

Исследование параметрических характеристик электродных водоподогревателей и парогенераторов

Карелин А. Н., канд. техн. наук

Санкт-Петербургский государственный морской технический университет

Рассмотрены вопросы, связанные с созданием исследовательских стендов для анализа параметров электродных водоподогревателей и парогенераторов и совершенствованием работы электродных групп.

Ключевые слова: электродные водоподогреватели, парогенераторы, системы отопления, исследовательские стенды.

Электродный водоподогреватель (ЭВП) является печью сопротивления [1, 2]. Рабочая среда в нем включается в электрическую цепь, а теплота выделяется в воде. Широкое применение ЭВП в различных отраслях хозяйства обусловлено простотой конструкции и эффективностью.

Электроводоподогреватели могут использоваться в системах отопления жилого дома и предназначаться для нагрева рабочей жидкости (воды) ниже точки кипения. Для обогрева жилого помещения применяется ЭВП с аккумуляционным баком. Система отопления — с естественной циркуляцией.

Электродные парогенераторы (ЭПГ) служат для выработки технологического пара в

пищевой промышленности (производство хлебобулочной, кондитерской, мясной, молочной, крупяной продукции, в животноводстве и кормопроизводстве), легкой промышленности, на предприятиях общественного питания. В ЭПГ использован принцип выделения теплоты при прохождении электрического тока непосредственно через воду. Они включают в себя паровой котел, питательный насос, предохранительный клапан, электрооборудование. Обеспечивают автоматическое поддержание уровня воды в котле и давления пара. Вырабатывают насыщенный пар с требуемым давлением. Выпускаемые ЭПГ сертифицируются, могут быть неподконтрольны Ростехнадзору.

Конструктивно электродный котел представляет собой емкость с размещенными в ней электродами и работает как проточный водонагреватель. На объекты ЭПГ поставляют в виде отдельного моноблока максимальной заводской готовности (на общей несущей раме смонтированы электропарогенератор и блок управления) с полным комплектом элементов для гидравлической обвязки и электрических подключений.

В производственных процессах нефтяной и газовой промышленности водяной или насыщенный пар используется для различных целей:

пропарки устья скважин, муфтовых соединений бурильных труб, бурового инструмента, применяемого при спуско-подъемных работах;

подогрева растворного узла, бурового глинистого раствора, насосной установки и трубопроводов;

оказания экстренной помощи при размораживании технологических трубопроводов;

обеспечения бытовых нужд теплотой и горячей водой;

промывки поверхностей транспортных средств, нефтепромыслового оборудования.

Электродные однофазные микропарогенераторы, предназначенные для влажно-тепловой обработки, с успехом применяются на швейных предприятиях бытового обслуживания (ателье, химчистки и др.) и мелких швейных предприятиях. Данные парогенераторы отличаются малыми габаритами, массой и высокой надежностью, обеспечивают получение насыщенного пара давлением, равным давлению воды в водопроводной сети.

Электродные водоподогреватели и парогенераторы могут использоваться для решения экологических задач, при управлении технологическими объектами металлургического производства, машиностроительного цикла, при естественно-научных исследованиях, решении прикладных задач электроники и электротехники, в сельском хозяйстве, медицине и др. Поэтому важен анализ работы электродных систем.

Для создания исследовательских стендов необходимо рассмотреть систему отопления. Наиболее распространенная схема: настенный электродкотел нагревает теплоноситель, циркулирующий с помощью насоса в отопительной сети, состоящей из верхней разводящей магистрали, радиаторов и обратной магистрали. Увеличение объема теплоносителя при

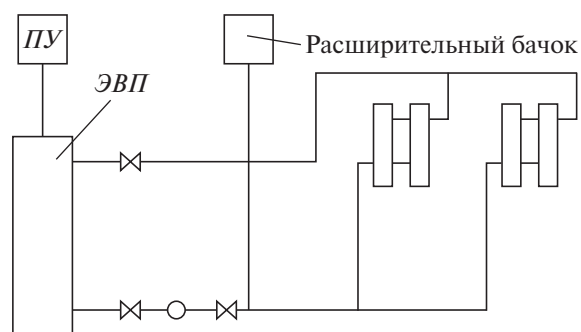


Рис. 1. Схема монтажа системы отопления

нагреве компенсирует экспанзомат (расширительный бачок) за счет сжатия и уменьшения объема газовой полости. Сетчатый фильтр очищает теплоноситель от твердых включений, стабилизируя его свойства и продлевая тем самым срок службы электродкотла, насоса и приборов тепловой автоматики (радиаторных терморегуляторов, автоматических воздухоотводчиков и перепускного клапана). Перепускной клапан открывают при перепаде давления в разводящей и обратной магистралях, что может случиться, когда одновременно закрывают клапаны во всех терморегуляторах. Благодаря этому обеспечивается циркуляция теплоносителя и предотвращается аварийное отключение котла. Электрическое регулирование тепловой мощности котла выполняет блок управления, подсоединенный к электросети. Необходима прокладка линии контурного заземления (рис. 1).

Важной составной частью исследовательского стенда может быть секционный радиатор — прибор конвективно-радиационного типа, состоящий из отдельных колончатых элементов — секций с каналами круглой или эллипсообразной формы. Он отдает в помещение радиацией около 25 % общего теплового потока, передаваемого от теплоносителя (остальные 75 % — конвекцией), но по традиции называется радиатором. Секции радиатора отливают из серого чугуна, их можно компоновать в приборы различной площади. Секции соединяют на ниппелях с прокладками из картона, резины или паронита.

На стенде предполагается исследование характеристик контура обогрева с радиатором типа М-140-АО [1]. Элементами исследовательского стенда являются водогрейные модули. Вариант схемы стенда приведен на рис. 2 [1, 2]. Электродная группа 1 размещена в изолирующей емкости 2. Питание к электродам от сети подается через измери-

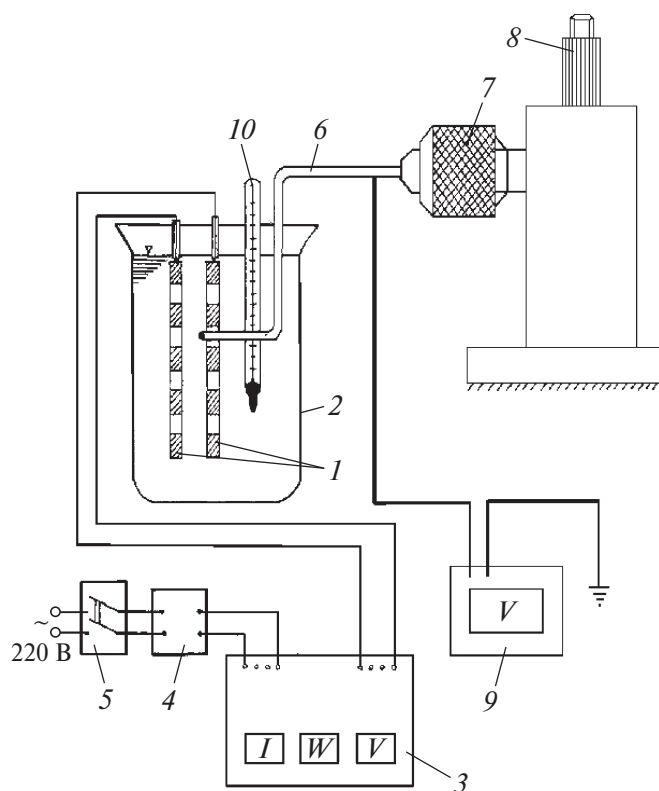


Рис. 2. Схема испытательного стенда для анализа работы электродных групп

тельный комплект К-505 3, подводимое напряжение регулирует ЛАТР 4. Отключение от сети осуществляется выключателем 5. Электрический щуп 6 закреплен в координатных устройствах горизонтального 7 и вертикального 8 ходов. Координатные устройства имеют микрометрические винты, точность задания горизонтальной координаты — 0,05 мм, вертикальной — 0,5 мм. Сигнал от электрического щупа подается к вольтметру 9. С помощью термометра 10 измеряется температура воды в емкости 2. Предусмотрено не показанное на схеме специальное устройство для дистанционирования электродов (точность устройства — 0,2 мм). Таким образом, стенд позволяет измерять, во-первых, распределение потенциалов (электрическим щупом), во-вторых, мощность, подводимую к электродной группе (комплект 3).

Экспериментальный стенд можно использовать для проведения следующих работ: исследования характеристик при варьировании давления, степени заполнения контура и площади электродов (числа сеток); анализе характеристик при варьировании площади электродов (числа сеток) в открытом (атмосферное давление) и закрытом вариантах.

Для обеспечения варьирования давления в схеме может предусматриваться вакуумный насос водокольцевого типа. Рабочее тело — водопроводная вода, например, без специальной обработки. Электрическое питание к нагревателю подается от однофазной сети переменного тока напряжением 220 В. Измеряемые параметры: электрические (ток, напряжение, мощность), температура стенки, давление в контуре.

Схема модернизированного стенда (рис. 3) включает в себя гидравлический контур, в который входят водонагреватель-парогенератор 1 и радиатор 2. Заполнение контура осуществляется через клапан 3 из бака 4. При работе на пониженных давлениях бак отсекается от контура с помощью вставки 5, выполненной из вакуумного шланга. Давление в контуре измеряется мановакуумметром 6. Разрежение создается водокольцевым насосом 7. Силовое питание к нагревателю 1 подается от сети через измерительный комплект 8 (К-505). Измерение температур может осуществляться хромель-копелевыми термопарами (№ 1 — 12), закрепленными на поверхности контура, термопары № 2 и 3 установлены в защитных чехлах на входе и выходе нагревателя. Регистрация температур выполняется с помощью устройства измерения и регистрации 9 (А682-002). Предусмотрен узел 10 для регистрации количества жидкости, вытесняемой из контура при полном его заполнении. Вставка 11, выполненная из вакуумного шланга, позволяет отсечь водокольцевой насос.

Вариант схемы исследовательского стенда на базе конвектора приведен на рис. 4.

Таким образом, создание исследовательских стендов требует анализа существующих тепловых схем и систем водоснабжения, выбора соответствующего измерительного оборудования, приборов и генерирующих устройств, модулей отопления. Такие стенды позволяют изучать свойства как существующих систем, так и модернизируемых генерирующих модулей.

По результатам анализа номенклатуры выпускаемых водоподогревателей перспективными представляются исследования характеристик ЭВП малой мощности, работающих в составе замкнутого контура установок для обогрева жилых и производственных помещений. Перед проведением исследований необходимо предварительно разработать и реализовать в виде технического решения перспективную электродную группу. Одно из

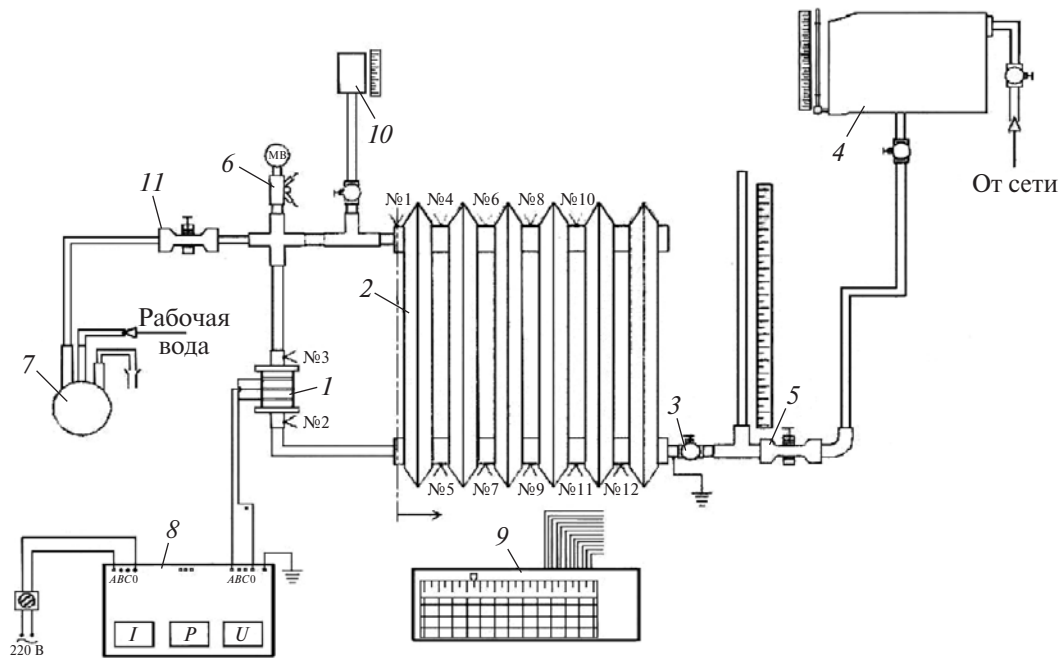


Рис. 3. Схема экспериментального стенда с расположением термодпар

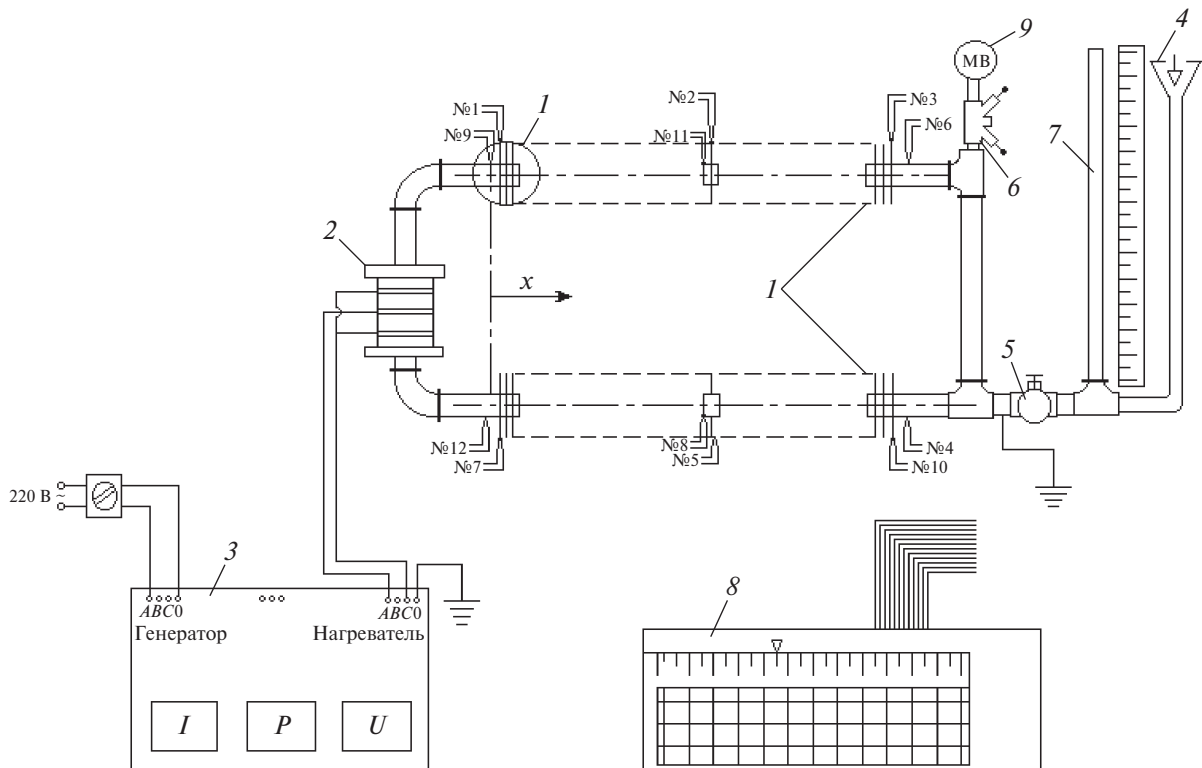


Рис. 4. Схема исследовательского стенда на базе конвектора:

1 — оребренная труба; 2 — нагреватель; 3 — измерительный комплект К-505; 4 — воронка; 5 — клапан заполнения; 6 — воздушный клапан; 7 — водомерное стекло; 8 — устройство измерения и регистрации А682-002; 9 — мановакуумметр

направлений исследований может быть определено изучением эффективности получаемой мощности при прочих равных условиях, а также с использованием электродов с учетом возможностей их компоновки для оптимизации

массогабаритных показателей. Распределение электрических потенциалов анализируется путем их измерения в различных точках пространства при разных напряжениях на электродах (рис. 5, 6).

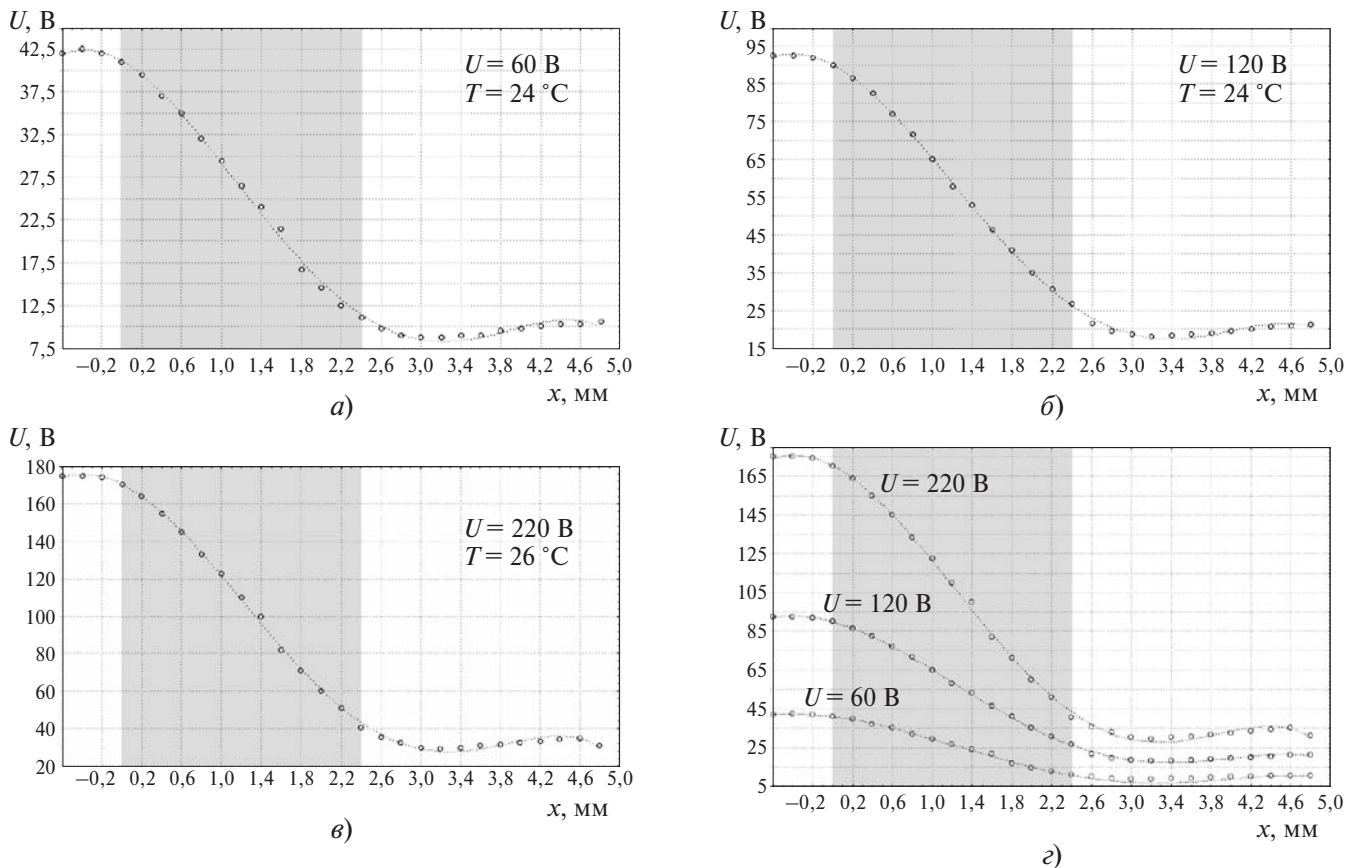


Рис. 5. Графики результатов исследований при $U = 60$ В и $T = 24$ °С (а), $U = 120$ В и $T = 24$ °С (б), $U = 220$ В и $T = 26$ °С (в) и графики суммарных результатов исследований (г)

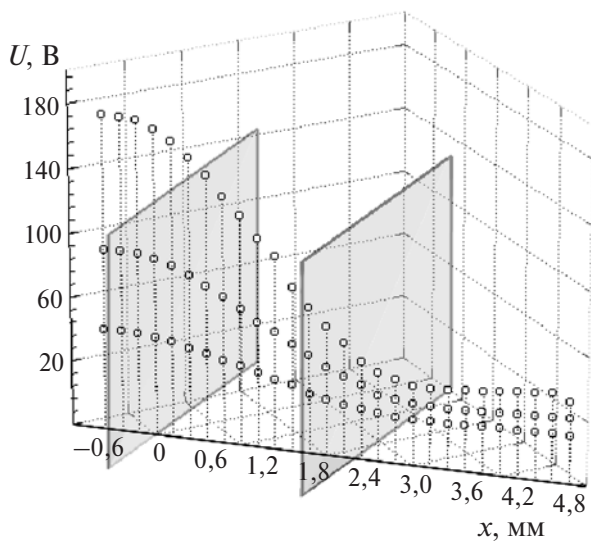


Рис. 6. Графики распределения потенциала в электродном пространстве в зависимости от межэлектродного расстояния (трехмерная модель)

Необходимость улучшения показателей эффективности и безопасности обуславливает целесообразность проведения дальнейших ис-

следований по следующим направлениям: изучение внутренних процессов в генераторе; исследование распределения потенциалов в электродном блоке; решение задачи наличия потенциалов на корпусе; анализ зависимости выделяемой мощности от соотношения между линейным размером и межэлектродным расстоянием; сравнение мощностных характеристик. Анализ мощностных характеристик определяет целесообразность использования электродных групп при различных параметрах установки для улучшения массогабаритных показателей оборудования.

Список литературы

1. Электротермическое оборудование: Справочник / Под общ. ред. А. Б. Альтгаузена. — М.: Энергия, 1980.
2. Пат. № 43703.U1. МПК Н 02 Р 9/30. Автоматический регулируемый генератор межмолекулярных соединений на основе электродной группы / А. Н. Карелин. — Изобретения. Полезные модели, 2005, № 3.

cascad@atnet.ru