

горной местности. Гирлянду можно разместить на несущем тросе между верхними частями гор, где велика вероятность наличия сильного ветра.

На большей части равнинной территории РФ среднегодовая скорость невелика – 2,5...5 м/с. Однако, в приземном слое почти всегда имеется значительная горизонтальная турбулентность в виде порывов ветра. Пропеллерные ВЭУ, требующие пространственной ориентации ветроколеса, не успевают обрабатывать эти энергетические импульсы, а роторные воспринимают и суммируют пульсации ветра с любой стороны.

Как преимущество, следует также отметить технологичность в изготовлении гирляндных ВЭУ роторного типа и минимум узлов в их конструкции. Вверху гирлянда крепится через упорный подшипник, несущая конструкция – трос, внизу трос соединен с ротором генератора. Приблизительные расчеты показывают, что при массовом производстве подобных ВЭУ их цена будет меньше, чем 1\$ за Вт установленной мощности.

Сотрудниками кафедры «Атомная энергетика» и Центра возобновляемой энергетики УрФУ разработано несколько модификаций единичных роторов, которые могут работать с высокой отдачей в составе гирляндных ветроэнергетических установок.

Библиографический список

1. Пат. ЕС WO 95/08062, форма Б.
2. А.С. СССР № 992800, кл. F03D 3/0.
3. Пат. США № 4293274, А от 6.10.1981.
4. Пат. ФРГ № 2758180 А1 от 28.06.1979.
5. Пат. РФ № 2246634, кл. F03D 3/0.

ВОЗМОЖНОСТИ АЛЬТЕРНАТИВНОГО ПРИМЕНЕНИЯ НАСОСА ТЕПЛОвого ДЕЙСТВИЯ В КОНТУРЕ ГЕОТЕРМАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

*Парёхина И.В., Муротьян Д.О., Сасин В.Я., Савченкова Н.М.
Московский энергетический институт (технический университет)
parehina_iv@mail.ru*

В настоящее время в России актуальны проблемы энергосбережения как на энергопредприятиях в целом, так и на отдельных их участках. В данной работе рассматривается применение двухфазного пульсационного насоса теплового действия (НТД) в бинарном контуре ГеоТЭС для перекачивания конденсата или охлаждающей воды вместо традиционных электрических насосов.

Под НТД понимается устройство, которое при подведении тепла к нему обеспечивает прокачку теплоносителя через внешний контур за счет испарения малого количества прокачиваемой жидкости. Испарение и конденсация происходят внутри насоса в его рабочих емкостях. Конструкция устройства представлена на рис. 1. НТД представляет собой простую конструкцию, поэтому технологичность изготовления НТД имеет преимущество по сравнению с другими типами насосов. При изготовлении могут использоваться любые металлы, совместимые с теплоносителем. Не требуется применение развитой инфраструктуры производства.

Технологическая цепочка изготовления установки замыкается снабжением материалами и квалифицированной газосварочной работой. Для работы

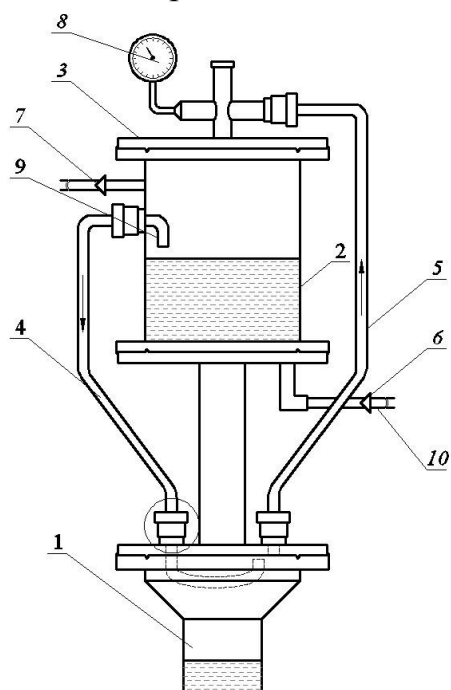


Рис. 1. Принципиальная схема НТД
 1 – испаритель; 2 – накопитель-конденсатор; 3 – крышка;
 4 – гидросифон; 5 – паропровод;
 6, 7 – обратные клапаны;
 8 – барометр; 9 – срез гидросифона;
 10 – выпускная труба насоса

НТД не требуется электричества. Применение устройства увеличивает надёжность системы в целом. Исключая пусковой период, установившийся цикл тепло- и массопереноса в НТД включает в себя шесть этапов, отличающихся характером и интенсивностью процессов тепло- и массопереноса, часть из которых может рассматриваться как стационарные, а другая часть как динамические, для которых понятия динамических коэффициентов тепло- и массопереноса не существует [6].

В настоящее время в России идёт развитие геотермальных электрических станций, и проблема энергосбережения в этих системах актуальна. Сегодня бинарные ГеоТЭС в России могут быть экономически эффективными при температуре термальной воды 70...200 °С. В настоящее время бинарные ГеоТЭС работают во многих странах, их суммарная мощность превышает 500 МВт. Несколько компаний за рубежом наладили серийное производство бинарных энергоустановок на органических рабочих телах (изобутан, изопентан) единичной мощностью 1,5...4 МВт.

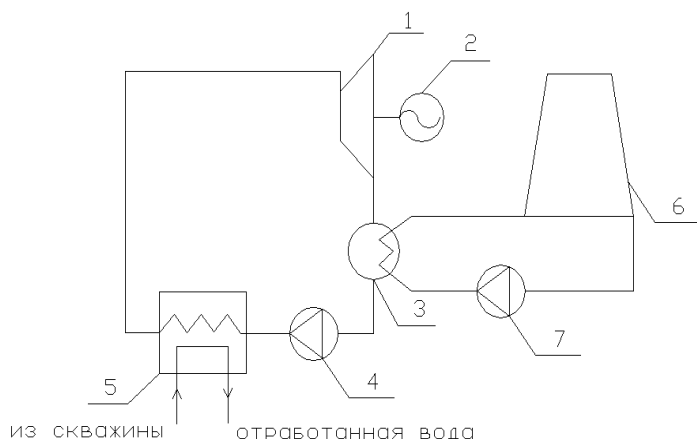


Рис. 2. Принципиальная схема бинарного цикла ГеоТЭС

- 1 - паровая или газовая турбина, 2 – электрогенератор,
 3 – конденсатор отработанного пара, 4 – насос для перекачки конденсата, 5 – рекуперативный теплообменный аппарат, 6 – градирня, 7 – насос для перекачивания охлаждающей воды

Все четыре российские геотермальные электростанции расположены на территории Камчатки, суммарный электрический потенциал пароводяных терм которой оценивается в 1 ГВт рабочей электрической мощности. Российский потенциал реализован только в размере 80,8 МВт установленной мощности и около 4520 млн. кВт·ч годовой выработки (2004 г.) [5].

Принципиальная схема бинарного цикла геотермальной станции представлена на рис. 2.

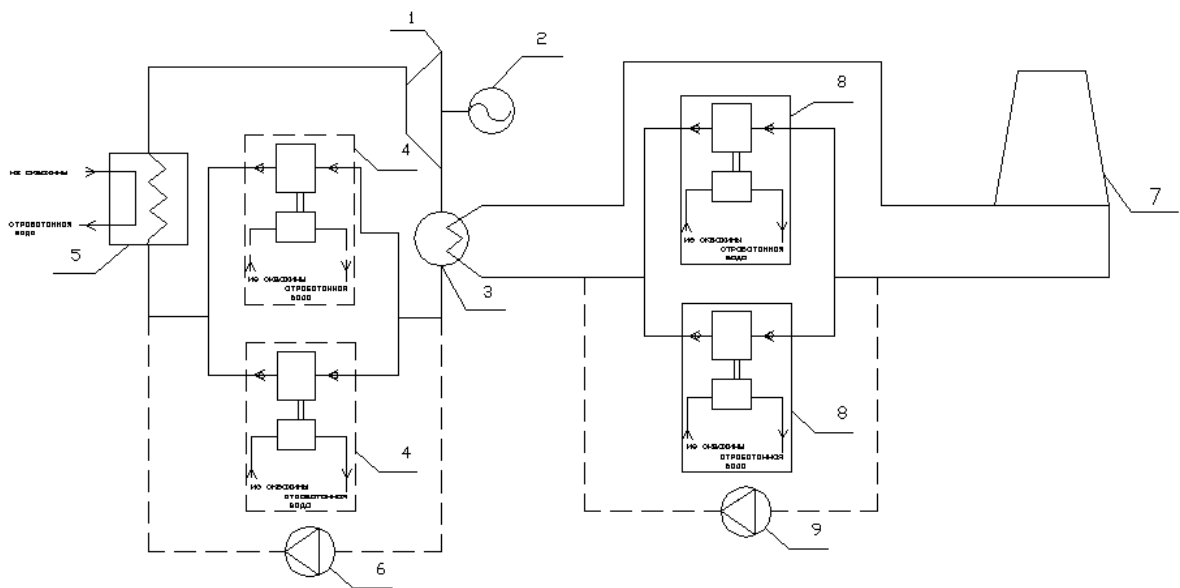


Рис. 3. Схема применения двухфазного пульсационного парогенератора в бинарном цикле ГеоТЭС: 1 - турбина, 2 - электрогенератор, 3 - конденсатор, 4 - НТД для перекачивания конденсата, 5 - рекуперативный теплообменный аппарат, 6 - резервный насос, 7 - градирня, 8 - НТД для перекачивания охлаждаемой воды, 9 - резервный насос

В данной работе предлагаются схемы использования двухфазного пульсационного насоса в качестве устройства, перекачивающего конденсат, и для перекачивания охлаждающей жидкости (рис. 3), либо непосредственно в качестве парогенератора (рис. 4).

Преимуществом данных схем является уменьшение количества электрических насосов, а, следовательно, и затрат на электроэнергию. В первом случае - для перекачивания конденсата, либо для перекачки охлаждаемой воды используется два НТД, включенных в противофазе, но применение электрического насоса необходимо в качестве резервного.

При использовании НТД непосредственно для парогенерации не нужен насос, перекачивающий конденсат, но для бесперебойной работы системы необходимо поставить два парогенератора, работающих в противофазе.

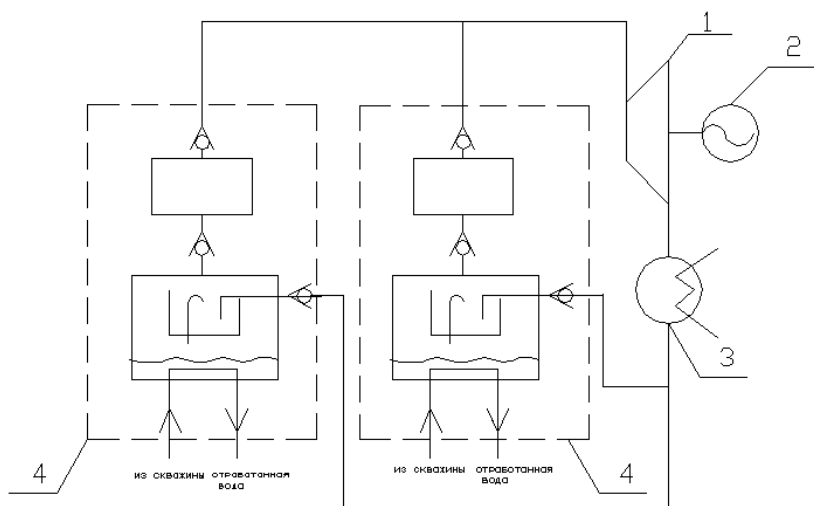


Рис. 4. Схема применения двухфазного пульсационного насоса теплового действия в бинарном цикле ГеоТЭС:
1 - турбина,
2 - электрогенератор,
3 - конденсатор,
4 - парогенератор

В ходе экспериментов получены результаты, доказывающие эффективность представленной разработки. В настоящее время ведутся работы по увеличению производительности насоса [2]. Например, увеличение температуры среды внешнего контура [3], применение эжекционного устройства для удаления избытков влаги из испарителя после осушения конденсационной полости и др. Итак, внедрение НТД в бинарный цикл ГеоТЭС позволит существенно снизить затраты на электропривод насосов, увеличит надежность системы.

Библиографический список

1. Аверьев В.В., Вакин Е.А., Поляк Б.Г. Перспективы использования подземного тепла вулканических областей // Геотермические исследования и использование тепла Земли. М.: Наука, 1966. С. 273-279.
2. Буй Мань Ту, Сасин В.Я. Экспериментальные исследования элементов насоса теплового действия (НТД) и анализ результатов расчетов по математической модели // Радиоэлектроника, Электротехника и Энергетика: Тез. докл. Пятнадцатой междунар. науч.-техн. конф. студентов и аспирантов. В 3-х т. М.: МЭИ, 2009. Т. 2. С. 386-387.
3. Буй Мань Ту, Сасин В.Я., Парёхина И.В. Влияние температуры среды внешнего контура на рабочие характеристики насоса теплового действия // Радиоэлектроника, Электротехника и Энергетика: Тез. докл. Шестнадцатой междунар. науч.-техн. конф. студентов и аспирантов. В 3-х т. М.: МЭИ, 2010. Т. 2. С. 416-417.
4. Буй Мань Ту, Сасин В.Я., Савченкова Н.М., Парёхина И.В. Экспериментальные и теоретические исследования тепло- и массопереноса в испарителе двухфазного вытеснительного насоса теплового действия // Вестник МЭИ. М.: Изд-во МЭИ, 2009. С. 29-34.
5. Кононов В.И., Сугробов В.М. Геотермальные ресурсы Камчатки, использование и перспективы развития // Тепловое поле Земли и методы его изучения: Сборник научных трудов. М.: Изд-во Российского университета дружбы народов, 2007.
6. Пат. на полезную модель № 2009143627 от 26.11.2009 «Тепломассопередающее устройство».
7. Сасин В.Я., Савченкова Н.М., Буй Мань Ту. Экспериментальные и теоретические исследования тепло- и массопереноса двухфазного вытеснительного насоса теплового действия // 5 РНКТ. Минск, 2010.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ С ГРУНТОВЫМИ ТЕПЛООБМЕННИКАМИ

Плеханова Е.С.

Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет

Грунтовые теплообменники связывают теплонасосное оборудование с грунтовым массивом. Кроме извлечения теплоты земли, грунтовые теплообменники могут использоваться и для накопления теплоты или холода в грунтовом массиве.

При устройстве в грунте вертикальных или горизонтальных регистров труб (систем сбора низкопотенциальной теплоты грунта) с циркулирующим по ним теплоносителем, имеющем пониженную (повышенную) относительно окружающего грунтового массива температуру, происходит отбор (сброс) тепловой энергии (холода) от грунта и их отвод потребителю.

Грунт поверхностных слоев Земли, в связи с его повсеместной доступностью и достаточно высоким температурным потенциалом, является наиболее