

Разработанная система управления документооборотом предприятия позволяет вести учет, как за производственной, так и за административной деятельностью предприятия по производству высокотехнологичных оконных конструкций. Комплекс средств, предназначенный для осуществления учета за деятельностью предприятия, был разработан с использованием самых современных подходов и методик в области прикладного и веб-ориентированного программирования, различных научных знаний и теорий и является достаточно гибкой и легкой в эксплуатации структурой, поэтому может быть применим также и для предприятий с иной спецификой.

УДК 621.577

## КЛАССИФИКАЦИЯ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ И АНАЛИЗ ПРИНЦИПА ДЕЙСТВИЯ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ

**Филиппов А.В., магистрант курса; Чурсинов В.И., доцент, к.т.н.**

*(Донецкий национальный технический университет, г. Донецк, Украина)*

Тепловые насосы можно классифицировать по следующим признакам:

- по принципу действия;
- по источникам низкопотенциального тепла;
- по сочетанию используемого низкопотенциального тепла с нагреваемой в тепловых насосах средой;
- по видам затрачиваемой энергии.

*По принципу действия* используют три типа тепловых насосов:

- парокompрессорный тепловой насос;
- тепловой насос абсорбционного типа;
- гибридный тепловой насос.

*Источниками низкопотенциального тепла могут быть:*

- наружный воздух;
- поверхностные воды (река, море, озеро);
- подземные воды;
- грунт;
- солнечная энергия;
- низкопотенциальное тепло искусственного происхождения (сбросные воды, исходящее тепловентиляционных систем, нагретые воды или другие жидкости технологических процессов и пр.).

*По сочетанию используемого низкопотенциального тепла с нагреваемой в тепловых насосах средой* различают следующие варианты:

- воздух — воздух;
- воздух-вода;
- грунт-вода;
- грунт воздух;
- вода-воздух;
- вода-вода.

*По видам затрачиваемой энергии* различают тепловые насосы, использующие электроэнергию (чаще всего), топливо того или иного вида, вторичные источники энергии.

Наиболее часто используется тепло грунта, который примерно на глубине 2-х метров ниже поверхности имеет относительно постоянную в течение всего года температуру 8... 10° С, что намного выше температуры наружного воздуха в течение зимы и ниже температуры окружающей среды летом, что и делалось ранее людьми. При использовании теплового насоса зимой последний использует тепло грунта или воды для теплоснабжения здания, а летом тепло

из здания отводится в грунт или воду, т.е. грунт действует как источник тепла зимой и приемник тепла летом. [1]

С точки зрения теплофизики грунт является неиссякаемым источником тепловой энергии. При «отборе» тепла Земли используют ее верхний слой, находящийся на глубине до 100 метров от поверхности. С точки зрения теплообмена этот слой грунта находится под воздействием лучистой энергии Солнца, радиогенного тепла из глубинных слоев Земли, конвективного теплообмена с атмосферным воздухом и теплопереноса за счет различных массообменных процессов (дождь, тающий снег, грунтовые воды и т.д.).

Принцип отопления геотермальным тепловым насосом основан на сборе тепла из природы, окружающей здание, и передаче собранного тепла в систему отопления (или горячего водоснабжения) здания (рисунок 1).

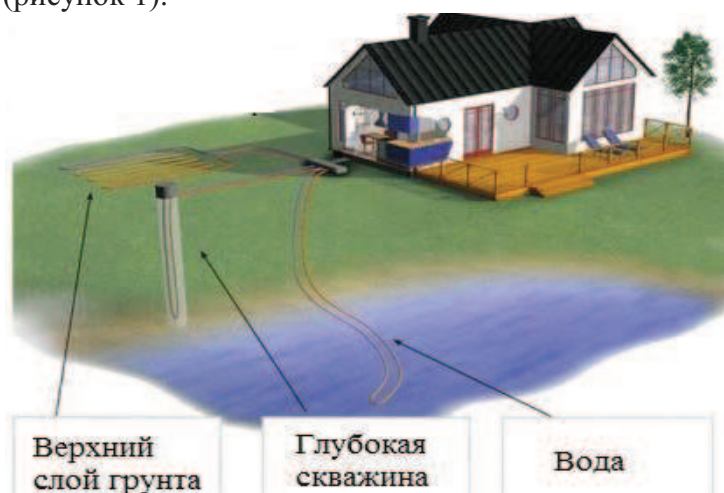


Рисунок 1 - Принцип отопления дома с помощью теплового насоса.

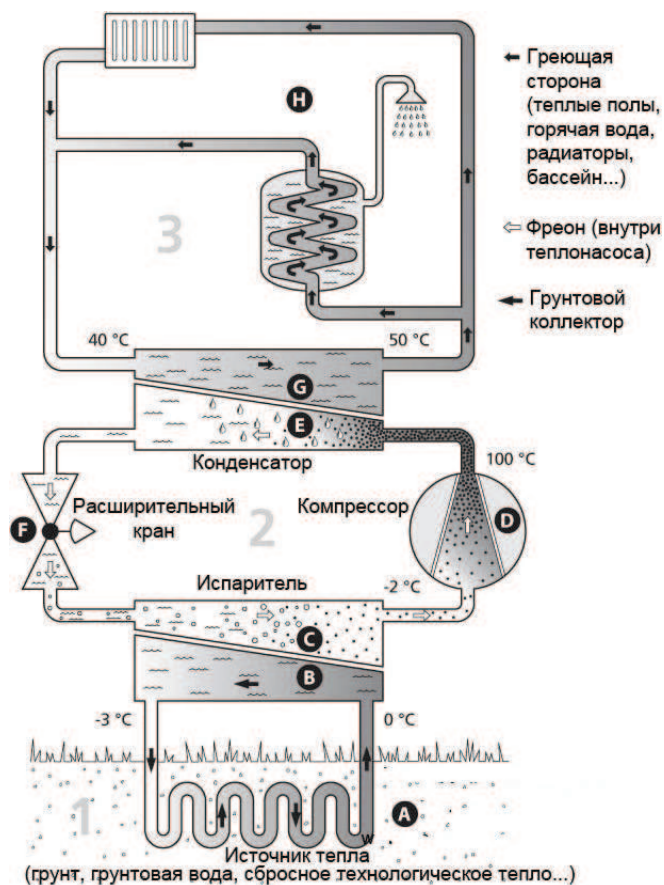


Рисунок 2 - Принцип работы системы отопления

Для сбора тепла незамерзающая жидкость протекает по трубе, расположенной в почве или водоеме возле здания, к тепловому насосу. Тепловой насос, подобно холодильнику, отбирает тепло и, соответственно, охлаждает жидкость приблизительно на 5 °С. Отобранные тепловым насосом градусы, отдаются системе отопления и/или на подогрев горячей воды и/или бассейна.. Жидкость снова течет по трубе в грунте или воде, восстанавливает свою температуру, и снова поступает к тепловому насосу. [2]

Принцип работы системы отопления приведен на рисунке 2. Тепловой насос может использовать накопленную в скалах, грунте, воде тепловую энергию для нагрева здания: отопления, подогрева горячей воды, бассейна, зимнего сада, полотенецесушителей, системы антиобледенения и т.д.

Превращение накопленной в природе низкотемпературной тепловой энергии в тепло для нагрева происходит в трех контурах. В грунтовом контуре (1) свободное тепло переходит от окружающей среды к незамерзающей жидкости, и подается при температуре около нуля градусов к тепловому насосу. В контуре фреона (2) теплонасос увеличивает температуру полученного тепла до 100 градусов. В контуре греющей стороны (3) тепло от фреона передается в систему отопления, и распространяется по зданию. [2]

#### Перечень ссылок

1. Праховник А.В. Малая энергетика. Распределение и генерация в системах энергоснабжения. – К.: Освита Укрины ; 2007. – 464 с., ил.
2. [www.teplonasos.com](http://www.teplonasos.com)

УДК 621.311.1.018.3

## ОЦНЮВАННЯ НЕСИНУСОЇДАЛЬНОСТІ ПРИ НАЯВНОСТІ КОЛИВАНЬ НАПРУГИ

**Пономарьов І.Б., Юшкова О.І., магістранти**

*(Донецький національний технічний університет, м. Донецьк, Україна)*

Коливання струму навантаження здійснює низькочастотну модуляцію миттєвих значень  $u$  напруги, що приводить до появи в процесі  $u(t)$  інтергармонік. Ця обставина не враховується в стандарті [1], де нормуються лише канонічні вищі гармоніки. При цьому для визначення гармонік рекомендується використовувати прямокутне вікно шириною  $\kappa = 0,32$  с або вікно Хемінга.

Метою роботи є оцінювання похибок, що виникають при розрахунках гармонік за стандартною процедурою, на прикладі гармонічних коливань напруги. Всі параметри режиму вважаються незмінними, рівними номінальним значенням  $1$  і  $f = 50$  Гц.

Миттєві значення напруги при гармонічних коливаннях частотою  $\lambda$  у Гц і розмахом  $\delta U$  у в.о. описуються формулами [2]

$$u(t) \approx (1 + m \sin \Omega t) \sin \omega t = \sin \omega t + 0,5m \cos(\omega - \Omega)t - 0,5m \cos(\omega + \Omega)t, \quad (1)$$

де  $m = \delta U/2$ ,  $\Omega = 2\pi\lambda$ ,  $\omega = 100\pi$ .

Як видно, тут окрім несучої частоти 50 Гц є інтергармоніки з кутовими частотами  $\omega \pm \Omega$ , яким відповідають частоти

$$\lambda_m = (\omega - \Omega)/2\pi < f, \quad \lambda_M = (\omega + \Omega)/2\pi > f.$$

Якщо частоти є раціональними числами, процес (1) буде періодичним з тривалістю циклу  $T_\mu$ , яка залежить від співвідношення між частотами інтергармонік і 50 Гц. Величина  $T_\mu$  звичайно не співпадає з 0,32 с – вона може бути меншою або більшою за ширину вікна. Наприклад, при  $\lambda = 10$  Гц маємо  $T_\mu = 0,1$  с, а при 12 Гц – 0,5 с.

Покажемо, що при  $T_\mu \neq 0,32$  с розкладання в ряд Фур'є на інтервалах  $\kappa$  дає спектр