

Рис. 3. Суточное изменение активной мощности насоса

В ходе исследования была выявлена зависимость изменения активной мощности насоса от времени. Построенные графики позволяют выявить оптимальный режим работы насоса.

Литература

1. Hakimyanov, M. I. Methodological bases calculation of power consumption of electric drives booster and group pumping station / M. I. Hakimyanov, B. V. Guzeev, L. A. Ryabishina // Electrical and data processing facilities and systems. – 2014. – № 3, vol. 10. – P. 15–20.
2. Optimization of a variable frequency drive pump working on a water tower / N. V. Hruntovich [et al.] // In E3S Web of Conferences, EDP Sciences, 2019. – Vol. 124. – P. 05060.
3. Капанский, А. А. Управление энергоэффективностью трубопроводных систем водоотведения на основе многофакторного моделирования режимов электропотребления / А. А. Капанский // Агротехника и энергообеспечение. – 2016. – № 1 (10). – С. 51–63.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ ДВУХФАЗНЫХ ТЕПЛОПЕРЕДАЮЩИХ ТЕРМОСИФОННЫХ СИСТЕМ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Н. М. Кидун, Т. Н. Никулина, К. А. Светличный

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель А. В. Шаповалов

В теплообменниках, изготовленных на базе термосифонов, достигается передача больших тепловых потоков благодаря эффективной теплопроводности устройств, так как скрытая теплота парообразования велика. Несмотря на простоту идеи, исполнение теплообменников может быть крайне разнообразным и зависит от схемы применения и используемых теплопередающих сред.

При определенных условиях теплообменный аппарат на основе термосифонов можно использовать вместо кожухотрубчатых и пластинчатых теплообменников, так как они обладают следующими преимуществами:

- высокий коэффициент теплоотдачи с внутренней поверхности термосифона (за счет фазового перехода теплоносителя в термосифоне) и высокий коэффициент теплопередачи от испарителя к конденсатору термосифона;
- способность быстро выходить на рабочий режим;
- способность работать при малом градиенте температур.

Рассмотрим возможное применение теплообменного аппарата на основе термосифона в гелиоколлекторах для нужд горячего водоснабжения (ГВС), схема которого приведена на рис. 1.

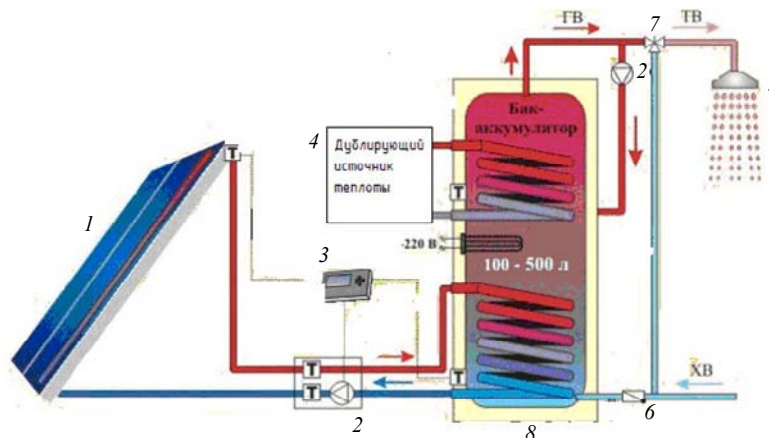


Рис. 1. Схема подключения термосифонного гелиоколлектора к системе ГВС

В данной схеме солнечный коллектор *1* является основным источником теплоты для нужд ГВС. Сконденсировавшийся теплоноситель, которым заправлен термосифон, отдает теплоту воде контура ГВС через теплообменник, установленный в бойлере косвенного нагрева *8*. В случае неиспользования горячей воды бойлер служит баком-аккумулятором. Так как температура горячей воды у потребителей не должна превышать $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ устанавливается термостатический трехходовой клапан *7*.

В случае плохой погоды в качестве дублирующих источников теплоты могут быть использованы котлы, работающие на различных видах топлив либо ТЭНы, которые догреют воду до необходимой температуры. Подключение котлов как дублирующих источников теплоты осуществляется по отдельному контуру. При использовании ТЭНа необходима установка магниевого анода для предотвращения образования накипи и образования коррозии на ТЭНе. Для осуществления циркуляции в контуре устанавливаются рециркуляционные насосы *2*, которые управляются с помощью блока управления *3*.

Данный тип коллекторов способен работать в зимнее время, так как специальное селективное покрытие помогает воспринимать малейшее тепло, вакуум дает возможность максимально сократить тепловые потери, а антифриз не замерзает при минусовых температурах.

Одним из направлений использования двухфазных термосифонов может стать атомная энергетика. После известных аварий на атомных станциях стал вопрос о создании высокоэффективной системы расхолаживания реакторов в случае длительного обесточивания энергоблока. При обесточивании энергоблока защитные стержни-поглотители вводятся в активную зону реактора, тем самым останавливая процесс деления ядерного топлива. Однако после полного останова реактора необходимо отводить большое количество теплоты от воды первого контура, а в случае обесточивания затрудняется работа циркуляционных насосов.

Данная проблема может быть решена созданием пассивных систем отвода остаточного тепла. В качестве теплообменников для данной системы предлагается использовать аппараты, изготовленные на базе двухфазных термосифонов [1].

На рис. 2 представлена возможная схема использования термосифонных теплообменников для реактора ВВЭР-1000.

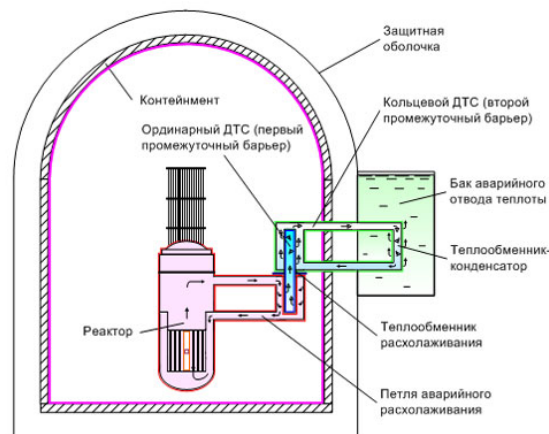


Рис. 2. СПОТ с двумя промежуточными барьерами защиты

Особенностью данной системы является то, что используются два термосифонных теплообменника, которые являются промежуточными барьерами. Первый промежуточный барьер установлен вертикально и служит для отвода тепла от первого контура и передачи ее второму промежуточному барьеру, часть корпуса которого находится за герметичной оболочкой и работает по принципу кольцевого двухфазного термосифона с разделением потоков пара и конденсата. Это существенно снижает вероятность того, что в аварийных ситуациях радиоактивные продукты смогут выйти за пределы барьеров безопасности.

На рис. 3 предложена конструкция термосифонного теплообменника, которая была успешно использована в производстве слабой азотной кислоты под единым давлением для передачи 4,79 ГДж/ч теплоты сжатого газа после первой ступени компрессора питательной воде [2].

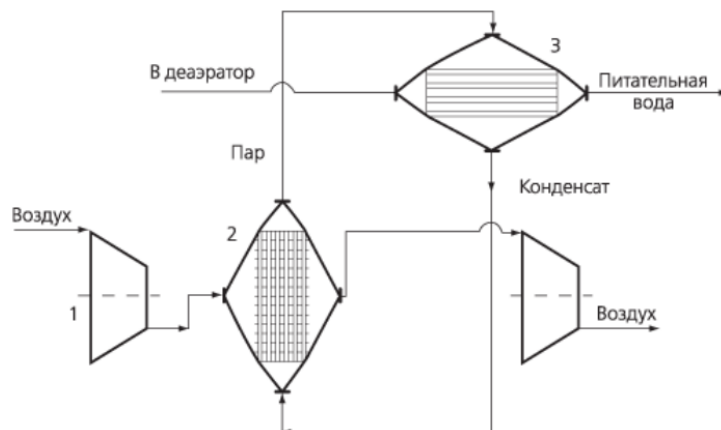


Рис. 3. Схема термосифонного теплообменника для охлаждения воздуха после первой ступени компрессора

Горячий воздух после первой ступени компрессора 1 поступает в межтрубное пространство вертикально расположенных оребренных труб теплообменника 2 и отдает теплоту промежуточному теплоносителю, который вскипает внутри труб. Пар промежуточного теплоносителя по паропроводу поступает в межтрубное пространство кож-

хотрубчатого теплообменника 3, где конденсируется, отдавая теплоту конденсации питательной воде, текущей внутри труб. Конденсат под действием сил гравитации поступает в нижнюю часть теплообменника 2, замыкая процесс передачи теплоты.

Как видно, применение теплообменников на базе двухфазных термосифонов находит место в различных отраслях промышленности из-за своих преимуществ, описанных выше, тем самым обеспечивая меньшую металлоемкость теплообменного оборудования, продлевая время работы установки в целом и улучшая ее технико-экономические показатели.

Литература

1. Аварийное расхолаживание реакторной установки АЭС с ВВЭР при полном длительном обесточивании энергоблока / И. И. Свириденко [и др.] // Вестн. НТУУ (КПИ). Сер. машиностроения. – 2002. – № 43. – С. 198–201.
2. Безродный, М. К. Процессы переноса в двухфазных термосифонных системах. Теория и практика / М. К. Безродный, И. Л. Пиоро, Т. О. Костюк. – К. : Факт, 2005. – 704 с. : ил.

ВЫЯВЛЕНИЕ ДЕФЕКТОВ В РАБОТАЮЩИХ ТРАНСФОРМАТОРАХ И АВТОТРАНСФОРМАТОРАХ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ВИБРОДИАГНОСТИКИ

Е. А. Жук

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель Н. В. Грунтович

Сейчас стало очень актуально выполнение диагностирования высоковольтного дорогостоящего оборудования по нескольким причинам: часть оборудования выработало свой срок службы, наличие бракованного оборудования, неправильный монтаж который приводит к выходу из строя.

Выход из строя трансформаторов и автотрансформаторов может привести к простоям оборудования, нарушению сложного технологического процесса, гибели людей, массовому недоотпуску продукции.

Во избежание этого необходимо выполнять комплексное диагностирование, для того чтобы выявить дефект, возможное место дефекта, для дальнейшего его устранения.

Выполнение вибродиагностики в комплексе с определением уровня частичных разрядов позволяет выявить наличие дефекта и предположительно место его появления.

Причинами повышенной вибрации бака трансформатора является:

- магнитострикционная вибрация, проявляющаяся до 700 Гц;
- ослабление прессовки обмоток и магнитопровода (потеря динамической стойкости), проявляющееся во всем диапазоне частот;
- повреждение шинки отвода в трансформаторах 110 кВ и образование пузырьков в масле, проявляющихся в диапазоне частот от 700 до 1500 Гц;
- резонанс частот отдельных элементов трансформатора, измеряемых на частоте свыше 1500 Гц.

В настоящее время выявление дефектов специалистами в Республике Беларусь и Российской Федерации при использовании вибродиагностирования выполняется в частотном диапазоне 50 до 1000 Гц.

Однако если обратить внимание на перечень причин, которые повышают уровень вибрации, и диапазон их появления, на опыт в исследованиях в области диагно-