

коррекции систем воспроизведения вибраций на основе электродинамических вибровозбудителей. Приведены структурные схемы амплитудно-частотной коррекции для различных участков частотного диапазона воспроизводимых вибраций.

SUMMARY

The research deals with problems of the reproduction systems' parametric correction on the basis of electrodynamic vibrio-exciter. Structural schemes of amplitude-frequency correction for different sections over the frequency range of the reproducing vibrations are represented.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Божко А.Е. Оптимальное управление в системах воспроизведения вибраций. - Киев: Наук. думка, 1977. - 219 с.
2. Божко А.Е., Пермяков В.И., Путыл В.А. Методы проектирования электромеханических вибровозбудителей. - Киев: Наук. думка, 1989. - 208 с.
3. Божко А.Е., Личкатый Е.А., Полищук О.Ф. и др. Резонансные виброиспытательные системы. - Киев: Наук. думка, 1992. - 248 с.

Поступила в редколлегию 21 сентября 1998 г.

УДК 621.57

АНАЛИЗ ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ ЕСТЕСТВЕННОГО ГРУНТА

В.И.Шевель, асп.

Проблема обеспечения растущих потребностей в топливоэнергетических ресурсах включает комплекс задач по поиску и разработке альтернативных источников энергии и внедрению рациональных способов сокращения расхода топлива.

Одним из эффективных мероприятий по экономии топлива, а также по защите окружающей среды представляется широкое использование теплонасосных установок, преобразующих природную низкопотенциальную теплоту и тепловые отходы в теплоту более высокой температуры, пригодную для теплоснабжения. Грунт является одним из таких источников теплоты.

В верхних слоях земной оболочки, называемой почвами, или грунтами, в течение года происходят непрерывные изменения температурного и влажностного режимов. Совокупность этих изменений, главным образом, нагревание и охлаждение, увлажнение и высыхание, таяние и промерзание, существенно отражается на поступлении тепла на испаритель теплонасосной установки. Поэтому необходимо иметь полное представление о таких процессах, как поступление солнечной энергии на земную поверхность, её трансформирование в поверхностном слое, изменение теплового и влажностного режимов слоя от сезонных колебаний температуры. Иначе говоря, необходимо знать тепловой баланс земной поверхности.

Большая часть территории Украины представляет собой область с сезонно промерзающим слоем почв и горных пород. При промерзании и оттаивании грунтов происходят их пучение и осадка, достигающие в природных условиях 20-30 см, и другие опасные для целостности сооружений явления. Тепловой режим подпочвенного слоя формируется в результате процессов тепло- и массообмена с атмосферным и лежащими глубже слоями, а также вследствие переноса тепла грунтовыми водами. К сожалению, до сих пор очень мало внимания уделялось изучению составляющих теплового баланса за зимний период, особенно теплового

потока в грунте, обеспечивающих естественное испарение холодильного агента в испарителе теплового насоса.

Большая часть поступившей на земную поверхность солнечной энергии поглощается, остальная отражается и уходит в мировое пространство. Количество отражённой лучистой энергии зависит от вида земной поверхности: так, свежий сухой снег отражает около 95 % падающей на него лучистой энергии, а песок - 43 %. Обычно приход лучистой энергии за год превышает расход. В холодное время года верхние слои почвы отдают тепло в воздух, а от нижележащего грунта к ним подводится путём теплопроводности некоторое количество аккумулированного за лето тепла. Этот поток тепла невелик, но он определяет производительность подземного испарителя.

Расчётным является режим установки в зимний и весенний периоды эксплуатации, когда температура грунта, количество тепла, поступающего от грунта, а следовательно, и производительность наиболее низки.

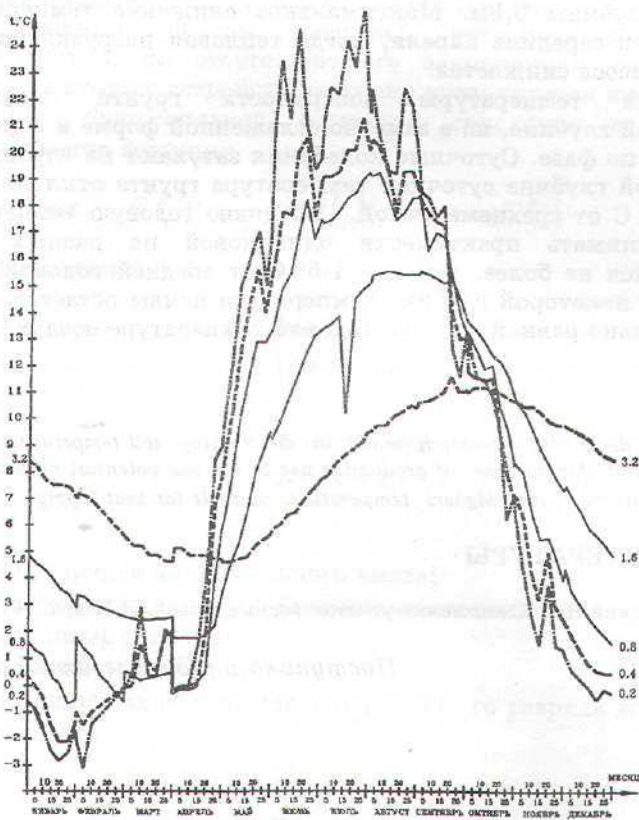


Рисунок 1

Тепловые потоки, используемые для испарения холодильного агента в подземных испарителях, широко изменяются в зависимости от времени года и суток, расчёт их весьма затруднён. Температура в грунте находится решением дифференциального уравнения теплопроводности при заданных начальных и граничных условиях.

Необходимо найти решение уравнения

$$\frac{\partial T}{\partial t} = a \frac{\partial^2 T}{\partial z^2}.$$

Граничные условия задаются по полному тепловому балансу на границе земля-воздух, т.е. алгебраической суммой прихода и расхода энергии во всех её видах : радиации, турбулентного потока тепла, теплоаккумуляции грунта. Но температура грунта зависит от целого ряда факторов: высоты солнца над горизонтом и его склонения, прозрачности атмосферы, теплопроводности, теплоёмкости и теплопроводности грунта, шероховатости поверхности и структурного строения грунта, скорости ветра и влажности воздуха вблизи почвы. Граничные условия могут быть заданы ходом температуры во времени на поверхности грунта - суточными, годовыми. В этом случае ход температуры, искомое температурное поле, является функцией помимо заданной температуры лишь одной величины - коэффициента теплопроводности почвы α . Этот способ проще, хотя он не учитывает многие факторы, охватывающие в единое целое и верхний слой почвы, и нижний слой атмосферы. На рис.1 показано распределение температуры в грунте на глубинах 0,2; 0,4; 0,8; 1,6; 3,2 метра на протяжении года в г.Сумах.

По диаграмме можно определить, что глубина промерзания грунта достигает глубины 0,8м. Максимальное снижение температуры грунта достигается в середине апреля, когда тепловая нагрузка на конденсатор теплового насоса снижается.

Колебания температуры поверхности грунта сказываются на значительной глубине, но в заметно сглаженной форме и со значительным опозданием по фазе. Суточные колебания затухают на глубине менее 1 м, а на большой глубине суточная температура грунта отклоняется не более чем на 2-3° С от среднемесячной. Среднюю годовую температуру почвы можно принимать практически одинаковой на разных глубинах и отличающейся не более, чем на 1-5° С от средней годовой температуры воздуха. На некоторой глубине температура почвы остаётся постоянной и приблизительно равной средней годовой температуре воздуха.

SUMMARY

This article deals with a research made in distributing soil temperature field during the year whole round for purpose of productive use of the low potential natural heat in heat-pumps by transforming it to higher temperature, suitable for heat-supply.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Преображенский Н.И. Сжиженные углеводородные газы.- Л.: Недра, 1975.

Поступила в редколлегию 20 апреля 1998 г.