

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЛОСКОГО СОЛНЕЧНОГО КОЛЛЕКТОРА

Сапсай И.Н. Email: Sapsay1158@scientifictext.ru

*Сапсай Игорь Николаевич – студент магистратуры,
кафедра теплоэнергетики и водоснабжения на железнодорожном транспорте,
Российский университет транспорта (МИИТ), г. Москва*

Аннотация: в статье описаны факторы, которые оказывают существенное влияние на эффективность работы плоских солнечных коллекторов. Рассмотрены варианты решения задач снижения оптических и тепловых потерь, происходящих через светопрозрачную изоляцию (стекло), дно корпуса, боковые стенки. Кратко описаны материалы, которые способствуют решению вышеуказанных задач. Упоминаются основные принципы проектирования плоских гелиоустановок. Показана зависимость эффективной работы устройств от угла наклона, погодных условий, времени года, географического положения и ориентированности на стороны света.

Ключевые слова: плоский солнечный коллектор, гелиоколлектор, снижение теплотерь, повышение эффективности.

IMPROVING THE EFFICIENCY OF A FLAT SOLAR COLLECTOR Sapsay I.N.

*Sapsay Igor Nikolaevich – Master's Student,
DEPARTMENT OF HEAT POWER ENGINEERING AND WATER SUPPLY IN RAILWAY TRANSPORT,
RUSSIAN UNIVERSITY OF TRANSPORT (MIIT), MOSCOW*

Abstract: the article covers the factors that have a significant impact on the efficiency of flat solar collectors. Possible ways of solving the problems of reducing optical and thermal losses occurring on the translucent insulation (glass), the bottom and the sidewalls of the housing are considered. Materials that contribute to the solution of the previously mentioned tasks are briefly described. The basic principles of designing flat solar plants are mentioned. The dependence of the effective device operation on the inclination angle, weather conditions, time of year, geographical location and orientation to the cardinal directions is shown.

Keywords: flat solar collector, reduced heat loss, increased efficiency.

УДК 697.329

На эффективность работы плоского солнечного коллектора влияет очень много факторов: от конструктивных особенностей самого устройства до географического положения места его установки и погодных условий. Внося изменения в конструкцию плоского солнечного коллектора, можно максимально увеличить его эффективность и улучшить эксплуатационные характеристики, оптимизировав при этом капитальные затраты на его изготовление, а соответственно и его рыночную стоимость.

При разработке плоского солнечного коллектора одной из главных задач является снижение оптических и тепловых потерь. Оптические потери зависят от коэффициента пропускания светопрозрачного слоя и коэффициента поглощения лучепоглощающего слоя. Чем выше значение данных коэффициентов, тем ниже оптические потери.

Светопрозрачный слой должен обладать максимально возможным светопропусканием, при этом нужно учитывать тот факт, что с увеличением количества данных слоев в коллекторе, их общая светопрозрачность будет ниже, чем у одиночного слоя. Однако при этом снижаются теплотери через верхнюю часть коллектора. Среди материалов, которые могут использоваться в качестве светопрозрачного слоя, высоким светопропусканием обладают стекло и оргстекло (по 92%). Не так давно был разработан новый материал, который называется гелио-стекло. За счет низкого содержания железа в данном материале, его светопрозрачность достигает 96-98%. Во многих современных плоских солнечных коллекторах применяется именно гелио-стекло. Однако данный материал имеет высокую стоимость, что соответственно увеличивает и стоимость самого коллектора.

В качестве лучепоглощающего листа нужно использовать материал с максимальным поглощающим коэффициентом и коэффициентом теплопроводности [1]. В плоских солнечных коллекторах применяют металлический лучепоглощающий лист. Среди металлов самой большой теплопроводностью обладает серебро (430 Вт/(м·К)). Ввиду дороговизны данного металла, чаще всего используют медь (413 Вт/(м·К)) алюминий (237 Вт/(м·К)) либо сталь (15,5 - 54,4 Вт/(м·К)). Как с экономической, так и с практической точки зрения предпочтительней всего использовать алюминий.

Однако металлы сами по себе обладают небольшим коэффициентом поглощения излучения. Для этого их дополнительно покрывают абсорбирующим слоем. К таким покрытиям можно отнести черную краску (0,90-0,92). Чаще всего в качестве поглощающего слоя применяют специальное селективное покрытие (0,96). Оно представляет собой тонкий слой оксида меди, черного хрома или оксидов других металлов, либо покрытие из полупроводников. Это покрытие обеспечивает максимально возможное поглощение солнечной энергии, попадающей на абсорбер, при этом практически полностью препятствует обратному излучению, чего нельзя сказать о черной краске. В то же время с применением селективной поверхности стоимость коллектора возрастает. При применении черной краски необходимо принимать дополнительные меры по снижению теплопотерь, о которых будет описано ниже [2] и [3].

Проводимость тепла от лучепоглощающего листа трубе коллектора оказывает значительное воздействие на рабочие характеристики коллектора, поэтому между ними не должно быть воздушной прослойки, которая повышает сопротивление теплопередаче данного соединения. Не менее существенна и теплопроводность от трубы к теплоносителю. По этой причине самым оптимальным для применения в солнечном коллекторе вариантом будут являться медные трубы.

Полный коэффициент теплопотерь является суммой трех составляющих: теплопотери через верхнюю часть солнечного коллектора, через его нижнюю часть и через боковые стенки. Если тепловые потери через боковые стенки весьма малы, то потери через нижнюю часть коллектора, а особенно через верхнюю его часть могут существенно снизить эффективность устройства.

Тепловые потери через нижнюю часть коллектора в большей степени зависят от материала и толщины слоя теплоизоляции и в меньшей степени от материала, из которого сделана задняя стенка коллектора. Чем меньше коэффициент теплопроводности утеплителя и больше её толщина, тем меньше теплопотери коллектора. Поэтому выбор теплоизоляции имеет очень большое значение. Однако, добавив в конструкцию коллектора отражающий слой можно еще больше снизить теплопотери. Данный слой, как правило, наносится на внутренние стороны боковых стенок и теплоизоляции и отражает инфракрасное излучение, идущее от труб устройства. В качестве такого слоя может послужить алюминиевая фольга либо фольгированный утеплитель.

Теплопотери через верхнюю часть коллектора можно снизить несколькими способами. Во-первых, как уже упоминалось ранее, для этих целей служит селективная поверхность, которая увеличивает поглощение и снижает уровень инфракрасного излучения, исходящего от пластины. Во-вторых, перед нанесением дополнительного абсорбирующего слоя поверхность лучепоглощающего листа полируется, что снижает уровень длинноволнового излучения. В-третьих, светопрозрачный слой размещается на некотором расстоянии от абсорбирующей поверхности, при этом воздушная прослойка между ними будет являться теплоизоляцией. С увеличением количества стеклянных покрытий, теплопотери через верхнюю часть коллектора уменьшаются. Это связано с увеличением суммарного значения сопротивления теплопередаче светопрозрачного слоя. Однако не стоит забывать, что это снизит его светопрозрачность. Теплопроводность остекления можно уменьшить и другим способом. Между двумя светопрозрачными слоями можно закачать инертный газ (аргон, криптон или ксенон), что позволит уменьшить конвективный перенос тепла через верхнюю часть коллектора. Такое техническое решение можно реализовать при помощи стеклопакета, но это приведет к значительному удорожанию и увеличению веса устройства.

Теплопотери в окружающую среду можно уменьшить, не внося изменения в конструкцию плоского солнечного коллектора. Если увеличить расход теплоносителя через трубный узел коллектора, то перепад температур на входе в коллектор и на выходе из него уменьшится. В свою очередь это приводит к уменьшению общей температуры коллектора, а, следовательно, и к уменьшению теплопотерь в окружающую среду. Можно сделать вывод, что полезная энергия коллектора при этом увеличится.

При разработке плоских гелиоколлекторов стараются добиться того, чтобы соотношение полезная площадь/общая площадь коллектора была как можно меньше. Это позволяет поглотить максимальное количество солнечной энергии, падающей на имеющуюся общую площадь устройства.

Такие природные явления как перемена погоды и климата, восход и закат солнца, чередование дня и ночи, ветер и сезонное изменение угла падения солнечных лучей оказывают значительное влияние на эффективность коллектора. Данные факторы невозможно контролировать, однако можно снизить их воздействие. Этого можно добиться несколькими способами. Во-первых, эффективность солнечного коллектора можно повысить, изменяя угол его наклона. Это позволит подстроиться под сезонное изменение угла падения солнечных лучей и добиться того, чтобы они всегда падали на поверхность коллектора под углом 90°, что в свою очередь обеспечит эффективную работу гелиоустановки. В летнее время необходимо увеличить угол наклона, а в зимнее, соответственно - уменьшить (рис. 1).

УГОЛ НАКЛОНА СОЛНЕЧНЫХ ПАНЕЛЕЙ ПО ВРЕМЕНАМ ГОДА

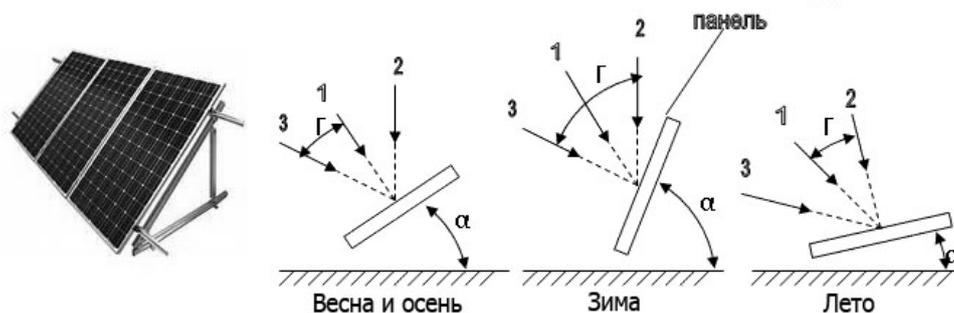


Рис. 1. Угол наклона солнечных панелей в зависимости от времени года

Однако для изменения этого угла необходимы дополнительные финансовые и трудовые ресурсы и не всегда имеется возможность осуществлять данный процесс (например, если плоский коллектор прикреплен крыше без регулируемой рамы). Поэтому в качестве оптимального угла наклона солнечных коллекторов рекомендуется принимать значение, равное географической широте места установки устройства. В таком случае не нужно будет регулировать наклон гелиоустановки, хотя её эффективность при этом и будет несколько ниже. Также на солнечные коллекторы можно установить систему слежения за положением солнца [4], которая будет поворачивать установку вслед за ним, что позволит повысить дневную выработку коллектора. В основном такие системы применяются на фотоэлектрических установках [5], однако их можно адаптировать и для солнечных коллекторов, например, применив гибкие трубы для подвода и отвода теплоносителя. Но при этом стоит понимать, что, во-первых, данную систему можно реализовать только в том случае, если гелиоустановки установлены на открытой местности, а во-вторых, она требует немалых финансовых затрат. Поэтому солнечные коллекторы без системы слежения за солнцем, как правило, ориентируют на юг. Это позволит получить большую производительность устройства при минимальных затратах.

Список литературы / References

1. Кныш Л.И. Метод учета тепловой проводимости абсорбера в плоском солнечном коллекторе // Л.И. Кныш // International Scientific Journal Life and Ecology, 2014. № 2. С. 21.
2. Твайделл Дж. Возобновляемые источники энергии: Перевод с английского / Дж. Твайделл, А. Уэйр. М.: Энергоатомиздат, 1990. 392 с.
3. Духопельников Д.В. Селективные покрытия для солнечных коллекторов / Д.В. Духопельников, С.Г. Ивахненко, М.К. Марахтанов // Известия ВУЗов. Сер. «Машиностроение», 2012. Спец.вып. Работы студентов и молодых ученых МГТУ им. Н.Э. Баумана. С. 75-80.
4. Патент № 2313046 С2 Российская Федерация, МПК F24J 2/38 (2006.01). Автономная система слежения за перемещением солнца по небосводу / Кабанов М.В., Ерофеев В.Я., Тарасова А.И., Гупало Д.Ф.; заявитель и патентообладатель Институт мониторинга климатических и экологических систем. № 2006103187/06; заявл. 03.02.2006; опубл. 20.12.2007, Бюл. № 35. 3 с.
5. Шиняков Ю.А. Автоматизированная фотоэлектрическая установка с повышенной энергетической эффективностью / Ю.А. Шиняков, Ю.А. Шурыгин, В.В. Аржанов, А.В. Осипов, О.А. Теуцаков, К.В. Аржанов // Доклады ТУСУРа, 2011. № 2 (24), часть 1. С. 282-287.