МОРДОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ИМЕНИ Н.П.ОГАРЕВА

Институт механики и энергетики

Кафедра теплоэнергетических систем

## ЗАДАНИЕ НА РАСЧЕТНУЮ РАБОТУ

Студент

1 Тема Расчет долгосрочных характеристик системы солнечного теплоснабжения

2 Исходные данные для научного исследования (проектирования)

Расчетная температура отопительного периода tнр = - 4,00 оС.

Географическая широта φ = 40,46 ˚СШ.

Остальные данные, необходимые для расчета, представлены таблице1 и таблице 2.

Таблица 1 - Данные для расчета

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Город | Vзд,м3 | tв, оС | nж, чел | тип коллектора | vак, л/м3 | А,м2 |
| А1 | А2 | А3 |
| 21 | Баку | 1380 | 20 | 7 | 1 | 95 | 45 | 90 | 140 |

Таблица – Исходные данные

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| месяц | суммарная солнечная радиация, МДж/м2 | среднемесячная температура, оС | альбедо |
| январь | 5,42 | 3,90 | 0,23 |
| февраль | 7,93 | 4,10 | 0,24 |
| март | 12,58 | 6,3 | 0,22 |
| апрель | 18,43 | 11,20 | 0,23 |
| май | 23,94 | 17,70 | 0,22 |
| июнь | 26,80 | 22,60 | 0,22 |
| июль | 25,42 | 25,70 | 0,22 |
| август | 23,10 | 25,70 | 0,23 |
| сентябрь | 16,77 | 21,80 | 0,23 |
| октябрь | 10,68 | 16,60 | 0,23 |
| ноябрь | 6,43 | 11,10 | 0,23 |
| декабрь | 5,00 | 6,80 | 0,23 |

3 Содержание расчетной работы

3.1 Определение тепловых нагрузок системы.

3.2 Определение параметров солнечного коллектора.

3.3 Определение прихода солнечной радиации.

3.4 Определение влияния ориентации коллектора.

3.5 Определение влияния теплообменника.

3.6 Расчет доли тепловой нагрузки, обеспечиваемой за счет солнечной энергии.

Руководитель работы

 подпись, дата, инициалы, фамилия

Задание принял к исполнению

 дата, подпись

**Введение**

При существующем уровне научно- технического прогресса энергопотребление может быть покрыто лишь за счет использования органических топлив (уголь, нефть, газ), гидроэнергии и атомной энергии.

Однако, по данным многочисленных исследований, органическое топливо может удовлетворить потребности мировой энергетики к 2020 году лишь частично. Остальная часть энергопотребления может быть удовлетворена за счет использования нетрадиционных возобновляемых источников энергии.

Отличительной чертой энергии возобновляемых источников является то, что она не является следствием целенаправленной деятельности человека.

Системы солнечного теплоснабжения в качестве источника тепловой энергии используют солнечную радиацию.

 Эти системы характеризуются наличием специального элемента – гелиоприемнмка, предназначенные для улавливания солнечной радиации и преобразования её в тепловую энергию.

В данной расчетной работе представлен расчет долгосрочных характеристик системы солнечного теплоснабжения, позволяющий прогнозировать долю нагрузки теплоснабжения здания, покрываемой за счет солнечной энергии.

Содержание

Введение ………………………………………………………………….….4

1 Определение тепловых нагрузок системы………………………………..6

2 Определение параметров солнечного коллектора………………………..9

3 Определение прихода солнечной радиации……………………………..10

4 Определение влияния ориентации коллектора………………………….13

5 Определение влияния теплообменника………………………………….15

6 Расчет доли тепловой нагрузки, обеспечиваемой за счет солнечной энергии ………………………………………………………………………16

Заключение …………………………………………………………………19

Список использованных источников ……………………………………..20

# 1 Определение тепловых нагрузок системы

Месячная тепловая нагрузка системы отопления, Вт, определяется по формуле

 (1.1)

где - удельная отопительная характеристика здания, Вт/м2 (табл.2.1.1 [1]);

 - поправочный коэффициент (табл.2.1.2 [1]);

 - температура внутри здания, оС;

 - среднемесячная температура наружного воздуха, оС;

, (1.2)

.

Поправочный коэффициент  :

, (1.3)

.

Месячная тепловая нагрузка системы отопления для января составит:

0,50•1,75•1380(20,00-3,90)=1207,5•16,1=19440,75 Вт.

Для остальных месяцев аналогично, результат приведен в таблице1.1.

Месячное потребление тепловой энергии на отопление, Дж/мес :

Qот.м = Qот•nс , (1.4)

где nс – число секунд в месяце.

Месячное потребление тепловой энергии на отопление в январе :

Qот.м = 19440,75•2678400=52,07 ГДж.

Для остальных месяцев аналогично, результат приведен в таблице1.1.

Нагрузка горячего водоснабжения, Вт, определяется по формуле:

 (1.4)

где  - удельный расход воды на одного человека, =0,0005кг/(с•чел);

 - количество человек, чел;

 - удельная теплоемкость воды,  = 4186 Дж/(кг0С);

 - температура горячей воды,= 600С;

- температура холодной воды, летом=150С, зимой=50С.

Нагрузка горячего водоснабжения для января

•7•4186(60-5) = 805,81 Вт.

 Для остальных месяцев аналогично, результат приведен в таблице1.1.

Месячное потребление тепловой энергии на горячее водоснабжение, Дж/мес определяется по формуле:

. (1.5)

Месячное потребление тепловой энергии на горячее водоснабжение в январе:

•2678400=2,16 ГДж/мес.

Для остальных месяцев аналогично, результат приведен в таблице1.1.

Полное месячное потребление тепловой энергии, Дж/мес:

. (1.6)

Полное месячное потребление тепловой энергии в январе:

 .

Для остальных месяцев аналогично, результат приведен в таблице1.1.

Таблица 1.1 – Нагрузки системы солнечного теплоснабжения.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| месяц | tнр,˚С | nc, сек. | Qот, Вт. | Qот.м., ГДж. | Qгв., Вт | Qгв.м., ГДж. | Qм., ГДж. |
| январь | 3,90 | 2678400 | 19396,314 | 52,07 | 805,81 | 2,16 | 54,23 |
| февраль | 4,10 | 2419200 | 19155,366 | 46,45 | 805,81 | 1,95 | 48,40 |
| март | 6,3 | 2678400 | 16504,938 | 44,31 | 805,81 | 2,16 | 46,47 |
| апрель | 11,20 | 2592000 | 0 | 0 | 659,30 | 1,71 | 1,71 |
| май | 17,70 | 2678400 | 0 | 0 | 659,30 | 1,77 | 1,77 |
| июнь | 22,60 | 2592000 | 0 | 0 | 659,30 | 1,71 | 1,71 |
| июль | 25,70 | 2678400 | 0 | 0 | 659,30 | 1,77 | 1,77 |
| август | 25,70 | 2678400 | 0 | 0 | 659,30 | 1,77 | 1,77 |
| сентябрь | 21,80 | 2592000 | 0 | 0 | 659,30 | 1,71 | 1,71 |
| октябрь | 16,60 | 2678400 | 0 | 0 | 659,30 | 1,77 | 1,77 |
| ноябрь | 11,10 | 2592000 | 0 | 0 | 659,30 | 1,71 | 1,71 |
| декабрь | 6,80 | 2678400 | 15902,568 | 42,69 | 805,81 | 2,16 | 44,85 |

2 Определение параметров солнечного коллектора

Эффективность коллектора определяется по формуле

 (2.1)

где - полезная энергия, отводимая из коллектора, Вт;

А – площадь коллектора, м2;

 - коэффициент отвода тепла из коллектора;

 - площадь потока суммарной солнечной радиации в плоскости коллектора, Вт/ м2;

 - пропускательная способность прозрачных покрытий по отношению к солнечному излучению;

 - проницательная способность пластины по отношению к солнечному излучению;

 - полный коэффициент тепловых потерь коллектора, Вт/( м2•˚С);

 - температура жидкости на входе в коллектор, ˚С;

 - температура окружающей среды, ˚С.

При условии = const зависимость коллектора от параметра  линейна, причем угловой коэффициент прямой равен - , а координата точки пересечения с вертикальной осью составляет .

Для коллектора КМЗ(нерж. сталь) в соответствии с рис.2.2.1 [1]

 = 0,78. Угловой коэффициент прямой есть тангенс её угла наклона, тогда - = tgα,

 -= = 4,6.

3 Определение прихода солнечной радиации

Среднемесячный дневной приход суммарной солнечной радиации на наклонную поверхность  равен:

, (3.1)

где E - среднемесячный дневной приход суммарной солнечной радиации на горизонтальную поверхность;

R – отношение среднемесячных дневных приходов суммарной радиации на наклонную и горизонтальную поверхности.

 (3.2)

где  - среднемесячный дневной приход диффузной радиации на горизонтальную поверхность;

 - отношение среднемесячных дневных приходов прямой радиации на наклонную и горизонтальную поверхности;

β – угол наклона коллектора к горизонту;

ρ – отражательная способность земли.

, (3.3)

где  - показатель облачности.

, (3.4)

где - среднемесячный приход солнечной радиации на горизонтальную поверхность за пределами земной атмосферы (табл.2.3.1 [1]).

. (3.5)

Для января

.

.

.

Для остальных месяцев аналогично, результаты приведены в таблице 3.1.

 определяем по номограмме рис.2.3.2[1]. Для января  = 2,26.

 Отношение среднемесячных дневных приходов суммарной радиации на наклонную и горизонтальную поверхности составит

.

Среднемесячный дневной приход суммарной солнечной радиации на наклонную поверхность в январе составит

 = 5,42•1,60=8,67 МДж/м2.

Для остальных месяцев аналогично, результаты приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Среднемесячный дневной приход солнечной радиации на наклонную поверхность.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| месяц |  |  |  |  | R |  |
| январь | 5,42 | 0,37 | 0,50 | 2,26 | 1,60 | 8,67 |
| февраль | 7,93 | 0,39 | 0,47 | 1,85 | 1,42 | 11,27 |
| март | 12,58 | 0,46 | 0,40 | 1,40 | 1,22 | 15,33 |
| апрель | 18,43 | 0,54 | 0,34 | 1,19 | 1,11 | 20,51 |
| май | 23,94 | 0,61 | 0,28 | 0,91 | 0,93 | 22,21 |
| июнь | 26,80 | 0,65 | 0,25 | 0,81 | 0,85 | 22,89 |
| июль | 25,42 | 0,63 | 0,27 | 0,81 | 0,86 | 21,74 |
| август | 23,10 | 0,64 | 0,26 | 1,09 | 1,06 | 24,55 |
| сентябрь | 16,77 | 0,57 | 0,32 | 1,31 | 1,20 | 20,15 |
| октябрь | 10,68 | 0,48 | 0,38 | 1,68 | 1,40 | 14,95 |
| ноябрь | 6,43 | 0,40 | 0,47 | 2,18 | 1,60 | 10,30 |
| декабрь | 5,00 | 0,37 | 0,50 | 2,43 | 1,69 | 8,44 |

4. Определение влияния ориентации коллектора

В зависимости от ориентации коллектора и времени года среднемесячные значения пропускательной и поглощательной способности могут быть значительно меньше, чем при нормальном падении излучения.

, (4.1)

где ,, - среднемесячные значения приведенной поглощательной способности по отношению к прямому, диффузному и отраженному от земли излучениям.

Среднемесячный угол падения прямого излучения определим по рисунку 2.4.3[1]. Для января = 42,5˚. Из рисунка 2.4.1 и рисунка 2.4.2 определяем =0,97, =0,98 соответственно.

 .

Для остальных месяцев аналогично, результат приведен в таблице 4.1.1.

Средние углы падения диффузного и отражённого излучений для любого месяца принимается равными 60˚.

==0,88,.

.

.

 Для остальных месяцев аналогично, результат приведен в таблице 4.1.1.

Таблица 4.1.1 – Среднемесячная приведенная поглощательная способность.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Месяц |  |  | Первоеслагаемое |  | Второеслагаемое |  | Третьеслагаемое |  |
| Январь | 42,5 | 0,95 | 0,66 | 0,82 | 0,23 | 0,82 | 0,01 | 0,91 |
| Февраль | 39 | 0,96 | 0,66 | 0,82 | 0,24 | 0,82 | 0,02 | 0,92 |
| Март | 37,5 | 0,97 | 0,67 | 0,82 | 0,24 | 0,82 | 0,02 | 0,92 |
| Апрель | 38 | 0,97 | 0,69 | 0,82 | 0,22 | 0,82 | 0,02 | 0,93 |
| Май | 41,5 | 0,96 | 0,67 | 0,82 | 0,22 | 0,82 | 0,02 | 0,92 |
| Июнь | 43,5 | 0,95 | 0,67 | 0,82 | 0,22 | 0,82 | 0,03 | 0,91 |
| Июль | 42,5 | 0,95 | 0,66 | 0,82 | 0,23 | 0,82 | 0,03 | 0,91 |
| Август | 39 | 0,96 | 0,73 | 0,82 | 0,18 | 0,82 | 0,02 | 0,93 |
| Сентябрь | 37,5 | 0,97 | 0,72 | 0,82 | 0,19 | 0,82 | 0,02 | 0,93 |
| Октябрь | 38 | 0,97 | 0,72 | 0,82 | 0,20 | 0,82 | 0,02 | 0,93 |
| Ноябрь | 41,5 | 0,96 | 0,70 | 0,82 | 0,21 | 0,82 | 0,01 | 0,92 |
| Декабрь | 43,5 | 0,95 | 0,69 | 0,82 | 0,21 | 0,82 | 0,01 | 0,91 |

5. Определение влияния теплообменника

Отношение называют поправочным коэффициентом, учитывающим влияние теплообменника.

 (5.1)

где - меньший из двух водяных эквивалентов в теплообменнике;

 - теплоемкость теплоносителя в контуре солнечного коллектора.

Для антифриза при А = 45 м2

.

Для воды

.

Для антифриза при А = 90м2  и А =140м2 соответственно  и .



Для других значений А значение  останется неизменным.

6. Расчёт доли тепловой нагрузки, обеспечиваемой за счёт солнечной

энергии

Энергетический баланс системы солнечного теплоснабжения за месячный период можно представить в виде

, (6.1)

где - месячная теплопроизводительность солнечной установки, Дж/мес;

 - сумма месячных нагрузок отопления и горячего водоснабжения, Дж/мес;

 - общее количество энергии, полученное в течение месяца от дублирующего устройства, Дж/мес;

 - изменение количества энергии в аккумулирующей установке, Дж.

Если пренебречь , то

 (.6.2)

где  - доля полной месячной тепловой нагрузки , обеспечиваемой за счёт солнечной энергии. Зависимость между ,  и  в диапазоне ,  можно описать следующим уравнением:

 (6.3)

 (6.4)

 (6.5)

 (6.6.)

Произведем расчет для января при А = 45м2:

;

;

;

.

Для других месяцев при других значениях площади коллектора расчет производится аналогично, результат приведен в табл.6.1. и представлен в виде зависимости доли годовой нагрузки от площади коллектора на рис.6.1.

Таблица 6.1 – Определение доли нагрузки, обеспечиваемой за счет солнечной энергии

|  |  |
| --- | --- |
|   | *Определение доли нагрузки, обеспечиваемой за счёт солнечной энергии* |
|   | *П Л О Щ А Д Ь К О Л Л Е К Т О Р А , м²* |
| Месяц | *А1* | *А2* | *А3* |
|  | *X* | *Y* | *f* | *f\*Qm,**ГДж* | *X* | *Y* | *f* | *f\*Qm,**ГДж* | *X* | *Y* | *f* | *f\*Qm,**ГДж* |
| Январь | 0,96 | 0,15 | 0,09 | 4,82 | 1,92 | 0,30 | 0,17 | 9,23 | 3,00 | 0,47 | 0,25 | 13,70 |
| Февраль | 0,98 | 0,20 | 0,14 | 6,60 | 1,95 | 0,41 | 0,26 | 12,44 | 3,03 | 0,63 | 0,38 | 18,12 |
| Март | 1,12 | 0,32 | 0,23 | 1,08 | 2,25 | 0,64 | 0,43 | 19,76 | 3,50 | 0,99 | 0,60 | 27,67 |
| Апрель | 29,53 | 11,26 | 1,00 | 1,71 | 59,06 | 22,52 | 1,000 | 1,70 | 91,86 | 35,03 | 1,00 | 1,71 |
| Май | 29,53 | 12,09 | 1,00 | 1,71 | 59,06 | 24,19 | 1,000 | 1,76 | 91,86 | 37,62 | 1,00 | 1,77 |
| Июнь | 29,53 | 12,38 | 1,00 | 1,71 | 59,06 | 24,75 | 1,000 | 1,70 | 91,86 | 38,45 | 1,00 | 1,71 |
| Июль | 29,53 | 11,73 | 1,00 | 1,71 | 59,06 | 23,46 | 1,000 | 1,76 | 91,86 | 36,49 | 1,00 | 1,77 |
| Август | 29,53 | 13,48 | 1,00 | 1,71 | 59,06 | 26,95 | 1,000 | 1,76 | 91,86 | 41,93 | 1,00 | 1,77 |
| Сентябрь | 29,53 | 11,13 | 1,00 | 1,71 | 59,06 | 22,26 | 1,000 | 1, | 91,86 | 34,63 | 1,00 | 1,71 |
| Октябрь | 29,53 | 8,25 | 1,00 | 1,71 | 59,06 | 16,50 | 1,000 | 1,76 | 91,86 | 25,67 | 1,00 | 1,77 |
| Ноябрь | 29,53 | 5,63 | 1,00 | 1,71 | 59,06 | 11,25 | 1,000 | 1,70 | 91,86 | 17,51 | 1,00 | 1,71 |
| Декабрь | 1,17 | 0,18 | 0,11 | 4,68 | 2,33 | 0,36 | 0,20 | 8,89 | 3,63 | 0,56 | 0,29 | 13,08 |
| Сумма |  |  |  | 40,83 |  |  |  | 64,23 |  |  |  | 86,46 |
| Доля … |  |   |   | 0,20 |   |   |   | 0,31 |   |   |   | 0,42 |



Рис.6.1 – Зависимость доли годовой нагрузки, обеспечиваемой за счет солнечной энергии, от площади коллектора .

Заключение

В результате выполнения работы было установлено, что при площади солнечного коллектора А= 45,90,140 м2 доля нагрузки, обеспечиваемой за счет солнечного коллектора составляет 0,20; 0,31; 0,42 соответственно. Зависимость между площадью солнечного коллектора и долей нагрузки нелинейная.

Используя полученные данные можно спроектировать теплоснабжение объекта с учетом доли нагрузки, обеспечиваемой за счет солнечного коллектора.

Список использованных источников

1. Агеев В. А. Расчет долгосрочных характеристик системы солнечного теплоснабжения / В. А. Агеев .- Саранск: Изд-во Мордов. ун-та,2004. – 16с.

2. Бекман У. Расчет системы солнечного теплоснабжения: Пер. с англ./ У. Бекман, С.Клейн, Дж. Даффи. М.:Энергоиздат, 1982. 80с.

3. ГОСТ Р 51595 – 2000. Нетрадиционная энергетика. Солнечная энергетика. Коллекторы солнечные. Общие технические условия. М.: ИПК Изд-во стандартов, 2000.

4. Теплонасосные гелиосистемы отопления и горячего водоснабжения зданий / М. С. Плешка, П. М. Вырлан, Ф. И. Стратан, С. Г. Булкин. Кишинёв: Штиинца, 1990. 122 с.

5. Энергосбережение в системах теплоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха: Справ. пособие / Л. Д. Богуславский, В. И. Ливчак, В. П. Титов и др.; Под ред. Л. Д. Богуславского, В. И. Ливчака. М.: Стройиздат, 1990. 624 с.