**Группа МиЭТ-441**

**Задание на выполнение контрольной работы по дисциплине**

**«Нетрадиционные возобновляемые источники энергии»**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №варианта | Фамилия И.О. | № района | Кол-во проживающихn | Норма потреблениял/чел | Замещаемое топливо |
| 1 | Алексеев И.В. | 1 | 3 | 120 | Электроэнергия |
| 2 | Бузмаков В.Г. | 2 | 5 | 110 | Жидкое топливо |
| 3 | Задорин Е.О. | 3 | 4 | 120 | Каменный уголь |
| 4 | Захаров А.В. | 4 | 3 | 95 | Бурый уголь |
| 5 | Захаров А.А. | 5 | 2 | 100 | Газ |
| 6 | Звездин В.А. | 1 | 4 | 120 | Электроэнергия |
| 7 | Игонин Д.О. | 2 | 5 | 105 | Жидкое топливо |
| 8 | Касимов Д.С. | 3 | 4 | 110 | Каменный уголь |
| 9 | Лоскутников В.В. | 4 | 4 | 90 | Бурый уголь |
| 10 | Лоскутников Е.В. | 5 | 2 | 105 | Газ |
| 11 | Мальцев Д.В. | 1 | 4 | 107 | Электроэнергия |
| 12 | Марихин А.О. | 2 | 3 | 110 | Жидкое топливо |
| 13 | Мартюшев Э.В. | 3 | 5 | 95 | Каменный уголь |
| 14 | Мельников К.А. | 4 | 2 | 100 | Бурый уголь |
| 15 | Рукавишников Д.Н. | 5 | 5 | 90 | Газ |
| 16 | Рыжичков О.А. | 1 | 3 | 105 | Электроэнергия |
| 17 | Рябчиков К.М. | 2 | 2 | 115 | Жидкое топливо |
| 18 | Степаненко Е.А. | 3 | 5 | 95 | Каменный уголь |
| 19 | Фалилеев Д.А. | 4 | 3 | 100 | Бурый уголь |
| 20 | Хидиятуллин В.З. | 5 | 1 | 105 | Газ |
| 21 | Частухин В.В. | 1 | 3 | 110 | Электроэнергия |
| 22 | Шишков К.В | 2 | 2 | 90 | Жидкое топливо |

**Расчет гелиоэнергетической установки**

Порядок расчета

**1. Рассчитывается суммарная солнечная радиация в среднем за день данного месяца**

а) на горизонтальную поверхность

$Н=Н\_{о}(а+в\frac{S}{S\_{o}})$, *МДж/м2,* (1)

где *Но* - *а* и *в* – коэффициенты, S – действительная длительность солнечного сияния, ч; *So* – возможная продолжительность солнечного сияния, ч

Значения коэффициентов *а, в, So*для Челябинской области берутся из таблицы 1. Среднее значение S – по таблице 2.

$Н\_{о}=Н\_{э}⋅S$, *МДж/м2* (2)

где *Нэ* – эталонное (условное) значение суммарной энергии, принимается равным атмосферному (1360 Вт/м2 =1,36 кВт/м2).

Учитывая, что *1 кВт ч=3,6 МДж.,*  для каждого месяца *Но* будет:

*Но=1,36∙ S∙3,6 МДж/м2*

б) на наклонную поверхность:

$Н\_{Т}=Н⋅R$, *МДж/м2* (3)

где *R* – отношение среднемесячных дневных приходов суммарной энергии на наклонную и горизонтальную поверхности. Расчет следует проводить для углов наклона, когда ожидается максимум солнечной энергии в рассматриваемые месяцы. Для Челябинской области такими углами являются углы от 10 до 300. Данные для этих углов приведены в таблице 3.

 Результаты расчетов свести в таблицу:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Месяц | май | июнь | июль | август | сентябрь |
| Угол |  |  |  |  |  |
| 10о |  |  |  |  |  |
| 15о |  |  |  |  |  |
| 20о |  |  |  |  |  |
| 25о |  |  |  |  |  |
| 30о |  |  |  |  |  |

**2. Рассчитывается дневная удельная тепло-производительность гелиоустановки в i-том месяце:**

$Q\_{уд.i}^{дн}=F\_{R}[H\_{T\_{i}}(¯⋅¯)-U\_{L}¯(T\_{вх}-Т\_{о})⋅3,6⋅10^{-3}]$, МДж/м2, (4)

где FR=0,89 – коэффициент переноса тепла от коллектора к жидкости; τ – коэффициент проникновения солнечной радиации; α – коэффициент поглощения солнечной радиации; (в расчетах принимается τ∙α =0,7); UL=6 Вт/м2∙0К – коэффициент тепловых потерь; То – температура окружающего воздуха (в расчетах принимается среднее значение: в мае, сентябре То=150С, июнь, июль, август 200С); Твх – температура на входе в коллектор, которая определяется:

$Т\_{вх}=\frac{Т\_{0}+Т\_{б}}{2}$ (5)

где – Тб – температура воды в баке-аккумуляторе к концу дня (принимаем равной 850С

Дневная удельная теплопроизводительность рассчитывается для каждого солнечного месяца для углов наклона 10, 15, 20, 25 и 30 градусов, рекомендованных как наиболее оптимальные для Челябинской области.

Результаты расчетов сводятся в таблицу, аналогичную п.1б, по данным которой определяется значение дневной выработки за сезон для каждого угла наклона. Угол, при котором значение будет максимальным, принимается за оптимальный, и дальнейшие расчеты ведутся для этого угла наклона.

**3. Рассчитывается удельная месячная тепло-производительность гелиоустановки:**

$Q\_{уд.i}^{м}=Q\_{удi}^{дн}⋅N⋅ρ(S)$ , МДж (6)

где N – число дней в месяце; ρ(S) – вероятность продолжительности солнечного сияния для S≥9 час, (рис.1).

**4. Определяется потребное количество энергии для нагрева воды в месяц:**

$Q\_{п}^{м}=N⋅n⋅m⋅C(T\_{2}-T\_{o})$, МДж (7)

где n – количество людей; m – суточная норма расхода воды на 1 человека, кг; С=4,19 кДж/кг∙0К – теплоемкость воды; Т2 – температура нагретой воды; Т0 – температура окружающего воздуха.

Результаты заносятся в таблицу и определяется потребное количество энергии за сезон:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Месяц | май | июнь | июль | август | сентябрь | За сезон |
| Потребное количество энергии$Q\_{п}^{м},$МДж |  |  |  |  |  |  |

**5. Определяется необходимая площадь гелиоустановки в i - том месяце:**

$А\_{i}=\frac{Q\_{п.i}^{дн}}{Q\_{удi}^{дн}}$, м2 (8)

где $Q\_{пi}^{дн}=\frac{Q\_{п}^{м}}{N}$- дневная потребность в энергии.

По потребной площади гелиоустановки определяется количество солнечных коллекторов. Число коллекторов необходимо выбирать четным для их соединения по параллельно-последовательной схеме.

Площадь серийно выпускаемых Братским заводом отопительного оборудования солнечных коллекторов составляет 0,8 м2. Исходя из этого, и рассчитывается количество коллекторов для каждого месяца.

**6. Выбирается дублирующее оборудование**

Дополнительное оборудование необходимо в любом случае для восполнения энергии. Мощность дублирующего источника выбирается из условия полного отсутствия нагрева за счет солнечной энергии.

**7. Производится оценка энергетических показателей системы горячего водоснабжения**

Для каждой площади коллекторов, рассчитанных в п.5 рассматриваются их энергетические показатели с целью определения оптимальной площади.

**7.1. Коэффициент использования потенциальной энергии**

$К\_{ИСП}^{П.Э}=\frac{\sum\_{i=1}^{5}H\_{Ti}}{\sum\_{i=1}^{5}H\_{T(max)i}}$. (9)

Числитель представляет собой суммарное значение солнечной радиации за все месяцы для угла наклона, при котором это значение будет максимальным. В знаменателе стоит суммарная солнечная энергия в эти же месяцы под углом наклона, обеспечивающим максимальный приход солнечной радиации (по данным п.1б)

Коэффициент использования солнечной энергии показывает, на сколько эффективно используется солнечный потенциал гелиоустановкой при определенном угле наклона.

**7.2. Коэффициент использования энергии, вырабатываемой гелиоустановкой**

$К\_{ИС.i}^{ГУ}=\frac{Q\_{пол.i}}{Q\_{в.i}}$ , (10)

где *Qпол.i* – полезная энергия, вырабатываемая гелиоустановкой в i- том месяце (энергия, которая используется потребителем); *Qв.i* – энергия, вырабатываемая гелиоустановкой в i-том месяце, которая определяется:

 $Q\_{в.i}=Q\_{уд.i}^{дн}⋅A$, МДж , (1.11)

где А – площадь стандартных коллекторов, выбранная в п.5.

 Коэффициент использования энергии рассчитывается для каждого месяца и для каждой площади.

 Полезная энергия равна:

$$\begin{array}{c}Q\_{в.i},еслиQ\_{n.i}^{дн}\geq Q\_{в.i}\\Q\_{n.i},еслиQ\_{n.i}^{дн}\leq Q\_{в.i}\\Q\_{пол.i}=\begin{array}{c}\{\}\end{array}\{\}\end{array}$$

При $Q\_{n}^{дн}\geq Q\_{в.i}$ , коэффициент использования равен 1.

**7.3. Коэффициент обеспеченности потребителя солнечной энергией**

$К\_{об.i}=\frac{Q\_{пол.i}}{Q\_{n.i}^{дн}}$ (12)

 Расчеты ведутся для каждого месяца при различной площади гелиоустановки.

Результаты расчетов коэффициентов использования и обеспеченности за каждый месяц и за сезон сводятся в таблицу:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Площадь, м2 | май | июнь | июль | август | сентябрь | За сезон |
| Кисп | Коб | Кисп | Коб | Кисп | Коб | Кисп | Коб | Кисп | Коб | Кисп | Коб |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

 Проводится анализ таблицы с целью определения эффективности работы гелиоустановки.

**7.4. Коэффициент замещения потребной энергии**

$f\_{i}^{ГУ}=К\_{об.i}⋅p\_{i}(S)$ (13)

Коэффициент замещения рассчитывается с учетом вероятности солнечного сияния p(S) (рис.1) для каждого месяца при различной площади гелиоустановки. Вероятность солнечного сияния рассматривается для продолжительности S≥9 час. Данные заносятся в таблицу и суммируются за сезон.

**8. Оценка экономической эффективности использования гелиоустановок**

8.1 Определяется количество полезно вырабатываемой энергии при различной площади коллекторов ГЭУ:

$Q\_{пол.выр.}^{с}=Q\_{n}^{c}⋅f\_{i}^{c}$ (14)

 Данные для расчета берутся за сезон. Результаты расчетов для разных площадей сводятся в таблицу.

8.2. Определяется количество сэкономленного топлива при различной площади

$ΔВ\_{Т}=\frac{Q\_{пол}^{с}}{Q\_{р}^{н}⋅η\_{эк}}$т.у.т. (15)

где $Q\_{р}^{н}$- теплотворная способность условного топлива, принимается равной 29330 МДж/т.; ηэк – экономический к.п.д. гелиоустановки, который определяется произведением:

ηэк= ηтх ηтгу ηтс ηрег,

где ηтх =0,8 – коэффициент, учитывающий потери при транспортировке и хранении; ηтгу – коэффициент полезного использования теплогенерирующих установок (0,48 для электрической энергии, 0,55-0,8 для жидкого топлива; 0,45-0,65 для каменного угля; 0,4-0,5 – для бурого угля; 0,5-0,7 – для газа); ηтс =0,85 коэффициент, учитывающий потери теплоты в тепловых сетях; ηрег – коэффициент, характеризующий неточность регулирования подачи теплоты.

Расчеты сводятся в таблицу.

8.3. Оценивается эффективность гелиоустановки по энергетическим затратам

- количество энергии на создание ГЭУ:

$Э\_{ГЭУ}=Э\_{уд}^{ГЭУ}⋅А$ (17)

 Энергетические затраты на единицу площади солнечного коллектора составляет примерно $Э\_{уд}^{ГЭУ}$= 5700 МДж/м2, тогда

ЭГЭУ=5700 А, МДж.

 - эффективность энергозатрат:

$r=\frac{Q\_{пол}^{с}}{Э\_{ГУ}}=\frac{Q\_{пол}^{с}}{5700А}$ (18)

Расчет ведется для каждой из площадей гелиоустановки

-срок окупаемости различных вариантов гелиоустановки:

$Т=\frac{Э\_{ГУ}}{Q\_{пол}^{с}}=\frac{5700А}{Q\_{пол}^{с}},$ лет (19)

**9. Стоимостная оценка гелиоустановки**

9.1. Определяется сравнительная эффективность:

$Э\_{ср}=β\_{Т}ΔВ\_{Т}-αК\_{уд}⋅А$, (1.20)

где βТ – стоимость органического топлива (4000 руб./т.у.т.); ΔВТ – количество сэкономленного топлива, т.у.т.; α – коэффициент, учитывающий долю отчислений от капиталовложений К на амортизацию, текущий ремонт и др.( в расчетах принимается =0,1); Куд – капиталовложения на одну гелиоустановку, равные 1200 руб/м2.

Результаты расчетов сводим в таблицу.

9.2. Себестоимость тепловой энергии

$С\_{ГЭУ}=\frac{И\_{ГЭУ}}{Q\_{пол}}$, (21)

где ИГЭУ – годовые издержки на для каждой площади:

 $И\_{ГЭУ}=α⋅К\_{уд}⋅А$. (22)

По проведенным расчетам определяется наиболее выгодный вариант гелиоустановки.

Приложение

Таблица 1

|  |
| --- |
| Значение коэффициентов a, b, S0 для Челябинской области (52,5º с.ш.) |
| Величина | Месяц |
| январь | февраль | март | апрель | май | июнь |
| a | 0,15 | 0,14 | 0,20 | 0,17 | 0,12 | 0,10 |
| b | 0,18 | 0,41 | 0,40 | 0,45 | 0,54 | 0,54 |
| S0 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 16 |
| Величина | Месяц |
| июль | август | сентябрь | октябрь | ноябрь | декабрь |
| a | 0,18 | 0,11 | 0,14 | 0,19 | 0,16 | 0,13 |
| b | 0,40 | 0,48 | 0,44 | 0,44 | 0,42 | 0,32 |
| S0 | 16 | 14 | 12 | 10 | 8 | 8 |

Таблица 2

|  |
| --- |
| Среднее значение величины S для различных районов Челябинской области |
| Номер района. Характерные населенные пункты | Величина $¯$, ч, для месяца |
| январь | февраль | март | апрель | май | июнь |
| 1. Бреды, Кизильское, Карталы | 3,5 | 4,8 | 6,2 | 8,1 | 9,4 | 10,4 |
| 2. Агаповка, Варна, Троицк, Октябрьское | 3,1 | 4,5 | 5,8 | 7,8 | 9,2 | 10,3 |
| 3.Верхнеуральск, Чесма, Пласт, Еткуль, Увельское | 2,8 | 4,5 | 5,4 | 7,4 | 8,8 | 9,8 |
| 4. Чебаркуль, Аргаяш, Челябинск, Кунашак,Миасское | 2,5 | 4,2 | 5,2 | 7,4 | 8,6 | 9,6 |
| 5.Нязепетровск, Кыштым,Верхний Уфалей | 2,2 | 5,2 | 7,3 | 8,6 | 9,4 | 9,0 |
| Номер района. Характерные населенные пункты | Величина $¯$, ч, для месяца |
| июль | август | сентябрь | октябрь | ноябрь | декабрь |
| 1. Бреды, Кизильское, Карталы | 10,5 | 9,5 | 6,8 | 4,3 | 3,0 | 2,5 |
| 2. Агаповка, Варна, Троицк, Октябрьское | 10,3 | 8,9 | 6,4 | 3,8 | 2,9 | 2,5 |
| 3.Верхнеуральск, Чесма, Пласт, Еткуль, Увельское | 9,9 | 8,4 | 6,3 | 3,5 | 2,6 | 2,0 |
| 4. Чебаркуль, Аргаяш, Челябинск, Кунашак,Миасское | 9,4 | 7,9 | 5,6 | 3,4 | 2,2 | 1,9 |
| 5.Нязепетровск, Кыштым, В. Уфалей | 9,0 | 7,5 | 5,3 | 2,9 | 2,0 | 1,8 |

Таблица 3

|  |
| --- |
| Значения величины R для зоны Южного Урала |
| φ град. | Месяц |
| I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII |
| 5 | 1,22 | 1,15 | 1,08 | 1,03 | 1,01 | 1,00 | 1,00 | 1,02 | 1,05 | 1,10 | 1,19 | 1,24 |
| 10 | 1,44 | 1,30 | 1,17 | 1,07 | 1,02 | 1,00 | 1,01 | 1,04 | 1,11 | 1,21 | 1,38 | 1,47 |
| 15 | 1,65 | 1,45 | 1,24 | 1,10 | 1,02 | 1,00 | 1,01 | 1,06 | 1,15 | 1,31 | 1,57 | 1,70 |
| 20 | 1,85 | 1,58 | 1,31 | 1,12 | 1,02 | 0,99 | 1,00 | 1,07 | 1,19 | 1,40 | 1,74 | 1,93 |
| 25 | 2,05 | 1,71 | 1,38 | 1,14 | 1,02 | 0,98 | 1,00 | 1,08 | 1,23 | 1,48 | 1,91 | 2,14 |
| 30 | 2,23 | 1,83 | 1,43 | 1,16 | 1,01 | 0,96 | 0,98 | 1,08 | 1,25 | 1,56 | 2,07 | 2,34 |
| 35 | 2,40 | 1,94 | 1,48 | 1,17 | 1,00 | 0,94 | 0,97 | 1,08 | 1,27 | 1,63 | 2,21 | 2,52 |
| 40 | 2,55 | 2,04 | 1,52 | 1,17 | 0,98 | 0,92 | 0,94 | 1,06 | 1,28 | 1,69 | 2,34 | 2,69 |
| 45 | 2,69 | 2,13 | 1,55 | 1,17 | 0,95 | 0,89 | 0,92 | 1,05 | 1,29 | 1,74 | 2,46 | 2,85 |
| 50 | 2,82 | 2,20 | 1,57 | 1,16 | 0,92 | 0,86 | 0,89 | 1,02 | 1,28 | 1,78 | 2,57 | 2,99 |
| 55 | 2,88 | 2,16 | 1,59 | 1,15 | 0,89 | 0,82 | 0,85 | 1,00 | 1,27 | 1,75 | 2,62 | 3,10 |
| 60 | 3,01 | 2,31 | 1,59 | 1,13 | 0,85 | 0,78 | 0,81 | 0,96 | 1,25 | 1,83 | 2,73 | 3,21 |
| 65 | 3,08 | 2,35 | 1,59 | 1,11 | 0,81 | 0,74 | 0,77 | 0,93 | 1,23 | 1,84 | 2,79 | 3,29 |
| 70 | 3,13 | 2,37 | 1,58 | 1,08 | 0,77 | 0,69 | 0,73 | 0,88 | 1,19 | 1,84 | 2,83 | 3,35 |
| 75 | 3,16 | 2,38 | 1,55 | 1,05 | 0,72 | 0,65 | 0,68 | 0,84 | 1,15 | 1,83 | 2,85 | 3,38 |
| 80 | 3,18 | 2,37 | 1,52 | 1,01 | 0,67 | 0,60 | 0,63 | 0,78 | 1,11 | 1,81 | 2,86 | 3,40 |
| 85 | 3,17 | 2,35 | 1,48 | 0,97 | 0,62 | 0,54 | 0,58 | 0,73 | 1,05 | 1,78 | 2,84 | 3,40 |
| 90 | 3,14 | 2,31 | 1,43 | 0,92 | 0,56 | 0,49 | 0,52 | 0,67 | 0,99 | 1,73 | 2,81 | 3,37 |



Рис.1

Вопросы к зачету

1. Проблемы и задачи рационального электроснабжения малых потребителей.
2. Виды возобновляемых источников энергии и опыт их использования в мировой практике.
3. Технология использования солнечной энергии.
4. Методика выбора ветроэнергетической установки.
5. Технология использования энергии ветра.
6. Методика выбора ветроэнергетической установки.
7. Технология использования энергии малых рек.
8. Методика выбора малой гидроэнергетической установки.
9. Технология использования энергии биомассы.
10. Методика выбора биоэнергетической установки.
11. Технология использования энергии тепла земли.
12. Методика выбора теплонасосной энергетической установки.
13. Методика оценки экономии энергоресурсов при использовании возобновляемых источников энергии.
14. Технология совместного использования нескольких видов возобновляемых источников энергии.
15. Технико-экономические показатели системы энергоснабжения с использованием возобновляемых источников энергии.

Рекомендуемая литература:

1. Четошникова Л.М. Нетрадиционные возобновляемые источники энергии: Учебное пособие /Четошникова Л.М.- Челябинск :Изд-во ЮУрГУ, Эл.ресурс. 2010.-69 с.
2. Сибикин М.Ю., Сибикин Ю.Д. Нетрадиционные возобновляемые источники энергии. –М.: РадиоСофт. .- 2008. – 288 с.
3. Лосюк Ю.А., Кузьмич В.В. Нетрадиционные источники энергии.- Мн.: УП «Технопринт», 2005.-234 с.
4. Методические указания по выполнению контрольной работы по дисциплине «Нетрадиционные возобновляемые источники энергии» для студентов энергетического факультета. Челябинск, ЮУрГУ, Эл. ресурс. 2008.