

УДК 620.97 (075.8)

ПРИМЕНЕНИЕ АЛЮМИНИЯ В АЛЬТЕРНАТИВНОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ

Болтрукевич С.А.

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент **ОЛЕШКЕВИЧ М.М.**

В начале XXI века человечество оказалось на своеобразном топливном перекрестке. Загрязнение окружающей среды и нехватка природных ресурсов заставили заняться поисками новых способов получения энергии. Со времен открытия огня и до сих пор люди использовали один энергоноситель – органический. Сначала в виде дров, потом ископаемых углеводородов. Необходимость в альтернативных источниках возникла, когда стало ясно, что бесконтрольное высвобождение энергии из веществ, которые консервировались в течение миллионов лет, не может длиться вечно. Если отказаться от сжигания угля, нефти и газа, то получать энергию можно, используя возобновляемые ресурсы – солнечную энергию, энергию ветра, гидроэнергию падающей воды и др. Поэтому электроэнергию в XXI веке, скорее всего, будут получать на атомных станциях, ветроэнергетических установках, солнечных, гидроэлектростанциях. Для того чтобы доставить ее потребителю ученые ищут подходящий энергоноситель.

При его выборе приходится, прежде всего, исходить из массо-энергетического показателя – полезной энергии, выделяемой при окислении единицы массы. Наилучшими в этом отношении свойствами обладает водород, вслед за которым идут некоторые щелочные и щелочноземельные металлы, а затем – алюминий. Но газообразный водород пожаро- и взрывоопасен, а под большим давлением легко просачивается сквозь стенки металлических сосудов и соединения трубопроводов. Сжигать его можно лишь при очень низких температурах, а хранить – достаточно сложно: он легко вступает в реакцию с кислородом воздуха и дает воду, а так же много энергии. Кстати, именно из-за того, что такая реакция проходит самопроизвольно, на Земле нет свободного водорода. Однако его можно получить, если разорвать химические связи в молекуле воды. Это делают с помощью электролиза, пропуская через воду электрический ток. На одном электроде образуется кислород, на другом собирается водород, который и становится энергоносителем: когда его в закрытых емкостях привезут к потребителю, чтобы он соединился с кислородом воздуха, выделится примерно столько же энергии, сколько было затрачено на его получение. Другие недостатки этого способа: чрезвычайно высокая стоимость топливных элементов – около 4 тысяч долларов за киловатт установленной мощности и их срок службы составляет от 2 до 5 тысяч часов работы.

Щелочные и щелочноземельные металлы тоже пожароопасные и, кроме того, быстро окисляются на воздухе и растворяются в воде.

У алюминия ни одного из этих недостатков нет. При горении, правда, он дает в четыре раза меньше энергии, чем водород. Однако такой недостаток компенсируется его более высокой плотностью: все-таки алюминий при нормальных условиях – твердое вещество. В отличие от водорода он не взрывоопасен, всегда покрыт плотной пленкой оксида и при всей своей химической активности почти не окисляется на воздухе, а его годовое производство исчисляется миллионами тонн. Кроме того, он может вступать в реакцию с водой, в результате чего образуется гидроксид алюминия и водород. Не случайно металлический алюминий, как и свободный водород, в природе не встречается. А в земной коре он пребывает в виде гидроксида или оксида – глинозема. Чтобы превратить глинозем в металл, как и в случае с водородом, нужно провести электролиз. Производство алюминия довольно грязное, поскольку электролиз происходит в расплаве фторида, нагретом выше 900 °С, и требует больших затрат – расходы на элек-

троэнергию составляют до двух третей от цены готового металла. Но если металлический алюминий опять превратить в оксид, затраченная энергия выделится и ее можно преобразовать в ток. Поэтому есть возможность организовать замкнутый ресурсосберегающий цикл эксплуатации воздушно-алюминиевых источников тока.

На рисунке 1 представлен принцип действия воздушно-алюминиевого элемента. Кислород активно окисляет алюминий анода, забирая у него электроны и отрицательно заряжая катод. Окисляющийся же алюминиевый анод электроны отдает и заряжается положительно. Разряд происходит через нагрузку. Электролит – из-за образующегося в нем окисла алюминия – время от времени автоматически очищают.

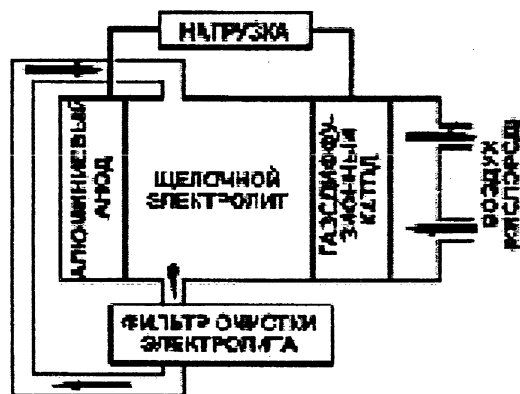


Рис. 1

Попытки использовать алюминий для выработки энергии предпринимались ещё после Второй Мировой Войны. Один из вариантов источника энергии представлял собой топливный элемент с алюминием. Теперь в поисках альтернативных источников энергии ученые вновь обратили на него внимание.

В качестве основного источника энергии наиболее перспективен воздушно-алюминиевый электрохимический генератор (показан на рисунке), а в качестве дополнительного – может быть использована тяговая аккумуляторная батарея или емкостной накопитель энергии, обладающий минимальными емкостью и массой, но высокой удельной мощностью при малом внутреннем сопротивлении.

Основу воздушно-алюминиевого электрохимического генератора составляют топливные элементы.

Топливный элемент состоит из 2-х пористых положительных электродов (из наноконпозиционного материала на основе сажи, угля и фторопласта с катализатором и являются катодом) и отрицательного алюминиевого сплава с очень небольшой (чуть более 1 %) добавкой галлия (анод), разделенных между собой электролитом и сепаратором, соединенных через внешнюю нагрузку.

Когда в генератор наливают электролит и замыкают цепь, алюминиевая пластина начинает растворяться: алюминий реагирует с кислородом воздуха и выделяет энергию. Работа элементов электрохимического генератора основана на реакциях 3-х типов: окисления алюминия, восстановления (связывания) кислорода и реакции коррозии алюминия. В ходе двух первых выделяется полезная энергия движения электронов, реализуемая на внешнюю нагрузку, и теплота; в ходе третьей – теплота. И ту и другую теплоту можно использовать для саморазогрева генератора (его рабочая температура 60 °С). После того как алюминиевая пластина полностью растворится, на ее место нужно поставить новую – генератор снова готов к работе, а алюминиевый гидроксид можно отправить на переработку.

Воздушно-алюминиевый генератор имеет системы технического и технологического обеспечения (терморегулирование, циркуляция электролита и отвод теплоты из зоны реакции, очистка и подача воздуха в батареи элементов под избыточным давлением, управление генератором при его работе, пуске и остановке и т. д.)

Для того чтобы создать генератор, ученым потребовалось решить немало технических задач. Например, подобрать такой сплав для анодов, чтобы концентрация индия или галлия была маленькой, а прибор работал исправно. А ещё преобразовать выходной ток таким образом, чтобы он соответствовал характеристикам электродвигателя.

Немалая проблема – сделать так, чтобы образующиеся соединения не засоряли поверхность ни катода, ни анода и не мешали последнему растворяться.

Электрохимические генераторы такого типа уже есть, однако установка для электродвигателя с этим генератором оказывается довольно дорогой. Бензиновые или дизельные двигатели стоят раза в два-три дешевле. Но на проблему можно взглянуть по-другому: у такой машины отсутствует вредный выхлоп.

Эти разработки ещё далеки от промышленного внедрения и существуют только в виде опытных образцов. Однако не исключено, что простота и безопасность алюминиевых устройств действительно позволит им найти применение в альтернативной энергетике.

УДК 621.311.1

О ПОСТРОЕНИИ СХЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Ярошевич Т.М.

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент РАДКЕВИЧ В.Н.

Основным нормативным документом, в котором изложены требования к схемам питания и распределения электроэнергии, применяемым на производственных объектах, является инструкция по проектированию электроснабжения промышленных предприятий (СН 174-75). В соответствии с указанным документом вопросы выбора схемы питания и распределения электроэнергии, напряжения и системы питающих и распределительных сетей, а также числа, мощности, месторасположения и типа подстанций должны решаться комплексно, взаимосвязано на основе технико-экономического сравнения вариантов по критерию минимума приведенных затрат. Сравнимые варианты по техническому уровню, надежности электроснабжения, удобству эксплуатации, безопасности и другим показателям должны соответствовать требованиям, предъявляемым к каждому конкретному промышленному объекту. Основными источниками питания предприятий в нормальном режиме должны быть электростанции и электрические сети энергосистем. Большие предприятия (с установленной мощностью электроприемников 75–100 МВт и более) со значительным теплотреблением могут иметь собственную тепловую электростанцию типа ТЭЦ. Собственный источник питания предусматривается также при сооружении предприятия в районах, не имеющих связи с энергосистемой, при повышенных требованиях к бесперебойности электроснабжения и при наличии на производственном объекте отходов производства, которые экономически целесообразно использовать в качестве топлива на электростанциях. Электростанции промышленных предприятий, за исключением расположенных в районах, удаленных от энергетических объектов энергосистемы, должны быть электрически связаны с ближайшими сетями энергосистемы.

Необходимость энергосбережения с целью снижения величины энергетической составляющей себестоимости выпускаемой продукции в современных экономических условиях производства заставляет многие предприятия применять дополнительные генерирующие установки, оказывающие влияние на схемы распределения электрической энергии и режимы электроснабжения. К сожалению, их применение не регламентируется действующими нормативными документами. Поэтому при разработке схем присоединения таких установок к электрическим сетям предприятия проектировщики вынуждены руководствоваться общими принципами построения систем электроснабжения и полагаться на свои знания и опыт.