

А.Л. Лупан

КОНСТРУКЦИЯ И МЕТОДИКА ИНЖЕНЕРНОГО РАСЧЕТА ЭЛЕКТРОГИДРОДИНАМИЧЕСКОЙ ИСПАРИТЕЛЬНО- КОНДЕНСАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

*Институт прикладной физики АН РМ,
ул. Академией, 5, г. Кишинев, МД-2028, Республика Молдова*

Введение

Научно-технический прогресс неразрывно связан с ростом удельных мощностей различного оборудования и предъявляет все более высокие требования к работе с разнообразной аппаратурой, используя новые технологии, в том числе с тепловоспринимающими и тепловыделяющими узлами и элементами. Это предполагает внедрение более совершенных методов интенсификации теплообмена, создание надежных систем термостатирования, обеспечение стабильных условий транспорта и ориентации теплоносителя. Одним из таких методов является электрогидродинамический, который предполагает расширение и углубление исследований гидродинамики и теплообмена в электрических полях, в том числе при фазовых превращениях, то есть электроконвективного теплообмена в двухфазных парожидкостных системах как наиболее эффективного.

Предлагаемая вниманию читателя статья посвящена части одному из новых направлений электроконвекционного теплообмена – электрогидродинамической испарительно-конденсационной системе (ЭГД-ИКС).

Интерес к ЭГД-ИКС объясняется следующими ее преимуществами.

Во-первых – высокой эффективностью и компактностью из-за большой теплоты фазового перехода (испарения и конденсации), а также высокой производительностью ЭГД-прокачки в сравнении с производительностью средств, использующих капиллярные и гравитационные силы.

Во-вторых – работоспособностью ЭГД-ИКС при любой ориентации в поле тяжести с применением ЭГД – транспорта теплоносителя.

В-третьих – возможностью активного эффективного регулирования параметрами устройств ЭГД-ИКС подачей соответствующего электрического потенциала, что используется для обеспечения заданного температурного режима, например термостатирования.

Описание установки

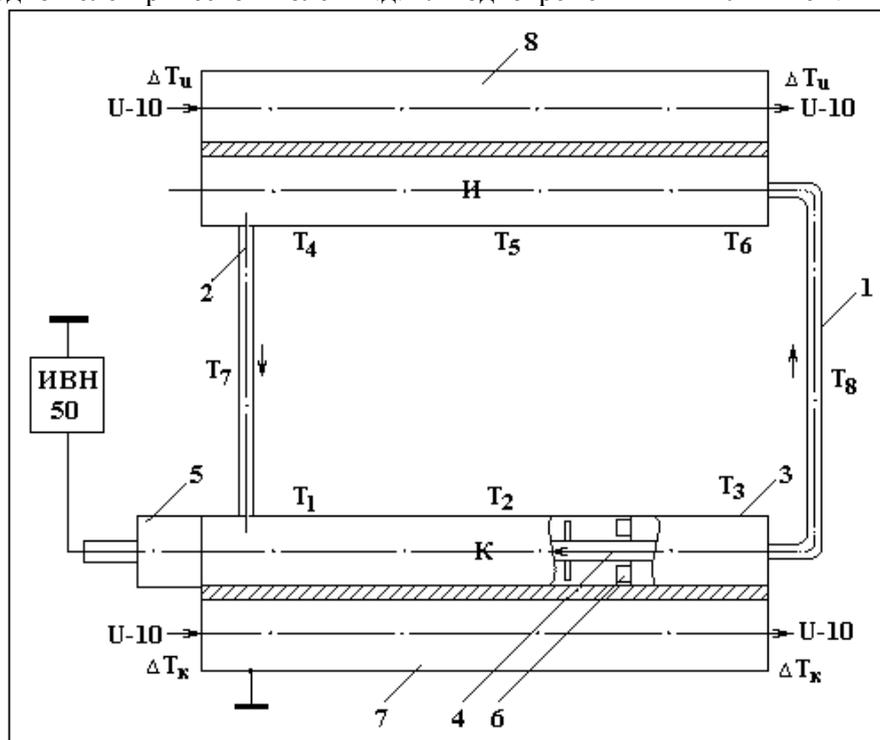
Конструкция ЭГД-ИСК (см. рисунок) в общем представляет собой замкнутый контур последовательно соединенных элементов: испарителя, паропровода, конденсатора, ЭГД-преобразователя и конденсатопровода (элементы перечислены по направлению прокачки теплоносителя). Более подробное описание экспериментальной установки было представлено на XI Национальной конференции по термотехнике (Румыния) [1].

Экспериментальный образец системы конструктивно совмещал два элемента: конденсатор и ЭГД-преобразователь. Иначе говоря, конденсатором служила входная часть ЭГД-преобразователя, частично заполненная конденсатом, а напор создавался выходной частью ЭГД-преобразователя, полностью заполненной конденсатом. Объем заполненной части ЭГД-преобразователя определялся превышением испарителя над конденсатором ΔH , на высоту которого нужно было доставить конденсат. Чем больше ΔH , тем больший объем (большее число ступеней ЭГД-преобразователя) автоматически заполнялся конденсатом для преодоления столба конденсата высотой ΔH .

В качестве теплоносителя использовалась смесь фреон-113-ацетон.

Представляется целесообразным, однако, впредь конструктивно разделять конденсатор и

ЭГД-преобразователь. Такая конструкция имеет следующие преимущества перед совмещенной: отсутствие загроможденности зоны конденсации, стабильность работы ЭГД-преобразователя ввиду постоянства количества работающих его ступеней, возможность выполнения ЭГД-преобразователя компактно. Эти преимущества обеспечивают стабильность работы ЭГД-ИКС в целом, упрощают ее расчет. Транспорт конденсата в зоне конденсации при этом можно обеспечить одним из следующих силовых факторов: гравитационным, динамически движущимся паром, капиллярным, пондеромоторным в неоднородном электрическом поле и т.д. или одновременным их влиянием.



Экспериментальный стенд

И – испаритель; К – конденсатор; 1 – конденсатопровод; 2 – паропровод; 3 – поверхность конденсации; 4 – высоковольтный электрод; 5 – проходной изолятор; 6 – диэлектрическая втулка; 7 – холодильник; 8 – нагреватель; T_i – места расположения термомпар; ΔT – спаи дифференциальных термомпар. Стрелками показано направление прокачки теплоносителя

Обсуждение результатов. В основе теплового расчета ЭГД-ИКС, как и любого другого теплообменника, лежат два уравнения: теплового баланса и теплопередачи.

Первое в рассматриваемом случае отражает, без учета потерь тепла на адиабатических участках паропровода и конденсатопровода, равенство тепловой мощности испарителя Q_u и конденсатора Q_k :

$$Q_u = Q_k = Q \quad (1)$$

Уравнения теплоотдачи испарителя и конденсатора в общем одностипны и имеют вид

$$Q = \alpha (T_1 - T_2) \cdot S, \quad (2)$$

где α – коэффициент теплоотдачи, S – площадь поверхности теплообменника.

Ввиду значительной интенсивности теплообмена при кипении в зоне испарения применение электрического поля для его интенсификации в общем нецелесообразно, электрическое поле отсутствует и расчет α проводится по одной из известных зависимостей с учетом геометрии испарителя, его ориентации в поле тяжести, давления, теплофизических свойств стенки, степени заполнения жидкостью, которая в свою очередь определяет фазовую структуру парожидкостной смеси [2].

Теплоотдача в зоне конденсации происходит в условиях ЭГД-диспергирования жидкости, и расчет α проводится по предложенной формуле [1]:

$$\alpha = 4,86\lambda\varepsilon_0\varepsilon E^2 / \sigma_n . \quad (3)$$

Если пренебречь перегревом пара в испарителе и переохлаждением конденсата в конденсаторе, то температурный напор в испарителе определяют разностью температур насыщения T_n и температуры стенки испарителя $T_{н1}$, а температурный напор в конденсаторе – разностью температур насыщения T_n и температуры стенки конденсатора $T_{к1}$.

С учетом того, что речь идет о средних температурах T_n и T_k , то в зависимости от конкретных условий подвода и отвода тепла пользуются известной методикой вычисления их средних значений [2].

Экспериментально продемонстрирована возможность создания ЭГД-ИКС с размещенным в зоне конденсации ЭГД-преобразователем, работающей при любой ориентации в поле тяжести, транспорт конденсата в котором осуществляется электрогидродинамическими средствами.

Применение теплообменников вообще и ИКС в частности общеизвестно, оно носит межотраслевой характер.

ЭГД-ИКС могут применяться и обеспечивать в приборостроении, энергетике, машиностроении, медицине, перерабатывающей промышленности повышение точности и стабильности работы, ресурса, удельной мощности различных устройств и снижение их массогабаритных параметров, а также оптимальный режим различных технологических процессов.

Применение ЭГД-ИКС позволит создать холодильные машины и тепловые насосы нового типа.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Bologa M., Cojuhari I., Lupan A.* Transmiterea de căldură în termosifon bifazic electrohidrodinamic. Conferința Națională de Termotehnică. Ediția XI-a, Vol.1. Galați, 17-19 mai, 2001.
2. *Исаченко В.П., Осипова В.А., Сукомел А.С.* Теплопередача. М.: Энергия, 1975.

Поступила 07.06.06

Summary

The design of the electro hydrodynamic evaporation-condensation system (EHD ECS) is presented. The methods of engineering calculation of EHD ECS are suggested which include equations of heat balance and exchanged heat influence of electric field in condensate zone is taken into consideration.
