

модельной установкой теплового насоса ТН.002РБЭ(2901.1) позволила произвести анализ зависимости коэффициента преобразования тепла от режимов работы теплового насоса, однако для повышения коэффициента преобразования тепла для данной установки необходимо значительное охлаждение воды. Так как установка имеет малую разность между температурой среды источника тепла и температурой среды потребителя тепла, наибольший коэффициент преобразования тепла теплового насоса равный 2 считается удовлетворительным. Для эффективного внедрения ТН на ТЭЦ необходим коэффициент преобразования тепла в диапазоне от 4 и более. Для достижения таких результатов требуется подбор теплонасосного оборудования других марок и технических характеристик. На данном этапе, произведенный мною опыт является удовлетворительным, так как для достижения большего коэффициента преобразования теплового насоса необходимо наличие соответствующего оборудования, в связи с этим получение нужного результата не представляется возможным.

К сожалению, тепловые насосы пока не относятся к дешевому оборудованию. Затраты на установку системы очень внушительны. Однако если рассматривать эксплуатационные расходы, то первоначальные вложения в геотермальный обогрев будут сравнительно быстро окупаться за счет энергосбережения. Используя тепловые насосы, можно экономить достаточно значительное количество энергии, а значит, и средств.

Список литературы

1. Карпеш М. А., Сенигов П. Н. Тепловой насос. Руководство по базовым экспериментам ТН.002 РБЭ (2901.1). Челябинск : Инженерно-производственный центр «Учебная техника», 2013. 19 с.

УДК 536.8

АККУМУЛИРОВАНИЕ ТЕПЛА СОЛНЕЧНОЙ РАДИАЦИИ ДОРОЖНЫМ ПОКРЫТИЕМ

И. С. Просвирина, С. В. Таргачев

*Астраханский государственный
архитектурно-строительный университет (Россия)*

Выполнена оценка аккумулирования тепла солнечной радиации многослойной конструкцией дороги. Определено количество теплоты, поступающей в грунт через многослойную и однослойную конструкции на глубину 0,8 м в каждый расчетный час расчетных суток июля месяца, а также по каждому месяцу года. Произведено сравнение коэффициента преобразования теплоты закрытого грунта, как источника низкого потенциала, с другими источниками (воздух, вода, открытый грунт).

Ключевые слова: *аккумуляция тепла, грунт, дорога, источник низкого потенциала, теплонасосная установка.*

Estimation of heat storage of solar radiation in a layered construction of the road. Determined the amount of heat flowing into the ground through the multilayer and single layer construction to a depth of 0.8 m in each settlement hour of the estimated day of the month of July and for each month of the year. A comparison of the conversion factor of heat to the greenhouse as a source of low potential, with other sources (air, water, open ground).

Keywords: heat storage, the soil, the road, the source of low potential heat pump installation.

Использование грунта как источника низкого потенциала для теплонасосных установок в условиях Астраханской области приводит к резкому понижению температуры грунта после 5-ти лет эксплуатации [4]. Поэтому основная задача проектирования систем сбора низкопотенциального тепла грунта – аккумулялирование тепла солнечной радиации. Одним из решений этой проблемы является экономически доступный, незагрязняющий окружающую среду способ аккумулялирования теплоты солнечной радиации асфальтом автодорожных перекрестков, дорог и пешеходных подходов к общественным центрам, т. к. черный асфальт – это природный поглотитель тепла.

Это становится актуальным, когда для системы сбора низкопотенциального тепла требуется большая площадь для размещения теплообменника, например, для теплохладоснабжения многоэтажных зданий.

В дорожном строительстве получили распространение многослойные конструкции, завершаемые обычно слоями асфальтобетона различного качества, цементобетона и др. Повышение термического сопротивления конструкции – обуславливает с одной стороны, снижение скорости охлаждения или нагревания верхнего слоя дороги (дорожной одежды) и подстилающего грунта, с другой некоторого возрастания перепада температур близ границы раздела слоев дорожной конструкции и, следовательно, увеличения температурного перепада.

В соответствии с [1, 4] выполним оценку аккумулялирования теплоты многослойной конструкцией дороги, состоящей из 4-х слоев (табл. 1) [1].

Таблица 1

Теплотехнические характеристики отдельных слоев конструкции дороги

№ слоя	Наименование слоя	Глубина слоя, Δx , м	Коэффициент теплопроводности, λ , Вт/м·К	Сопротивление теплопередачи, R_0 , м ² К/Вт
1	Асфальтобетон, горячий плотный (2 слоя)	0,15	1,40	0,107
2	Одномерный, гранитный щебень, обработанный вязким битумом	0,25	1,28	0,200
3	Суглинок укрепленный (2–6 % цемента и 6–2 % извести)	0,30	1,33	0,225
4	Песок средней крупности	0,10	2,00	0,050

Количество теплоты, поступающей в грунт на глубину 0,8 м в каждый расчетный час расчетных суток в июле месяце

$$Q = (q' + q'')F + \frac{t_{acф} - t_{cp}}{R_0} F \quad (1)$$

где q' , q'' – количество тепла, поступающего в грунт (горизонтальная поверхность) в июле соответственно прямой и рассеянной радиации, Вт/м² [5]; F – площадь поверхности дорожного покрытия, м² (для 7-ми этажного жилого дома примерно составляет 8110 м² (длина дороги 1158 м при ширине 7 м)); $t_{acф}$ – температура асфальтобетона на его поверхности, °С

$$t_{acф} = t_{н.ср} + 0,5A_{м.н}\beta_2 + \frac{(q_n + q_p)\varphi}{\alpha_n} \quad (2)$$

где $t_{н.ср}$ – средняя температура наружного воздуха в июле месяце, °С; $A_{м.н}$ – суточная температура наружного воздуха, °С; β_2 – коэффициент, учитывающие гармонические изменения температуры наружного воздуха [5]; q_n, q_p – количество теплоты соответственно прямой и рассеянной радиации [5], Вт/м²; α_n – коэффициент теплоотдачи воздуха к горизонтальной поверхности, Вт/м²°С; φ – коэффициент поглощения солнечной радиации (для асфальтобетона $\varphi=0,9$); t_{cp} – температура грунта на глубине 0,8 м

$$t_{cp} = \frac{\alpha_i t_n + \frac{\lambda_i}{\Delta x_i} t_{ei}}{2 + \frac{\lambda_i}{\Delta x_i}} \quad (3)$$

где α_i – коэффициент теплоотдачи i – го слоя, Вт/м²°С; t_{ni} – температура наружной поверхности i – го слоя, °С; λ_i – коэффициент теплопроводности i -го слоя, Вт/м°С; Δx_i – глубина i – го слоя, м; t_{ei} – температура внутренней поверхности i -го слоя, °С.

Из таблицы 2, полученной на основании формул (1), (2), (3) с учетом природно-климатических условий Астраханской области (географическая широта 48° с.ш.) видно, что даже в утренние и вечерние часы расчетных суток, когда температура наружного воздуха не превышает 18 градусов по Цельсию, температура асфальта не опускается ниже 25 °С, а температура грунта на глубине 0,8 м в жаркие часы суток превышает температуру асфальта, что говорит о высоких теплоаккумулирующих свойствах грунта и в дальнейшем позволяет получить высокий коэффициент преобразования тепла (табл. 3) [6].

Таблица 2

Количество теплоты, поступающей в грунт на глубину 0,8 м
в каждый расчетный час расчетных суток в июле месяце

Часы	Температура асфальта $t_{асф}, \text{ }^{\circ}\text{C}$	Температура открытого грунта* $t_{гр}, \text{ }^{\circ}\text{C}$	Температу- ра закрыто- го грунта** $t_{гр}^{асф}, \text{ }^{\circ}\text{C}$	Количество поступающей теплоты через открытый грунт $Q_{гр},$ кВт	Количество поступающей теплоты через закрытый грунт $Q_{гр}^{асф}, \text{ кВт}$
5–6	24,85	18,3	31,54	1451,690	1872,839
6–7	32,23	22,5	38,57	3647,473	4258,605
7–8	41,07	27,4	46,96	6254,838	6906,269
8–9	48,94	31,7	54,50	8720,278	9383,986
9–10	57,20	36,7	55,02	10613,963	11415,557
10–11	62,10	39,4	66,96	12073,763	12736,566
11–12	65,53	41,6	70,30	12870,158	13492,744
12–13	66,52	42,3	71,17	12844,213	13494,253
13–14	65,00	41,7	69,72	12085,928	12738,326
14–15	61,08	39,7	66,00	10632,210	11326,283
15–16	55,60	36,9	60,80	8750,690	9388,513
16–17	48,02	32,8	53,57	6287,278	6911,173
17–18	39,72	28,3	45,68	3681,940	4263,131
18–19	32,31	24,2	38,62	1484,130	1877,617
среднее	50,10	33,1	54,95	7957,938	8790,211

* грунт, состоящий из 1-го слоя (песок средней крупности)

** грунт под тремя слоями дорожного покрытия

Таблица 3

Коэффициенты преобразования теплоты для источников
низкопотенциального тепла – открытый и закрытый грунт
для природно-климатических условий Астраханской области

Меся- цы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Сред- ние за год
$t_{НВ}, \text{ }^{\circ}\text{C}$	-5,4	-4,9	1,4	11,4	18,1	22,7	25,1	23,1	17,4	9,3	3,5	-1,5	10,03
$\mu_{НВ}$	1,60	1,65	2,17	2,67	3,10	3,48	3,70	3,51	3,07	2,56	2,27	2,06	2,65
$t_{РВ}, \text{ }^{\circ}\text{C}$	2,0	2,0	3,2	7,6	13,4	18,6	23,1	22,7	19,2	12,6	6,2	2,9	11,13
$\mu_{РВ}$	2,20	2,20	2,26	2,47	2,80	3,16	3,53	3,49	3,20	2,75	2,40	2,25	2,73
$t_{Г}, \text{ }^{\circ}\text{C}$	7,5	6,1	5,9	7,3	11,0	14,6	17,4	19,1	19,1	16,7	13,6	10,2	12,38
$\mu_{Г}$	2,46	2,39	2,38	2,45	2,65	2,87	3,07	3,19	3,19	3,02	2,81	2,61	2,76
$t_{гр}^{асф}, \text{ }^{\circ}\text{C}$	6,8	11,3	24,5	42,2	51,6	61,2	61,9	59,5	48,3	32,9	19,9	11,5	35,9
$\mu_{гр}^{асф}$	2,01	2,67	3,87	4,51	6,17	9,22	9,48	7,03	4,98	4,12	3,53	2,65	5,08

Из таблицы 3 следует, что использование черного асфальта как поглотителя теплоты приводит к увеличению температуры грунта в среднем за год в 3 раза по сравнению с другими источниками низкопотенциального тепла, что замедлит постепенное замерзание грунта на глубине заложения теплообменника теплонасосной установки.

Таким образом, применение многослойной конструкции дорожного покрытия позволяет увеличить коэффициент преобразования тепла (КПТ) закрытого грунта $\mu_{cp}^{асф}$ по сравнению с КПТ других источников низкопотенциального тепла почти в 2 раза, а количество теплоты, поступающей в закрытый грунт на глубину 0,8 м в каждый расчетный час расчетных суток в июле месяце выше количества теплоты, поступающей в открытый грунт на 10 %.

Список литературы

1. Михайлов А. В., Коцюбинская Т. А. Строительная теплотехника дорожных одежд. М. : Транспорт, 1986. 148 с.
2. Морозова А. Теплая вода из... покрытия дороги // Строительная газета. 1999. № 2. С. 12.
3. Типовые решения по восстановлению несущей способности земляного полотна и обеспечению прочности и морозоустойчивости дорожной одежды на пучинистых участках автомобильных дорог. Разраб. ОАО «ГИПРОДОРНИИ ГП РОСДОРНИИ». М. : ГП «Информавтодор», 2000. 101 с.
4. Просвирина И. С., Шишкин Н. Д. Использование низкопотенциального тепла грунта для теплохладоснабжения зданий // Возобновляемые источники энергии : материалы III Всероссийской молодежной школы. С. 67–70.
5. Внутренние санитарно-технические устройства : в 2 ч. / под ред. И. Г. Староверова. Изд. 3-е. Ч. 2. Вентиляция и кондиционирование воздуха. М. : Стройиздат, 1978. 509 с.
6. Шишкин Н. Д., Просвирина И. С. Оценка эффективности применения теплонасосных установок в системах теплоснабжения Астраханской области // Известия АЖКХ. 2000. № 4. 7 с.

УДК 541.49

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЛЕКСОНАТОВ В ПАРОВЫХ КОТЕЛЬНЫХ

Р. В. Мукашов, Е. М. Дербасова, А. С. Купреев, О. Р. Мукашова, В. В. Языков
Астраханский государственный
архитектурно-строительный университет (Россия)

В статье приводится информация о возможности применения комплексонатов при эксплуатации паровых котельных, в Астраханской области. Оценивается эффективность использования комплексонатов в качестве ингибиторов коррозии и накипеобразования.

Ключевые слова: ингибиторы коррозии, накипеобразование, Na-катионирование, котельная установка.