

Звукоизоляция. Структура толстого слоя камыша имеет трубчатую полость, наполненная воздухом между стеблями. Это является гарантией полной изоляции от шума, по сравнению с известными кровельными материалами, такими как профнастил или металлочерепица. Надо добавить, что тростник монтируется на крышу довольно плотно, но при этом не дает нагрузки на стены самого здания.

Водонепроницаемость. На него нет воздействий воды, потому что камыш растет во влажной среде, а значит, не будет подгнивать. Даже самый сильный проливной дождь способен промочить только от 3 до 7 см кровли, а высыхает такая крыша достаточно быстро.

Экологичность. Камыш представляет собой естественное сырье без вредных испарений. И после его многолетней эксплуатации остается безопасным и экологичным материалом без вреда здоровью человека. В такой квартире, как отмечает современный потребитель, чувствуется дыхание природы.

Эстетичность. Во многом благодаря гибкости стеблей тростника можно воссоздать крышу различной архитектурной формы. Со временем эта кровля оказывается более благородного оттенка, гармонично сочетаясь в гармонии с природой. И когда все нюансы камышитовой кровли соблюдены, дом будет выглядеть невероятно изящно и красиво по сравнению с теми же стандартными крышами.

Долговечность. Самое важное преимущество данной кровли. Даже если возникнет необходимость небольшого ремонта кровли, то сами участки в конкретных местах повреждения достаточно быстро заменить на новые. В целом же, верно, уложенная крыша из камыша, сохраняя свои особенности, может прослужить более 50 лет без дополнительной очистки или покраски [3].

И наконец, можно использовать не только стебли, но и его отходы. Смешав растительное сырье с любым связующим компонентом, как например глиной или цементом, получается новый материал с интересными свойствами. Затем при помощи пластиковых либо деревянных форм изготовить строительные блоки с характеристиками, не уступающими классическим. Безусловно, сфера использования камыша и его производных настолько разнообразна, а в век нанотехнологий будет только расширяться.

Список литературы

1. РГАУ-МСХА зооинженерный факультет [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://shkolazhizni.ru/family/articles/63700/> – Загл. с экрана. – (11.10.2019).
2. Иванов Ю.М. Защита камыша и древесины от гниения. Под редакцией д.т.н., профессора Ю.М. Иванова. – М: Государственное издательство литературы по строительству, архитектуре и строительным материалам, 1961. – 127 с.
3. Крутов П. И. Камышебетонные изделия: в кн: «Применение камыша в строительстве» / П. И. Крутов. – М: Научно-исслед. ин-т сел. стр-ва, 1959. – с. 165-176.

УДК 620.91

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ ДОРОЖНЫМ ПОКРЫТИЕМ

Д. П. Максимова, И.С. Просвирина
Астраханский государственный
архитектурно-строительный университет
(г. Астрахань, Россия)

В процессе эксплуатации теплового насоса и сбора тепла с грунта, как источника низкопотенциального тепла, температура грунта на глубине заложения теплообменника уменьшается. Чтобы ее увеличить, необходимо это тепло компенсировать. В данной работе предлагается аккумулирование тепла грунтом с помощью тепла дороги. Такой вид аккумулятора тепла выполняет одну функцию — накапливает, а затем отдает энергию солнца в заданный промежуток времени.

Ключевые слова: дорожное покрытие, низкопотенциальное тепло, аккумулирование тепла, солнечная энергия.

During the operation of the heat pump and the collection of heat from the soil, as a source of low potential heat, the temperature of the soil at the depth of the heat exchanger decreases. To increase it, it is necessary to compensate for this heat. This paper proposes the accumulation of heat by soil using the heat of the road. This type of heat accumulator performs one function – it accumulates, and then gives off the energy of the sun in a given period of time.

Keywords: road surface, low-grade heat, heat storage, solar energy.

Одним из наиболее экономически доступных и практически экологически «чистых» источников низкопотенциального тепла (ИНТ) для систем теплоснабжения зданий является тепло грунта верхнего слоя земли. По сути грунт является тепловым аккумулятором неограниченного

объема, накапливающий энергию Солнца, которая восстанавливается в течении теплого периода года и не зависит от атмосферных условий. При этом колебание температуры слоев грунта замедляются во времени относительно колебаний температуры наружной среды, и на определенной глубине наибольшие температуры в грунте наблюдаются в зимний период года.

Система сбора тепла грунта осуществляет отбор тепла, накопленного грунтом, и отвод его к тепловому насосу [1]. Потребляемая энергия восполняется теплопоступлениями из окружающего грунтового массива, что позволяет продолжительное время использовать грунт в качестве ИНТ для испарителей теплонасосных систем теплоснабжения [2].

В течение отопительного периода сбор тепла из грунта вызывает ощутимое падение температуры земляного массива, которое не успевает восстановиться за летний и межсезонные периоды года.

Падение температуры грунта $\Delta T_{\tau}, ^\circ\text{C}$ на глубине заложения грунтового теплообменника за время эксплуатации теплонасосной системы теплохладоснабжения определяется по формуле [1]:

$$\Delta T_{\tau} = \sum_{m=1}^{\infty} \frac{v_m \cos^2 v_m (H-h)}{c\gamma \left(\frac{v_m H}{2} + \frac{1}{4} \sin 2v_m H \right)} \cdot e^{-\frac{v_m^2 \lambda_{\text{эф}} \tau}{c\gamma}} \int_0^{\tau} [q_{\text{от}} - q_{\text{к}}] \cdot e^{-\frac{v_m^2 \lambda_{\text{эф}} t}{c\gamma}} dt, \quad (1)$$

где $\lambda_{\text{эф}}$ – эффективная теплопроводность грунта, Вт/м $^\circ\text{C}$;

c – теплоёмкость грунта, кДж/кг $^\circ\text{C}$;

γ – объёмная масса грунта, кг/м 3 ;

H – глубина, м, на которой влияние стоков тепла незначительно;

h – глубина заложения грунтового змеевика, м;

τ – время эксплуатации теплонасосной системы теплохладоснабжения, ч;

$q_{\text{к}}$ – интенсивность теплосбора, на единицу площади участка теплосбора в период холодно-снабжения, Вт/м 2 ;

v_m – собственные числа задачи Штурма – Лиувилля, определяемые из решения трансцендентного уравнения:

$$\operatorname{tg} v_m \cdot H = \alpha_n / \lambda_{\text{эф}} \cdot v_m, \quad (2)$$

где α_n – коэффициент теплоотдачи с поверхности грунта, Вт/(м ^2C);

$v_m = 0,2$ [1, приложение 2] – по условиям Астраханской области.

Результаты теоретического определения падения температуры грунта на глубине заложения грунтового теплообменника за время эксплуатации (с 1 по 8 год) теплонасосной системы теплохладоснабжения приведены на рис. 1.

Из рисунка 1 видно, что падение температуры грунта незначительно в первые 5 лет, а затем происходит резкое понижение в логарифмической зависимости, в связи с чем возникает необходимость восстановления температурного поля грунта после пяти лет эксплуатации теплонасосной установки.

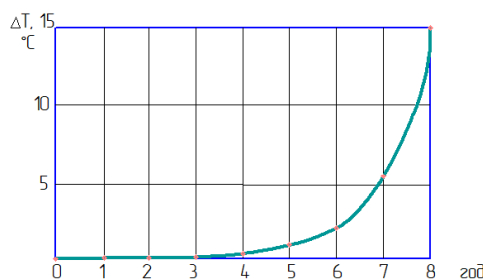


Рис. 1. Падения температуры грунта на глубине заложения грунтового змеевика теплонасосной системы теплохладоснабжения

Решением этой проблемы является принцип аккумулирования теплоты солнечной энергии асфальтом дорожных покрытий, т.к. черный асфальт – хорошо поглощает тепло.

Учитывая, что многослойная конструкция дороги состоит из 4-х слоев [1] выполним оценку с аккумулированного количества теплоты:

$$Q = (q' + q'')F + \frac{t_{\text{асф}} - t_{\text{сп}}}{R_0} F \quad (3)$$

где q' , q'' – количество тепла прямой и рассеянной радиации, поступающего в грунт в июле, Вт/м 2 [5];

F – площадь дорожного покрытия, м 2 ;

$t_{асф}$ – температура асфальтового покрова, °С

$$t_{асф} = t_{н.ср} + 0,5A_{м.н}\beta_2 + \frac{(q_n + q_p)\varphi}{\alpha_n} \quad (4)$$

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;

$t_{зр}$ – температура грунта на глубине 0,8 м

$$t_{зр} = \frac{\alpha_i t_n + \frac{\lambda_i}{\Delta x_i} t_{ei}}{2 + \frac{\lambda_i}{\Delta x_i}} \quad (5)$$

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.

Таблица 2

Количество теплоты, поступающей в грунт на глубину 0,8 м

часы	Температура асфальта $t_{асф}$, °С	Температура открытого грунта* $t_{зр}$, °С	Температура закрытого грунта** $t_{зр}^{асф}$, °С	Количество поступающей теплоты через открытый грунт $Q_{зр}$, кВт	Количество поступающей теплоты через закрытый грунт $Q_{зр}^{асф}$, кВт
5 – 6	25,8	18,3	31,5	1451,6	1872,8
6 – 7	31,2	22,5	38,5	3647,4	4258,6
7 – 8	40,8	27,4	46,9	6254,8	6906,2
8 – 9	47,9	31,7	54,5	8720,2	9383,9
9 – 10	56,2	36,7	55,0	10613,9	11415,5
10 – 11	61,1	39,4	66,9	12073,7	12736,5
11 – 12	64,5	41,6	70,3	12870,1	13492,7
12 – 13	65,5	42,3	71,1	12844,2	13494,2
13 – 14	64,0	41,7	69,7	12085,9	12738,3
14 – 15	60,0	39,7	66,0	10632,2	11326,2
15 – 16	54,6	36,9	60,8	8750,6	9388,5
16 – 17	47,0	32,8	53,5	6287,2	6911,1
17 – 18	38,7	28,3	45,6	3681,9	4263,1
18 – 19	31,3	24,2	38,6	1484,1	1877,6
среднее	51,1	33,1	54,9	7957,9	8790,2

* грунт, состоящий из одного слоя

** грунт, покрытый тремя слоями дорожной конструкции

Из таблицы 2 видно, что даже в ранние и поздние часы расчетных суток при температуре наружного воздуха менее 18 °С, температура асфальтового покрытия не опускается ниже 25 °С, а температура грунта на глубине 0,8 м в наиболее жаркие часы суток превышает температуру асфальта, что говорит о хороших теплоаккумулирующих свойствах грунта и тем самым позволяет получить высокий коэффициент преобразования тепла [6].

Для подтверждения полученных теоретически температур асфальтового покрытия в зависимости от температуры наружного воздуха были выполнены экспериментальные замеры температур в точках 1, 2 и 3 (рисунок 2) с помощью пирометра. Замеры выполнялись с мая по июль 2018 г. Участок дороги был выбран после поворота на 90°, поэтому нагрузка от потока машин в основном приходилась на т. 1.

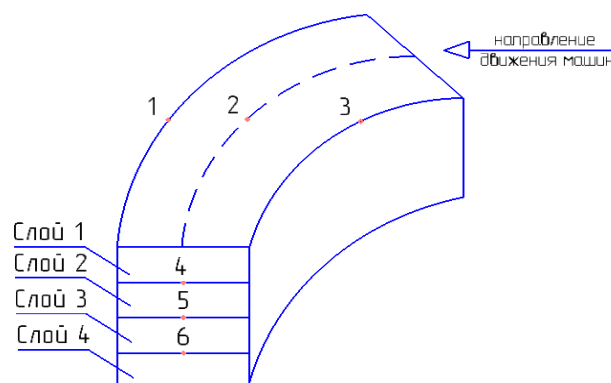


Рис. 2. Схема дороги:

1, 2, 3 – точки замера температуры дорожного покрытия; 4, 5, 6 – точки между слоями; слой 1 – асфальтобетон, горячий плотный; слой 2 – одномерный, гранитный щебень, обработанный вязким битумом; слой 3 – суглинок укрепленный (2-6% цемента и 6-2% извести); слой 4 – песок средней крупности

Результаты замеров сведены в таблицу 3.

Таблица 3

Экспериментальные замеры температур

Дни	$t_n, ^\circ\text{C}$	$t_{\text{асф}}, ^\circ\text{C}$			$t_4, ^\circ\text{C}$	$t_5, ^\circ\text{C}$	$t_6, ^\circ\text{C}$
		$t_1, ^\circ\text{C}$	$t_2, ^\circ\text{C}$	$t_3, ^\circ\text{C}$			
1.05.2018	+25	40,8	36,1	34,4	35,9	36,5	34,8
20.05.2018	+29	61,7	57	55,2	53,4	52,6	50,4
30.05.2018	+22	37,9	36,5	35,5	33,2	33,5	32,1
1.06.2018	+23	38,2	32,9	31,1	33,6	34	32,5
30.06.2018	+28	50,5	46,1	45,7	44,2	44,3	42,4
1.07.2018	+26	48,5	44,2	42,9	42,3	42,3	40,4
10.07.2018	+24	41,8	38,5	37,2	36,6	36,9	35,3
30.07.2018	+27	50,0	46,4	45,8	43,7	43,6	41,8
среднее	25,5	46,2	42,2	40,9	40,4	40,5	38,7

Из таблицы следует, что с увеличением температуры наружного воздуха температуры на поверхности и между слоями дорожного покрытия увеличивается, причем в точке 1 нагрев асфальтового покрытия более интенсивный в связи с тем, что происходит дополнительный нагрев за счет трения шин автомобилей.

Таким образом, в течении летнего периода грунт накапливает дополнительное тепло и к зимнему периоду выходит с повышенным температурным потенциалом, что повышает эффективность эксплуатации теплонасосной системы теплоснабжения в целом.

Список литературы

1. Рекомендации по оценке эффективности систем сбора низкопотенциального тепла грунта для целей теплоснабжения зданий / НИИСФ. – М.: Стройиздат, 1988. – 16 с.
2. Шишкин Н. Д., Просвирина И. С. Оценка эффективности применения теплонасосных установок в системах теплоснабжения Астраханской области. Известия АЖКХ, №4, 2000 г. – 7с.
4. Кирюхин Г.Н. Температурные режимы работы асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог. Дороги и мосты. 2013. № 2 (30). С. 309-328.
5. Курбатова С. Н., Курбатов Н. Е. Возможности использования грунта в качестве аккумулятора солнечной энергии // Молодой ученый. — 2009. — №12. — С. 60-63.
6. Просвирина И. С., Шишкин Н. Д. Использование низкопотенциального тепла грунта для теплоснабжения зданий. – Возобновляемые источники энергии, Материалы III Всероссийской молодежной школы, с. 67 – 70.