

НОВЫЕ РАЗРАБОТКИ МОЩНЫХ ЭЛЕКТРОНАГРЕВАТЕЛЕЙ ДЛЯ НАУКИ И ТЕХНИКИ

Вересов А.В., ген. директор фирмы «М и М»

Трубчатые электронагреватели (тэны) широко известны и получают все большее распространение во многих отраслях промышленности, на транспорте и в быту. Казалось, их возможности уже исчерпаны. Однако создание форсированных энергоустановок, исследования в области безопасности АЭС поставили задачи по усовершенствованию конструкций электронагревателей в целях достижения плотности теплового потока, соответствующей и даже превышающей таковую для твэлов ядерных реакторов. Эти задачи были успешно решены. Более того, известно об использовании тэнов непосредственно в активной зоне исследовательского реактора, т.е. при работе в условиях мощного ионизирующего излучения.

Другим направлением является разработка патронных тэнов (с односторонним расположением токоподводов), которая была начата в нашей стране в середине 80-х годов. Патронные тэны удобнее обычных в применении и становятся все более популярными.

Фирма «М и М» 8 лет работает на рынке трубчатых электронагревателей и ежегодно выполняет заказы более чем на 200 тыс. различных тэнов. Использование новых материалов и конструкций при изготовлении нестандартных тэнов и электронагревателей специального назначения (атомная наука и техника, флот, химическая промышленность и др.) позволило изготавливать любые тэны. Технические характеристики таких изделий существенно выше установленных ГОСТом для тэнов общепромышленного назначения. Максимальная плотность теплового потока, установленная ГОСТом для тэнов, работающих в воде, составляет 150 кВт/м^2 . Это означает, что существует огромный неиспользуемый резерв, поскольку критическая плотность теплового потока при кипении в большом объеме при атмосферном давлении ($P = 0,1 \text{ МПа}$) около 1000 кВт/м^2 , при $P = 8 \text{ МПа}$ — 4000 кВт/м^2 .

Науке известны электроизоляторы, коэффициент теплопроводности и удельное электрическое сопротивление которых выше, чем основного изолятора, применяемого в тэнах, — периклаза (MgO). Для увеличения тепловых нагрузок тэнов успешно применен другой изолятор, состоящий из смеси нитрида бора и оксида магния, с коэффициентом теплопроводности примерно вдвое выше, чем у периклаза. Испытания показали, что с его использованием удельный тепловой поток можно увеличить в несколько раз без превышения рабочей температуры спиралей из нихрома, т.е. без снижения ресурса работы тэна. По результатам измерений температура нихромовой спирали при работе тэна в потоке воды температурой 20°C составила 850°C при плотности теплового потока на оболочке 1300 кВт/м^2 , т.е. эта температура меньше допустимой для диаметра проволоки 1 мм 880°C . Из известного соотношения, связывающего перепад температуры между спиралью $t_{\text{сп}}$ и оболочкой $t_{\text{об}}$ $t_{\text{сп}} - t_{\text{об}} \sim N/(L_a \lambda_{\text{из}})$ следует, что, увеличив коэффициент теплопроводности изолятора $\lambda_{\text{из}}$, можно уменьшить температуру спирали, т.е. продлить ресурс тэна (зависимый и от диаметра проволоки), увеличить мощность тэна, не уменьшая ресурс, уменьшить активную длину тэна L_a . Другими словами, вместо 3—6 маломощных тэнов можно сделать один той же суммарной мощностью. При этом эффект увеличения мощности больше дополнительных затрат при использовании нового материала. Важно отметить, что новые мощные тэны производятся на традиционном оборудовании без изменения основной технологической цепочки. Очевидно, что это — пути снижения материально-трудовых затрат, которые в масштабах страны дадут значительный экономический эффект.

Примерами подобных разработок, выполненных фирмой «М и М», являются тэны с активной длиной 60 мм, мощностью 3 кВт, блок из семи тэнов мощностью 700 кВт, а также патронный тэн длиной 2 м, мощностью 50 кВт. Кстати говоря, последние тэны диаметром 9—20 мм, длиной 1,5—2 м и мощностью 30—50 кВт, кроме фирмы «М и М», в настоящее время производят только за рубежом.

В 90-е годы в нашу страну было импортировано много оборудования, в котором используются патронные тэны, и сейчас выгодно заменять выработавшие ресурс импортные тэны отечественными аналогами. Фирма «М и М» готова изготовить такие тэны диаметром от 5 мм и длиной от 40 мм до 8 м. Примером новых разработок электронагревательных устройств для компактных бытовых электродуховок являются патронные тэны длиной 150—300 мм и мощностью 3—5 кВт при напряжении 220 В. Этот случай является примером противодействия тенденции постепенной утраты технологической независимости за счет использования импортной элементной базы, особенно неприятной в таких областях, как атомная техника.

Фирма «М и М» специализируется на разработке и изготовлении тэнов, работающих в коррозионных средах для химической, биохимической и других отраслей. Такие тэны изготавливаются с оболочками из сплавов титана, циркония и тантала. Известно, что именно эти три металла наиболее успешно работают в самых агрессивных средах. Для некоторых электронагревателей разработаны защитные покрытия из тефлона

и других материалов. Тэны специального назначения иногда должны иметь большой ресурс и надежность (20 тыс. ч и более). Повышение надежности связано с конструктивными решениями, противостоящими четырем основным видам отказов тэнов: разрушению оболочки, перегоранию нагревательного элемента, короткому замыканию и отгоранию контактного стержня. В этих направлениях в новых тэнах были использованы такие конверсионные материалы, как титановый сплав ПТ-1М, нихромовая проволока большого диаметра (до 2 мм), никелевые и биметаллические контактные стержни. Торцы тэнов герметизированы путем армирования кремнеземистой нитью и термостойкими кремнийорганическими лаками. В отдельных случаях некоторые виды тэнов (термометрические, импульсные) оснащаются встроенными термодарами, измеряющими температуру оболочки или нагревательного элемента, что позволяет автоматически отключать электрическую нагрузку в нештатных ситуациях.

В таблице даны сравнительные характеристики тэнов, выпускаемых фирмой М и М, и тэнов общепромышленного назначения. Кроме обычных, фирма изготавливает оребренные, патронные и гибкие электронагреватели, а также секции с блоками тэнов. Номенклатура тэнов, которые фирма может поставить по заказу, составляет на сегодня несколько тысяч вариантов. По техническому заданию заказчика можно изготовить тэны и блоки тэнов любой мощности и конфигурации, в том числе вместо импортных. На складах всегда имеется запас продукции в широкой номенклатуре. Стабильные цены и гибкая система скидок и вознаграждений привлекательны как оптовым, так и частным покупателям.

Сравнительные характеристики тэнов

Параметр	Тэны фирмы «М и М»	ГОСТ 13268-83
Диаметр, мм	3—30	5—18,5
Максимальная длина, м (одна секция)	8	6,3
Максимальный удельный тепловой поток, кВт/м ²	2000	150
Максимальная мощность одного тэна, кВт	200	25
Максимальная температура оболочки, °С:		
воздух и водяной пар	1100	650
жидкий металл	700	450
Нагреваемая среда	Вода и морская вода, борная кислота, фреон, крепкие щелочи, концентрированные кислоты и органические растворители	Вода, слабые растворы кислот и щелочей pH 5—9
Материал оболочки	Коррозионно-стойкая и жаропрочная сталь, сплавы титана, циркония, тантала, защитные покрытия	Сталь 10, сталь 12Х18Н10Т
Температурный контроль оболочки и/или нагревательного элемента	Измерение температуры встроенными в тэн термодарами	—
Способ герметизации тэнов в блоках	Уплотнение графитовым слоем (разбираемость и любые материалы оболочек)	Сварка или пайка тэнов

Наш адрес: 113093, Москва, 1-й Павловский переулок, д. 3. Фирма «М и М»

Тел./факс: (095) 237-76-65; 237-69-32; 237-46-40

http: www.mim.ru

E-mail: mim@com2com.ru