

применяется в современных автоматизированных системах управления/контроля и домашних сетях. Нет сомнений, что в дальнейшем данная технология будет так же динамично развиваться и может серьезно изменить текущую ситуацию на рынке телекоммуникационных услуг.

Список использованных источников

1. Никифоров, А.В. Технология PLC – телекоммуникации по сетям электропитания // «Сети и системы связи». – 2002. – № 5.

2. Солонина, А. Алгоритмы и процессоры цифровой обработки сигналов / Солонина А., Улахович Д., Яковлев Л. – Санкт-Петербург: «БХВ Петербург», 2001. – 464 с.

3. Бакулин, М.Г. Технология OFDM. Учебное пособие для вузов/ М.Г. Бакулин, В.Б. Крейнделин, А.М. Шлома, А.П. Шумов // Горячая линия – Телеком, 2017. – 352 с.

УДК 644.11

Коротченко С.Н., Поздняков М.Н.

Научный руководитель – Попкова Н.А.

Белорусский национальный технический университет

г. Минск, Республика Беларусь

ГЕОТЕРМАЛЬНЫЕ ТЕПЛОВЫЕ НАСОСЫ

Современное общество живёт в эпоху глобального потепления. Это явление на прямую связано с энергетикой, так как 80 % электроэнергии вырабатывается за счёт сжигания органического топлива (главным образом, уголь, природный газ и нефтепродукты), в результате чего в воздушное пространство попадают двуокись углерода и углекислый газ, повышение концентрации которых атмосфере усугубляет парниковый эффект. Поэтому во всём мире развиваются технологии по использованию альтернативных источников энергии.

Геотермальные (грунтовые) тепловые насосы (ГТН) являются одним из наиболее востребованных установок возобновляемой энергии в мире, с ежегодным увеличением спроса на 10 % за последние 10 лет. Его главное преимущество заключается в том, что он использует естественную температуру грунта или подземных вод

(от 5 до 30 °С). Широкое распространение ГТН нашли в Соединенных Штатах и Европе.

ГТН используют относительно постоянную температуру земли для отопления, охлаждения и горячего водоснабжения домов, школ, государственных и коммерческих зданий. Для работы компрессора требуется небольшое количество потребляемой электроэнергии, однако установка вырабатывает четыре единицы тепловой энергии на каждую единицу потребляемой электроэнергии.

В относительно теплой среде находится трубопровод с теплоносителем большой протяженности. Трубопровод чаще всего замкнутый, а движение теплоносителя обеспечивается насосом. Теплоноситель нагревается до температуры среды (+5 °С или чуть выше). Проходя по первому теплообменнику – испарителю, он отдает тепло находящемуся во втором контуре хладагенту (в большинстве установок используют фреон), температура кипения которого выше -5 °С. До включения установки он находится в жидком состоянии.

По мере поступления тепла от термальных источников, его температура поднимается. Хладагент начинает испаряться, переходит в газообразное состояние со средней температурой порядка 5 °С, затем поступает в компрессор, где происходит сжатие газа. При сжатии выделяется большое количество тепла, и из компрессора газ уже выходит с температурой от 35 °С до 65 °С. Он поступает во второй теплообменник – конденсатор, где отдает тепло теплоносителю, который поступает в контур отопления. Впоследствии отдачи тепла хладагент частично остывает, но все еще находится в газообразном состоянии при повышенном давлении. Он поступает на дроссель, где давление резко падает, хладагент резко охлаждается и сжижается. После чего снова поступает в испаритель, где начинается новый цикл преобразования.

Оценку эффективности использования ГТН проведем на примере Лукомльской ГРЭС. Для этого определим удельную экономию топлива для отпуска тепла от использования ГТН, работающего за счёт потребления электроэнергии, выработанной на рассматриваемой станции, в сравнении с Лукомльской ГРЭС.

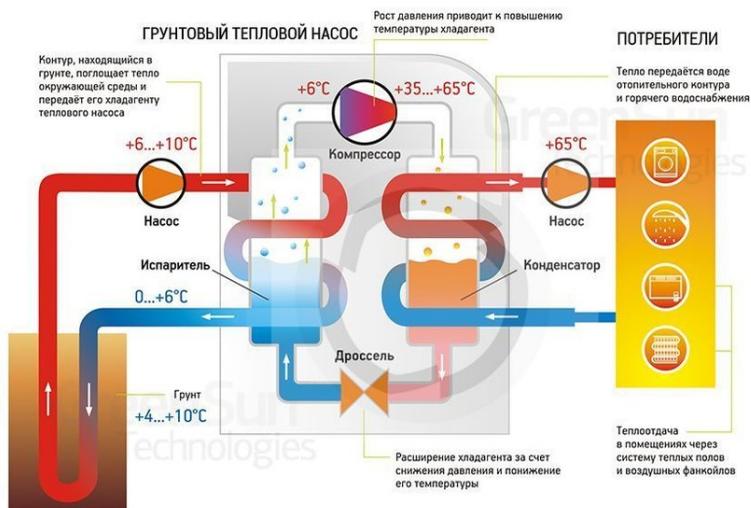


Рисунок 1 – Принцип действия геотермального (грунтового) теплового насоса

Коэффициент трансформации (COP) ГТН равен следующему отношению:

$$COP = Q / (W_э \times h), \quad (1)$$

где Q (Гкал) – количество тепла, вырабатываемое ГТН и ГРЭС;
 $W_э$ (МВт \times ч) – количество электроэнергии, потребляемой ГТН;
 h – степень термодинамического совершенства ГТН.

Удельный расход топлива для выработки тепловой и электроэнергии на Лукомльской ГРЭС примем $b_т = 200$ кг.у.т./Гкал и $b_э = 350$ кг.у.т./МВт \times ч соответственно [3].

Выберем ГТН с открытым центробежным компрессором, у которого $h = 0,85$, $COP = 3,5$.

$$\begin{aligned} \Delta b &= \frac{B_{ГРЭС} - B_{ГТН}}{Q} = \frac{b_т \times Q - b_э \times W_э}{Q} = \\ &= \frac{b_т \times Q - b_э \times Q / (COP \times h)}{Q} = b_т - \frac{b_э}{COP \times h} = \\ &= 200 - 350 / (3,5 \times 0,85) = 82,35 \text{ (кг.у.т./Гкал)}, \end{aligned} \quad (2)$$

где $B_{ГРЭС}$ и $B_{ГТН}$ – расход топлива для выработки тепла и электроэнергии на ГРЭС.

Из результатов расчёта видно, что при отпуске 1 Гкал с помощью ГТН, расходуется на 82,35 кг.у.т. меньше, чем при выработке такого же количества тепла на Лукомльской ГРЭС, что составляет 41,2 % экономии сырья.

Список использованных источников

1. Curtis R H., 2001. "Earth Energy in the UK." Proc. International Geothermal Days Conference, Bad Urach, Germany, Sept. Also in the Geo-Heat Center Quarterly Bulletin, Vol 22, No 4, Klamath Falls, Oregon, USA, Dec 2001.

2. Васильев Г.П., Хрустачев Л.В. «Руководство по применению тепловых насосов с использованием вторичных энергетических ресурсов и нетрадиционных возобновляемых источников энергии»: ОАО "ИНСОЛАРИНВЕСТ".

3. Тепловая защита зданий. СНиП 23-02-2003.

**Кудряшев Г.С., д.т.н., профессор,
Третьяков А.Н., к.т.н., доцент
Иркутский государственный аграрный университет
им. А.А. Ежевского,
ИННОВАЦИИ ПРИ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИИ
НА ПРЕДПРИЯТИЯХ АПК**

В настоящее время в электроэнергетике нарастает дефицит мощности и электроэнергии, который пока имеет локальный характер на уровне ряда региональных энергосистем. Это является следствием неравномерных темпов развития экономики различных регионов страны, недостаточных вводов генерирующих мощностей и недостаточных пропускных способностей электрических связей для передачи мощности и электроэнергии из избыточных регионов в дефицитные. В данной ситуации применение инновационных подходов к решению задач по снижению потерь в электроэнергетических системах является актуальным направлением. Только комплексный подход позволит учесть все параметры и режимы работы сети при создании технических средств, для снижения потерь и повышению качества электрической энергии.