



УДК 620.91

Злотников А.И.

ИЗУЧЕНИЕ ПЕРСПЕКТИВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ МДО ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СВЕТОПОГЛОЩАЮЩИХ ПОКРЫТИЙ СОЛНЕЧНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ

Гомельский государственный технический университет им. П.О. Сухого,
Республика Беларусь, г. Гомель, 246029, пр. Октября, 48,
тел.: (+375) 29-379-98-05, E-mail: zlotnikov@gstu.by

Задача разработки светопоглощающих покрытий весьма актуальна для современной техники и имеет самые различные конкретные применения. Во-первых, это проблема снижения рассеянного светового фона в оптических приборах и приборах индикации современных транспортных средств. Во-вторых – разработка эффективных светопоглощающих покрытий для преобразователей солнечной энергии в тепловую. Среди возобновляемых источников энергии именно солнечная энергия по своим масштабам, экологической чистоте и повсеместной распространенности является наиболее перспективной.

Главным конструкционным элементом любой установки по преобразованию солнечной энергии в тепловую является солнечный коллектор, который представляет собой контейнер, в котором находится так называемый абсорбер – металлическая пластина с циркулирующим в нем теплоносителем. Для улучшения теплопроводности абсорбер изготавливают не только из стали, но и из алюминия и даже меди. Обращенная к солнцу сторона контейнера закрыта прозрачной пластиной (стекло, пластик), которая пропускает солнечные лучи внутрь коллектора, но отражает обратно инфракрасное излучение с поверхности адсорбера. Согласно источнику [1] поверхность адсорбера обычно окрашивают черными красками иногда с добавлением сажи. Такие покрытия обладают недостаточной светопоглощающей способностью и неудовлетворительными защитными свойствами и обычно требуют периодического возобновления.

С другой стороны, из патентной литературы известно, что методом микродугового оксидирования (МДО) на поверхности алюминия и его сплавов можно получать черные покрытия с высокими светопоглощающими свойствами, высокой механической прочностью и стойкостью к воздействию неблагоприятных атмосферных факторов. [2].



В связи с этим целью данной работы является разработка и исследование свойств черных покрытий получаемых на поверхности алюминиевых сплавов методом МДО и изучение возможности их использования в качестве светопоглощающих покрытий солнечных коллекторов.

Процесс МДО основан на анодном окислении металлов (алюминия, титана и их сплавов) в растворе электролита (щелочном или кислотном) и является сложным многофакторным процессом, зависящем от состава электролита, токового режима, состава сплава и др. Под действием высокого напряжения на поверхности оксидируемого металла возникают микроплазменные разряды, в результате чего на поверхности образуется оксидно-керамическое покрытие, состоящее преимущественно из оксидов металлов (для алюминиевых сплавов – это оксид алюминия во внутренних частях покрытия и силикат алюминия во внешних). [3].

В данном исследовании процесс МДО алюминиевых сплавов проводили в симметричном анодно-катодном режиме с использованием переменного тока частотой 50 Гц. Использование для проведения процесса МДО синусоидального напряжения с частотой 50 Гц позволяет использовать обычное промышленное напряжение, не прибегая к преобразователям частоты, что значительно упрощает процесс. Плотность тока поддерживалась около 5 А/дм^2 , напряжение изменяли в пределах от 0 до 250 В. Проведение процесса при напряжениях более 250 В может привести к переходу процесса из микродугового режима в дуговой, что сопровождается разрушением уже сформированного покрытия. В качестве базового электролита использовали силикатно-щелочной раствор включающий гидроксид калия – 2,0 г/л и силикат натрия – 14, в который добавляли молибденовокислый аммоний $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}\cdot 4\text{H}_2\text{O}$ в количестве 4 г/л. Его введение обеспечивает присутствие в электролите ионов молибдена, которые в процессе формирования покрытия методом МДО внедряются в кристаллическую решетку оксидов алюминия и кремния, изменяя структуру и свойства керамического покрытия, что позволяет получать на алюминии и его сплавах керамические покрытия с выраженным черным цветом и низким коэффициентом отражения видимого света. Окраска оксидно-керамических покрытий в черный цвет согласно проведенным исследованиям обусловлена образованием в объеме материала покрытия силикатов молибдена.

Покрытия наносили на прямоугольные пластины из алюминиевого сплава марки Д16 размером 40x40 мм и толщиной 1 мм, подключенные к полюсам регулируемого источника напряжения. Свойства полученных покрытий приведены в таблице (образец 1).



Механические свойства полученных покрытий оценивали по их микротвердости, которую определяли по стандартной методике на приборе ПМТ-3 при нагрузке 2 Н. Оптические свойства характеризовали коэффициентом поглощения света (отношение величины поглощенной световой энергии, к величине световой энергии падающей на поверхность), измерение которого проводили с помощью накладного фотометра модели ФМ-59. Важным показателем светопоглощающих покрытий для гелиоустановок является их селективность – высокая поглощательная способность в диапазоне длин волн солнечного света менее 2 мкм и низкая излучательная способность в инфракрасной области с длиной волны более 2 мкм.

Селективность оценивали на лабораторной установке, в которой свет от рефлектора с лампой накаливания падал на белый экран с отверстием размером 30x30 мм, за которым устанавливали образец с покрытием. Под действием излучения лампы образец нагревался и температуру на его обратной стороне измеряли электрическим термометром. Для исключения потерь тепла обратную сторону образца закрывали теплоизоляцией. Эта температура может служить мерой селективных свойств покрытия.

Такой вывод можно обосновать следующими теоретическими предпосылками. Обозначим мощность излучения рефлектора, падающего на единицу площади образца через P , а поглощательную способность покрытия образца через α_s , тогда мощность поглощенной энергии будет равна $P_{\text{погл}} = \alpha_s P$. Под действием излучения рефлектора образец будет нагреваться пока его температура не достигнет равновесного значения T , при которой мощности поглощенного и испускаемого излучения $P_{\text{исп}}$ будут равны ($P_{\text{погл}} = P_{\text{исп}}$). По закону Стефана-Больцмана $P_{\text{исп}} = \varepsilon \sigma T^4$, где ε – излучательная способность образца в инфракрасном диапазоне. Следовательно, если $\alpha_s P = \varepsilon \sigma T^4$, тогда отношение $\alpha_s / \varepsilon = \sigma T^4 / P$ будет характеризовать селективные свойства покрытия. Так как мощность излучения рефлектора P во всех опытах была постоянной, то температура T образца является мерой степени селективности покрытий.

Дополнительного улучшения светопоглощающих свойств удалось добиться путем нанесения на поверхность полученного МДО-покрытия тонкого слоя оксида меди (CuO). Предположительно это может быть связано с особыми полупроводниковыми свойствами кристаллического оксида меди. Для этого готовое покрытие пропитывали водным раствором формиата меди с последующим его разложением при температуре 240-260 °С. При термическом разложении формиата меди на поверхности керамического покрытия выделяется тонкий слой коллоидных частиц меди, которые вследствие их высокой химической активности и наличия высокой температуры очень быстро окисляются с образованием слоя оксида меди, прочно сцепленного с



керамической подложкой. Свойства МДО-покрытий модифицированных оксидом меди приведены в таблице (образец 2). Как видно из приведенных данных, наличие на поверхности покрытия оксида меди увеличивает коэффициент поглощения солнечного света и селективные свойства.

С целью еще большего увеличения селективных свойств покрытий было изучено модифицирующее влияние добавок фторопластовой эмульсии Ф-4Д в электролит при проведении МДО. Эмульсию в количестве 5-10 г/л вводили в электролит на конечной стадии формирования покрытия. В результате этого на поверхности керамического покрытия образуется тонкий слой фторопласта и продуктов его термического разложения микроплазменными разрядами, который как показали исследования, повышает степень селективности получаемых светопоглощающих покрытий (образец 3).

Сравнительные свойства покрытий

Характеристика	Образец 1	Образец 2	Образец 3
Коэффициент поглощения света, %	83-85	90-93	92-96
Равновесная температура, К	298	307	315
Микротвердость, ГПа	8,2	8,1	6,8

Кроме высокой поглощающей способности разработанное оксидно-керамическое покрытие обладает высокой стойкостью к воздействию агрессивных сред и неблагоприятных атмосферных факторов и очень хорошо защищает металлический абсорбер коллектора от механических повреждений.

Полученные покрытия можно наносить или непосредственно на рабочую поверхность абсорбера (если оборудование и размер адсорбера позволяет полностью погрузить его рабочую поверхность в электролит) или на листы алюминиевой фольги приемлемых размеров, которой затем можно покрывать нужные участки поверхности. Второй способ по-видимому является более перспективным, так как заранее изготовленные листы фольги с нанесенным покрытием можно наклеивать на нужные участки абсорберов любой конструкции и размеров.

Литература

1. Харченко, Н.В. Индивидуальные солнечные установки / Н.В. Харченко. – М.: Энергоатомиздат. – 1991. – 208 с.
2. Электролит для получения черного керамического покрытия на вентильных металлах и их сплавах, способ его получения и покрытие,



полученное данным способом: патент 2285066 РФ / А.И. Мамаев, Е.В. Хохряков, П.И. Бутягин. – Оpubл. 10.10.2006.

3. Суминов, И.В. Микродуговое оксидирование (теория, технология, оборудование) / И.В. Суминов [и др.]. – М.: ЭКОМЕТ, 2005. – 368 с.

УДК 620

Махмудова Н.Н., Бобоева Н.Н., Ахророва М.Ҳ.

НАҚШИ КАЛИДИИ ЭНЕРГЕТИКА БАРОИ РУШДИ САНОАТИ ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН

МДТ “Донишгоҳи давлатии Хучанд ба номи академик Бобочон Ғафуров”,
735700, Ҷумҳурии Тоҷикистон, шаҳри Хучанд, гузаргоҳи Мавлонбеков 1

Инсон аз ибтидои ҳаёти бошууронааш барои фаҳмидани қувваҳои табиат ва истифодаи захираҳои беинтиҳои энергияи он кӯшиш менамояд. Дар замони мо дар соҳаҳои гуногуни хоҷагии халқ истехсолот, саноат, маданият ва ғайра энергияи электрикӣ васеъ истифода мешавад.

Энергияи электрикӣ нисбат ба дигар намудҳои энергия чунин бартариро дорад:

1) Энергияи электрикиро нисбатан ба дигар намуди энергияҳо (механикӣ, ҳароратӣ, рӯшноӣ, химиявӣ) ба осонӣ табдил додан мумкин аст.

2) Ба масофаҳои дилхоҳ ғавран ва сарфақорона интиқол намудан мумкин аст.

3) Идоракунии таҷҳизоти электрикӣ нисбатан сода ва осон мебошад.

Агар назар афканем ба таърихи пайдоиши энергетика, дар нимаи аввали асри XIX кашфиёти қонунҳои асосии ҳодисаҳои электрикӣ ба вуҷуд омада буд. Дар нимаи дууми ҳамин аср, яъне асри XIX мошинаҳои электрикии асосӣ: трансформаторҳо ва ҳаракатдиҳандаҳо ихтироъ шудаанд, ки то ҳол истифода мешаванд. Бевосита дар ин давра аввалин стансияи электрикӣ сохта шуда буд.

Дар собиқ республикаи сотсиалистии Тоҷикистон нахустин НБО-и Варзоби Боло ба ҳисоб меравад, ки он солҳои 1931-1936 сохта шуда буд. Агрегати якумини он моҳи декабри соли 1936 бо иқтидори 3720 кВт ба кор даромада буд. Соли 1956 дар дарёи Сири шаҳри Бӯстон НБО бо номи “Дӯстии Халқҳо” бунёд ёфт, ки иқтидори агрегати он 126 мВт иқтидори энергетикӣ дорад. Сохтмони НБО –и Норақ соли 1967 оғоз ёфт ва 16-уми ноябри соли 1972 аввалин агрегати он ба кор сар кард. НБО –и Норақ аз 9 – агрегат иборат мебошад, ки иқтидори ҳар яки онҳо 300 ҳазор кВт мебошанд.