисковете от работа върху или около чупливи повърхности и от падащи предмети.
7. Да се проверява и поддържа работното оборудване, което трябва да се използва, и да се проверява мястото, където трябва да се изпълнят работите .

III.3б Оценка на риска

Стъпка 1: Откриване на опасностите

Това означава оглед на обекта и набелязване на значителните опасности. Те могат да представляват стръмен покрив, чуплива повърхност, върху която може да бъдат монтирани колекторите, неравен терен или препятствия там, където може да бъде необходим достъп до покрива.

Стъпка 2: Определяне кой има вероятност да пострада

Това означава да се отчетат конкретните рискове, пред които може да бъдат изправени неопитни работници и потребителите или техните посетителите, които могат да бъдат наранени от дейностите при монтажа.

Стъпка 3: Оценяване рисковете и определете предпазните мерки, които трябва да се вземат

Трябва да се обсъди колко голяма вероятност има всяка опасност да доведе до инцидент, да се реши какви предпазни мерки биха могли да се вземат и след като са взети тези предпазни мерки, да се прецени дали оставащият риск е голям, среден или малък. При набелязване на оставащите рискове трябва да се помисли какви други мерки биха могли да се вземат, за да се контролират рисковете, така че инцидентите да бъдат малко вероятни.

Стъпка 4: Документирание (записване) на констатации.

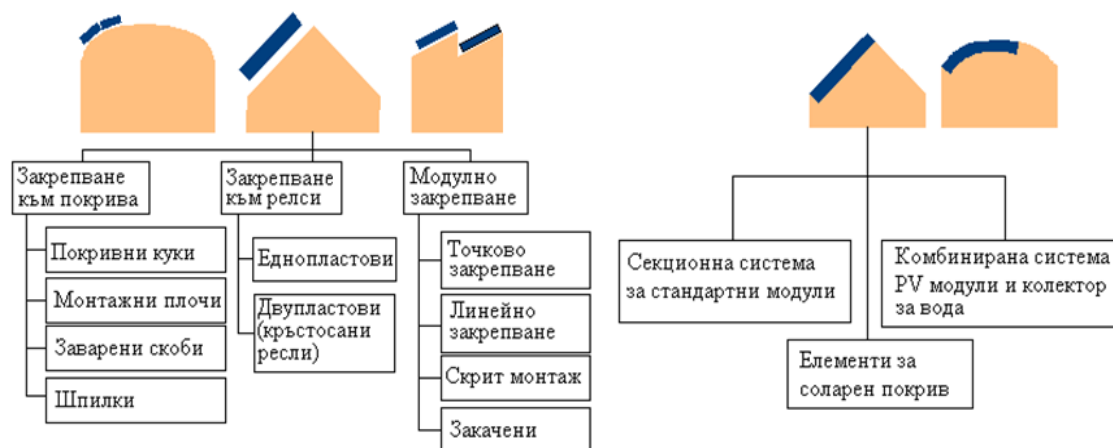
Трябва да се записват констатациите, които са важни. С тях трябва да бъдат запознати работниците. Трябва да се покаже, че е направена обстойна проверка, че е обмислено кой може да бъде засегнат, всички очевидни и важни опасности, че предложените предпазни мерки са разумни и оставащият риск е малък.

Стъпка 5: Да се преразгледа оценката, когато е необходимо.

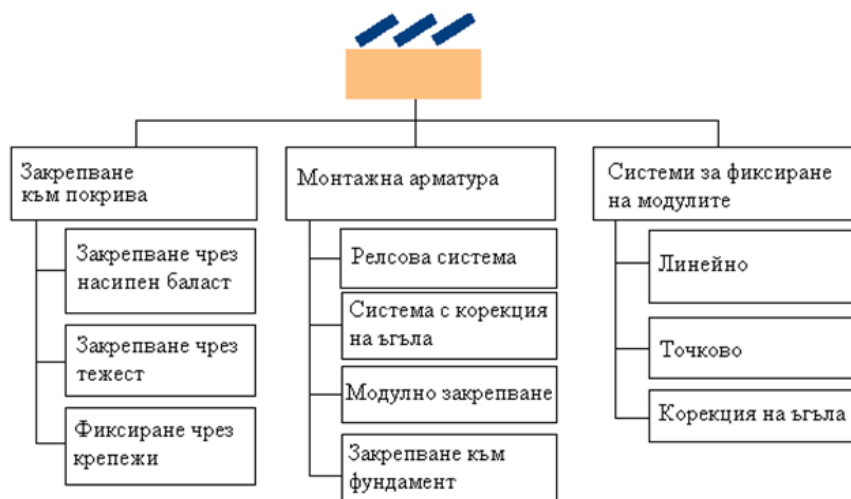
Всяка слънчева водонагревателна инсталация може да представи свои конкретни опасности. Затова трябва да не се разчита на една “стандартна” оценка на риска при инсталиране, а трябва да се разгледат конкретните рискови ситуации.

III. 4. Монтиране на колекторите.

Панелите могат да бъдат монтирани върху наклонен, плосък покрив или на приземно ниво. Ако няма покрив с подходящо изложение, те могат да се монтират на рамка, прикрепена към фасадна стена. Типични случаи за интегриране към сграда и начините за закрепване са представени на фиг.1, 2. Те позволяват на базата на сравнителна оценка да се избере най-безопасния случай.



Фигура 1. Типични случаи за интегриране на колектори към сграда и начини на закрепване.



Фигура 2. Типични случаи за интегриране на колектори към сграда и начини на закрепване

III.4.a. Вграден монтаж на колектори на покрива

Той се използва за нови сгради или реконструкция на покривите. Това опростява монтирането, тъй като общата площ на слънчевите колектори се предоставя като един блок и е необходим само комплект за хидроизолация. Той включва долна водеща противифилтрационна завеса, челна завеса (ригел) и комплект странични водоотводи или скрити олуци. Изисква се внимание при работа с вакуумно-тръбни колектори. Здравината на стъклената тръба може сериозно да отслабне, ако бъде надраскана, което води до имплозия и риск от нараняване.

III.4.б Монтиране върху наклонен покрив (фиг.3а,б)



Фигура 3а,б. Начини на монтиране на колектор върху наклонен покрив

Трябва да се подготви мястото за поставяне на панели. Ако трябва да се пробие отвор в покрива или временно да се отстранят керемиди, това трябва да се направи преди панелите да бъдат повдигнати до нивото на покрива. Колекторната уредба трябва да бъде поставена на нивото на покрива. При плоските колектори топлоносителят влиза през единия долен ъгъл на уредбата и излиза през диаметрално противоположния ъгъл и трябва да се избегнат въздушните възглавници.

III.4.в. Монтиране на покривна конструкция с бетонна плоча-плосък покрив

Присъщите на плоските покриви трудности при хидроизолацията определят монтажа направо върху повърхността на покрива като нежелателен. Ако плочата е достатъчно дебела, за да позволи пробиване на монтажни отвори без да се пробие покрива, може да бъде монтирана носеща рамка. Трябва да се обърне внимание на хидроизолацията около основата.

III.4г. Конструкция с носеща рамка (фиг. 4)

Рамката трябва да бъде достатъчно здраво закрепена без да се влоши хидроизолацията или да се претовари покривната конструкция. Соларният колектор е подложен на натоварвания под въздействие на вятър, собствена тежест, сняг и др. Основен фактор са силите на вятъра. Те зависят от атмосферните налягане, температура, вискозитет и плътност. Въздушният поток създава два вида сили от налягане, насочено по нормалата към повърхността и от сили на триене на външния слой по повърхността от вискозитета на въздуха, когато той влиза в контакт с повърхността на колектора. Правят се следните допускания:

1. Въздушният поток е невискозен, т.е. вискозитета на въздуха е нула;
2. Въздушният поток е несвиваем, т.е. плътността на въздуха е постоянна.

С тези условия е в сила уравнението:

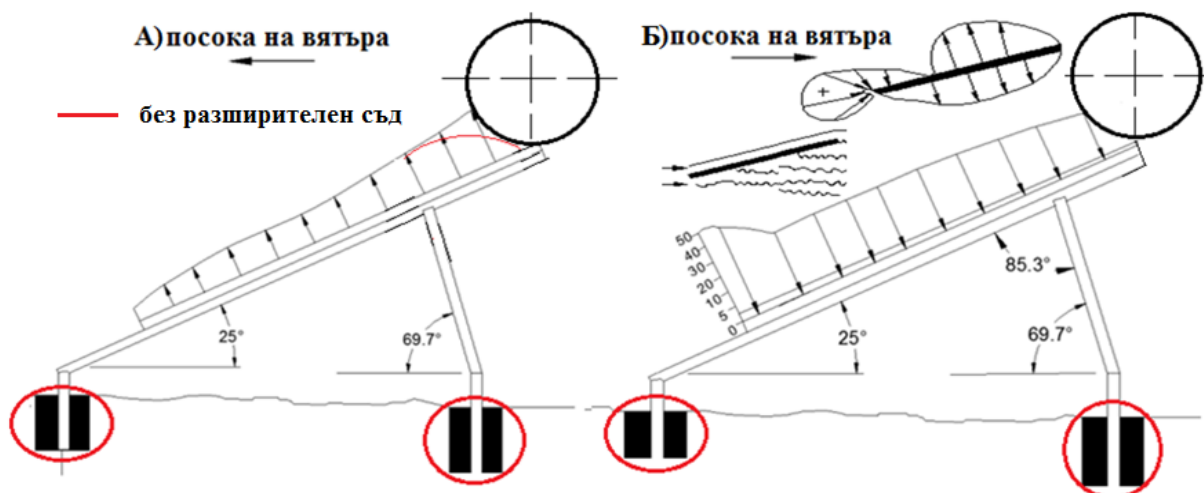
$$\int \frac{1}{2} d(V^2) + \int g dz + \int \frac{dp}{\rho} = constant, \quad (1)$$

където: V – скорост на вятъра; g – ускорение, дължащо се на гравитация; z – надморска височина; p – статично налягане; ρ – масова плътност.

Натоварванията от сняг върху системите с наклонен покрив се понижават с повишаването на наклона. Тогава се улеснява самопочистването на системата.

Безопасността на соларен колектор се постига с изпълнение:

1. Нормативната стойност на натоварването от сняг върху хоризонталната проекция на покрива;
2. Натоварването от вятър, определящо се като сума от средна компонента (продължително действащ осреднен скоростен напор) и пулсационната компонента (пулсациите на налягането, т.е. скоростния напор на вятъра).



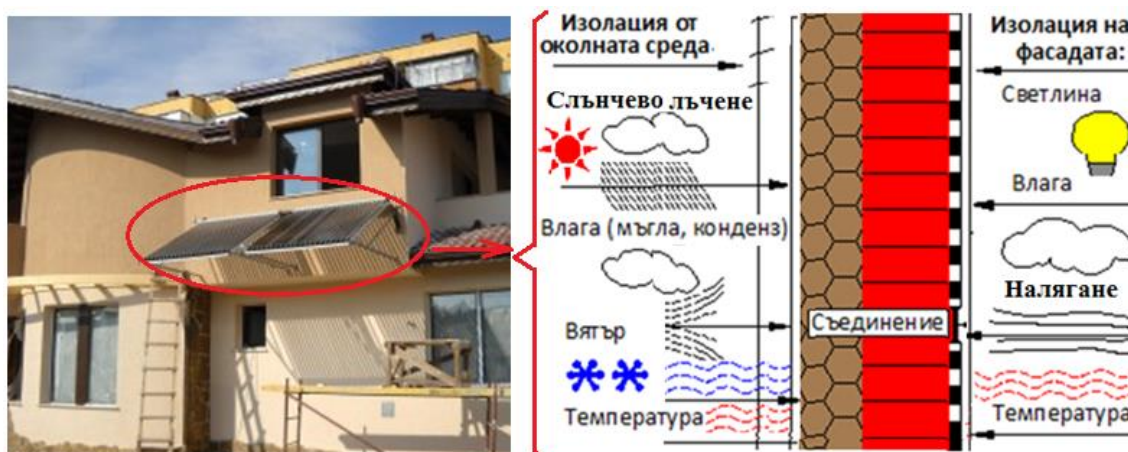
Фигура 4. Конструкция с носеща рамка

Основните изисквания за безопасността към закрепването включват следното:

1. Закрепването винаги трябва да бъде към структурни елементи на покрива. Панелите никога не бива да се закрепват за покривните летви.
2. Ако няма структурни елементи с подходящо разположение, между структурните елементи трябва да се вмъкнат хоризонтални връзки за закрепване.
3. Всички скрепителни детайли трябва да издържат на натоварванията, на които може да бъдат подложени.
4. Отворите, пробивани в покритието на покрива за поставяне на скрепителните детайли, трябва да бъдат с мин. размер и след това да се запълнят със силикон.

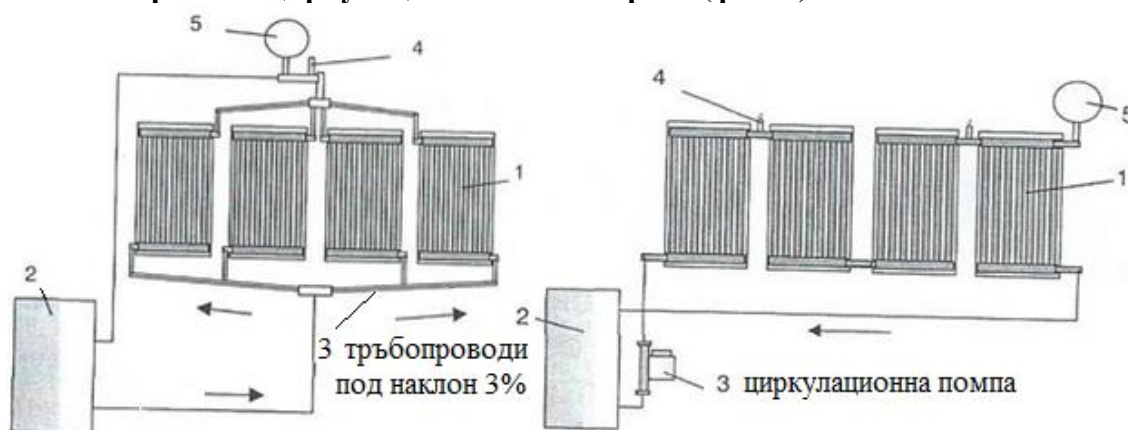
III.4.d. Стенен монтаж на инсталацията.

Когато няма подходящо южно изложение, слънчевите панели (фиг. 5) могат да се монтират на стена. Носеща рамка се монтира и прикрепва за стената с помощта на висококачествени зидарски фиксиращи средства. Конструкцията на стената трябва да е подходяща за носене на допълнителния товар. Представен е модел на климатичните параметрите и вътре топлотехническите параметри на сградата.



Фигура 5. Стенен монтаж на инсталацията.

III.5. Балансиране на циркуляцията в колекторите (фиг. 6)



Фигура 6. Балансиране на циркуляцията в колекторите

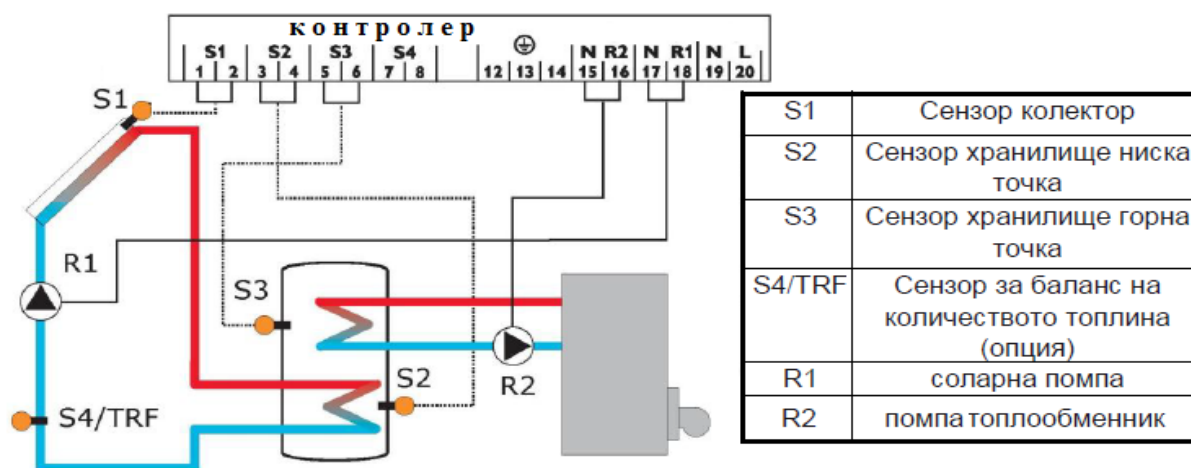
Паралелно свързване с естествена циркулация. Последователно свързване с циркуляционна помпа. 1 - слънчеви колектори, 2 - воден акумулатор, 4 - обезвъздушителен вентил, 5 - разширителен съд. Циркулацията във всички колектори трябва да бъде балансирана, за да се осигури максимална ефективност. При плоски колектори това

означава, че дължината на пътя от главния тръбопровод до главния рециркуляционен тръбопровод трябва да бъде една и съща за всички отделни колектори. Последователното свързване осигурява равномерен поток, води и до по-висока температура на водата на изхода и по-нисък к.п.д. на колектора. Друго е положението при вакуумно-тръбните колектори, използващи конструкция с топлинна тръба, тъй като топлоносителният флуид не минава през колекторната тръба.

Това означава, че фактически тръбите са свързани последователно. При повече последователно свързани колектора, последните колектори ще работят при прекалено високи температури, което води до по-нисък к.п.д. и даже прекъсване на тръби, тъй като това са тръби, които самоограничават макс. си температура.

III.6. Свързване на соларна система с вторично загряване

Представен е [2] типичен модел с 1 хранилище, 3 сензора и 2 помпи (за соларно загряване и вторично загряване) - фиг.7. Сензорът S4/TRF може да бъде използван като опция за баланс на количеството топлина. Моделът позволява да се определи функционалността, управлението и факторите на безопасност, да се оценят и рисковете.



Фигура 7. Свързване на соларна система с вторично загряване

IV. ИЗВОДИ

Определени са основните рискови фактори за безопасност при подготовка и извършване на монтаж на соларни колектори като се отчитат условията на работа. Определени са характерните стъпки за оценката на риска и безопасното работно оборудване при монтаж на различни случаи на соларни колектори и начини на свързването им при управлението.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] “Разширяване на акредитираното обучение за използване на ВЕИ за отопление” (EARTH) Програма «Интелигентна енергия за Европа на ЕС», Разработен от: Черноморски регионален енергиен център.
- [2] RESOL DeltaSol® AX Монтаж Свързване, обслужване. Примери за приложение, RESOL - Elektronische Regelungen GmbH, 2005
- [3] www.sonnenkraft.com Бъдеще на енергията. Устройства за сигурност.
- [4] Стандартът BS 5973 1993, Практически норми за подходи, работни скелета и специални скелетни стоманени конструкции.