# Когда станут реальностью плазменные генераторы электричества?

О перспективности МГД генераторов слышал почти каждый, кто интересовался энергетикой. А вот то, что эти генераторы находятся в статусе перспективных уже более 50 лет, известно немногим. О проблемах, связанных с плазменными МГД генераторами, рассказывается в статье.

История с плазменными, или магнитогидродинамическими (МГД) генераторами удивительно похожа на ситуацию с термоядерным синтезом. Кажется, что нужно сделать только одни шаг или приложить небольшое усилие, и прямое преобразование тепла в электрическую энергию станет привычной реальностью. Но очередная проблема отодвигает эту реальность на неопределенное время.

Прежде всего, о терминологии. Плазменные генераторы являются одной из разновидностей МГД генераторов. А те, в свою очередь, получили свое название по эффекту появления электрического тока при движении электропроводящих жидкостей (электролитов) в магнитном поле. Эти явления описываются и изучаются в одном из разделов физики – магнитогидродинамике. Отсюда и получили свое название генераторы.

Исторически первые эксперименты по созданию генераторов проводились с электролитами. Но результаты показали, что разогнать потоки электролитов до сверхзвуковых скоростей очень трудно, а без этого КПД (коэффициент полезного действия) генераторов чрезвычайно низок.

Дальнейшие исследования проводились с высокоскоростными ионизированными потоками газа, или плазмой. Поэтому сегодня, говоря о перспективах использования МГД генераторов, нужно иметь в виду, что речь идет исключительно о плазменной их разновидности.

Физически эффект появления разности потенциалов и электрического тока при движении зарядов в магнитном поле аналогичен эффекту Холла. Те, кто работал с датчиками Холла, знают, что при прохождении тока через полупроводник, помещенный в магнитное поле, на обкладках кристалла, перпендикулярных линиям магнитного поля, появляется разность потенциалов. Только в МГД генераторах вместо тока пропускают проводящее рабочее тело.

Мощность МГД генераторов напрямую зависит от проводимости проходящего через его канал вещества, квадрата его скорости и квадрата напряженности магнитного поля. Из этих соотношений понятно, что чем больше проводимость, температура и напряженность поля, тем выше отбираемая мощность.

Все теоретические исследования по практическому преобразованию тепла в электричество были выполнены еще в 50-х годах минувшего столетия. А спустя десятилетие появились опытно-промышленные установки «Марк-V» в США мощностью 32 МВт и «У-25» в СССР мощностью 25 МВт. С тех пор ведется отработка различных конструкций и эффективных режимов работы генераторов, испытания разнообразных типов рабочих тел и конструкционных материалов. Но до широкого промышленного использования плазменные генераторы так и не дошли.

Что мы имеем на сегодняшний день? С одной стороны, уже работает комбинированный энергоблок с МГД генератором мощностью 300 МВт на Рязанской ГРЭС. КПД собственно генератора превышает 45%, тогда как КПД обычных тепловых станций редко достигает 35%. В генераторе используется плазма с температурой 2800 градусов, полученная при сгорании природного газа, и мощный сверхпроводящий магнит.

Казалось бы, плазменная энергетика стала реальностью. Но подобные МГД генераторы в мире можно сосчитать на пальцах, и созданы они еще во второй половине прошлого века.

Первая причина очевидна: для работы генераторов требуются жаропрочные конструкционные материалы. Часть материалов разработано в рамках выполнения программ по термоядерному синтезу. Другие используются в ракетостроении и засекречены. В любом случае, эти материалы чрезвычайно дорогие.

Другая причина заключается в особенностях работы МГД генераторов: они производят исключительно постоянный ток. Поэтому требуются мощные и экономичные инверторы. Даже сегодня, несмотря на достижения полупроводниковой техники, подобная задача до конца не решена. А без этого передать огромные мощности потребителям невозможно.

Не решена полностью и задача создания сверхсильных магнитных полей. Даже применение сверхпроводящих магнитов не решает проблему. Все известные сверхпроводящие материалы имеют критическую величину напряженности магнитного поля, выше которой сверхпроводимость просто исчезает.

Можно только гадать, что может произойти при внезапном переходе в нормальное состояние проводников, в которых плотность тока превышает 1000 А/мм2. Взрыв обмоток в непосредственной близости с плазмой, разогретой почти до 3000 градусов не вызовет глобальной катастрофы, но дорогостоящий МГД генератор выведет из строя наверняка.

Остаются проблемы разогрева плазмы до более высоких температур: при 2500 градусах и добавках щелочных металлов (калия) проводимость плазмы, тем не менее, остается очень низкой, несоизмеримой с проводимостью меди. Но повышение температуры потребует опять новых жаропрочных материалов. Круг замыкается.

Поэтому все созданные на сегодня энергоблоки с МГД генераторами демонстрируют скорее уровень достигнутых технологий, чем экономическую целесообразность. Престиж страны – это важный фактор, но строить в массовом порядке дорогие и капризные МГД генераторы сегодня очень накладно. Поэтому даже самые мощные МГД генераторы остаются в статусе опытно-промышленных установок. На них инженера и ученые отрабатывают будущие конструкции, испытывают новые материалы.

Когда закончится эта работа, сказать трудно. Изобилие различных конструкций МГД генераторов говорит о том, что до оптимального решения еще далеко. А информация о том, что идеальным рабочим телом для МГД генераторов является плазма термоядерного синтеза, отодвигает широкое применение их до середины нашего века.