

УДК 621.2

## **РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ В ГРУНТОВОМ АККУМУЛЯТОРЕ С ОТКРЫТЫМ ДНОМ**

**Богданович П.Ф., Григорьев Д.А., Жукедь В.В.**

УО «Гродненский государственный аграрный университет»

г. Гродно, Республика Беларусь

Самый простой сезонный грунтовой тепловой аккумулятор может быть сделан под производственным сооружением (теплица, животноводческая постройка, сушилка) при постройке или в процессе реконструкции [3]. Если, например, по периметру сооружения (или отстойки вокруг него) вкопать утеплитель на глубину до 2-3 метров и под объектом проложить трубы для нагрева массива грунта от солнечных коллекторов, то получим тепловой аккумулятор с открытым дном, объёмом равный площади застройки, умноженной на высоту теплоизо-

ляции по периметру (рис. 1). Тепло, уходящее вверх, поступает в сооружение и считается полезным. Запас используемой по назначению тепловой энергии может составлять значение от 50% до 70% и больше от необходимого. Тепло, уходящее под дом, в недра земли, считается потерянным.

Задача о распространении температурных волн в почве решалась методом Ж. Фурье. При этом аккумулирующий массив грунта аккумулятора рассматривался как однородное полупространство (потери тепла через боковые стенки теплового аккумулятора приняты были равными нулю.) Переменная координата  $x$  (глубина) задана в пределах  $0 \leq x \leq \infty$ . Требовалось найти ограниченное решение одномерного уравнения теплопроводности:

$$du/dt = a^2 d^2u/dx^2 \quad (0 \leq x \leq \infty; -\infty < t), \quad (1)$$

где  $a = (\lambda / c \rho)$ ;  $u$  – температура;  $\lambda$  – коэффициент теплопроводности;  $C$  – удельная теплоемкость грунта;  $\rho$  – плотность грунта, удовлетворяющего условию  $u(0, t) = A \cos(\omega t)$ .

Решение уравнения (1), выражающего распределение тепловой энергии в аккумуляторе получено в виде:

$$u(0, t) = A \exp\{-(\omega x/2a^2)^{1/2}\} \cos[-(\omega x/2a^2)^{1/2} + \omega t] \quad (2)$$

где  $\omega = 2\pi/T$ ;  $T$  – период воздействия.

Графические зависимости распределения температуры, полученные для суглинистого грунта разной влажности, приведены на рисунке.

Учитывая, что стандартная зарядка теплового аккумулятора зависит от соотношения температур ( $t$  и  $A$ ) и периода зарядки  $T$ , для расчетов была принята начальная температура  $t = 6$  °С, амплитуда  $A = 50$  °С и период  $T = 150$  суток, или 12960000 сек.

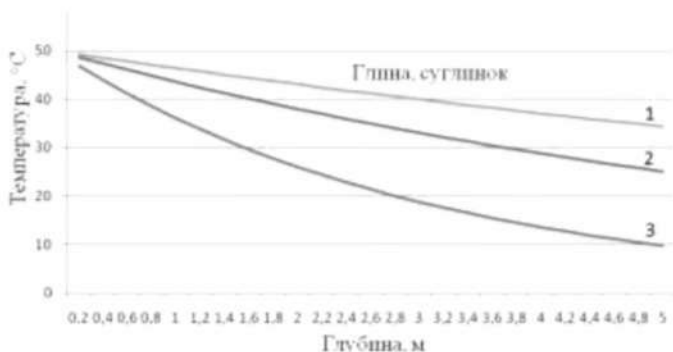


Рисунок – Графические зависимости распределения температуры, полученные для суглинистого грунта разной влажности

Анализируя полученное решение, можно сделать вывод, что если температура на поверхности теплового аккумулятора периодически меняется, то в глубине, за зоной утепления, также устанавливаются колебания температуры с тем же периодом, причем:

1. Амплитуда колебаний экспоненциально убывает с глубиной  $x$  по закону

$$A(x) = A \exp\{-(\omega x/2a^{1/2})^{1/2}\}.$$

2. Распределение тепла в тепловом аккумуляторе зависит от периода сброса тепла в него. Если используются солнечные коллекторы, то это, как правило, 5 месяцев с мая по октябрь. Относительное изменение температурной амплитуды равно

$$A(x)/A = \exp\{-(\omega x/2a^{1/2})^{1/2}\}.$$

3. Из рисунка следует, что основное тепло сосредоточено в верхней (утепленной) части грунтового теплового аккумулятора и быстро убывает с глубиной. Основная часть накопленного за летний период тепла, может быть выкачена зимой прямой подачей в систему отопления или с помощью теплового насоса.