

Рис. 2. Микрофотографии поперечного шлифа керамического покрытия на алюминии $\times 100$ (а) и поверхности покрытия $\times 200$ (б)

Таким образом, МДО алюминия в щелочно-силикатных электролитах, содержащих соли различных металлов, сопровождается внедрением ионов металлов в оксидно-керамическое покрытие, что приводит к изменению цвета покрытия. При этом пористость покрытия зависит не столько от состава электролита, сколько от состава оксидируемого сплава. Такое модифицирование поверхности алюминия может значительно расширить области применения алюминиевых сплавов в качестве конструктивных материалов, обладающих высокими декоративными качествами.

Литература

1. Микродуговое оксидирование (теория, технология, оборудование) / И. В. Суминов [и др.]. – М. : ЭКОМЕТ, 2005. – 368 с.
2. Электролитно-плазменная обработка: моделирование, диагностика, управление / Е. В. Парфенов [и др.]. – М. : Машиностроение, 2014. – 380 с.
3. Плазменно-электролитическое модифицирование поверхности металлов и сплавов : в 2 т. / под ред. И. В. Суминова. – М. : Техносфера, 2011. – Т. 2. – 511 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ МАГНИТОЖИДКОСТНОГО УПЛОТНЕНИЯ

Дж. Батманов, Ш. Акмырадов

Государственный энергетический институт Туркменистана, г. Мары

В технологических агрегатах возникает необходимость уплотнения между подвижными и неподвижными частями: корпусом и валом, который может совершать вращательное или другие движения. Для этого используются уплотняющие устройства. Эти устройства разделяются на две основные группы: контактные и бесконтактные.

В современных технических устройствах очень часто используются контактные уплотнения: торцовые и радиальные, фетровые (войлочные), манжетные уплотнения, сальниковые уплотнения и т. д. Также в технологических агрегатах и оборудовании широко применяются бесконтактные гидродинамические уплотнения. В зависимости от принципа действия и соответствующих конструктивных особенностей гидродинамические уплотнения подразделяют на щелевые, винтовые (винтоканавочные), лабиринтные (осевые и лабиринтно-винтовые), радиальные (импеллерные) уплотнения, уплотнения с маслоотгонными винтовыми втулками в виде многозаходной резьбы, маслоотражательные кольца, динамические гидрозатворы и т. д.

В уплотнениях лабиринтного типа рабочая среда герметизируется за счет дросселирования ее при движении через последовательно расположенные сужения. Как и щелевые уплотнения, они не обеспечивают полной герметичности.

Магнитожидкостное уплотнение (МЖУ) – это механическое уплотнение, в котором роль уплотняющего элемента выполняет магнитная жидкость. МЖУ, изначально разработанные под космические проекты, позже нашли свое применение в радиоэлектронной и авиационной промышленности. Магнитожидкостные уплотнения используют в технологическом оборудовании для передачи вращательного движения при одновременной герметизации путем физического барьера в форме магнитной жидкости. Магнитная жидкость удерживается на месте с помощью постоянного магнита. Это уплотнение обладает значительными преимуществами перед контактными и бесконтактными уплотнениями: они работают без обслуживания и при очень небольшом натекании. МЖУ для промышленности чаще всего устанавливают во вводы вращения, которые состоят из центрального вала, шарикоподшипников и наружного корпуса. Шарикоподшипники выполняют две важные функции: центрируют вал в зазоре уплотнения и держат внешние нагрузки. Подшипники – единственные изнашиваемые механические детали ввода вращения. Так как уплотняющая среда – это жидкость, практически отсутствует трение между вращающимися и стационарными деталями, так что уплотнение не изнашивается. Поэтому срок службы и межремонтные циклы МЖУ обычно очень длительны, а момент трения очень низок. Наиболее типичным является уплотнение вводов вращения вакуумного технологического оборудования.

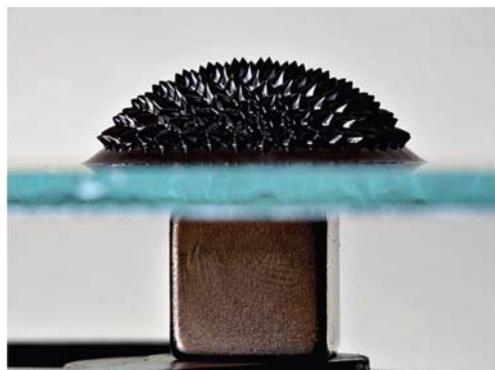


Рис. 1. Ферромагнитная жидкость на стекле под воздействием магнита под стеклом

Надежность и высокий уровень герметичности МЖУ делает их все более популярными для процессов с высокими требованиями к стерильности. В МЖУ используется ферромагнитная жидкость. Ферромагнитная жидкость – это жидкость, сильно поляризующаяся в присутствии магнитного поля. Ферромагнитные жидкости представляют собой коллоидные системы, состоящие из ферромагнитных или ферримагнитных частиц нанометровых размеров (обычный размер 10 нм или меньше) магнетита, гематита или другого материала, содержащего железо, взвешенных в несущей жидкости (рис. 1). Они достаточно малы, чтобы тепловое движение распределило их равномерно по несущей жидкости и они давали вклад в реакцию жидкости в целом на магнитное поле. Для обеспечения устойчивости такой жидкости ферромагнитные частицы связываются с поверхностно-активным веществом (ПАВ), образующим защитную оболочку вокруг частиц и препятствующем их слипанию из-за Ван-дер-Ваальсовых или магнитных сил.

Несмотря на название, ферромагнитные жидкости не проявляют ферромагнитных свойств, поскольку не сохраняют остаточной намагниченности после исчезновения внешнего магнитного поля. На самом деле ферромагнитные жидкости являются парамагнетиками и их часто называют «суперпарамагнетиками» из-за высокой магнитной восприимчивости.

Тем не менее ПАВ в составе жидкости имеют свойство распадаться со временем (примерно несколько лет), и в конце концов частицы слипнутся, выделятся из жидкости и перестанут влиять на реакцию жидкости на магнитное поле. Также ферромагнитные жидкости теряют свои магнитные свойства при своей температуре Кюри, которая для них зависит от конкретного материала ферромагнитных частиц, ПАВ и несущей жидкости. Частицы в ферромагнитной жидкости – это в основном частицы нанометровых размеров, находящиеся во взвешенном состоянии из-за броуновского движения и не оседающие в нормальных условиях. В настоящее время создать ферромагнитные жидкости достаточно сложно.

Термин «магнитореологическая жидкость» относится к ферромагнитным жидкостям с микрометровыми размерами частиц (на 1–3 порядка больше). Частицы магнитореологической жидкости слишком тяжелы, чтобы броуновское движение поддерживало их во взвешенном состоянии, и поэтому со временем оседают из-за естественной разности в плотности частиц и несущей жидкости. Как следствие, у этих двух типов жидкостей разные области применения.

Магнитореологические жидкости используются для создания жидких уплотнительных устройств вокруг вращающихся осей. Вращающаяся ось окружена магнитом, в зазор между магнитом и осью помещено небольшое количество магнитореологической жидкости, которая удерживается притяжением магнита. Магнитореологическая жидкость способна снижать трение. Нанесенная на поверхность достаточно сильного магнита, она позволяет магниту скользить по гладкой поверхности с минимальным сопротивлением.

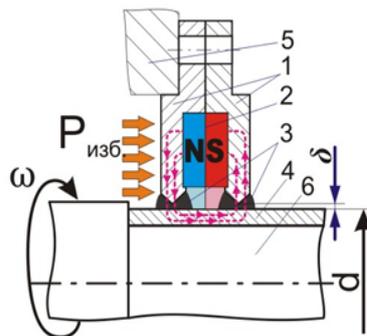


Рис. 2. Схема экспериментальной установки:
 1 – корпус МЖУ; 2 – постоянные магниты;
 3 – магнитореологическая жидкость; 3 – защитная втулка;
 5 – корпус оборудования; 6 – вал оборудования

В данной научной работе мы использовали магнитореологическую жидкость, состоящую из ферромагнитного материала (феррит марки 400НН и 600НН), применяемого в качестве сердечника катушек индуктивности радиоэлектронных устройствах, с размерами частиц 0–50 мкм и 50–100 мкм. В качестве несущей жидкости использовали этиленгликол и глицерин.

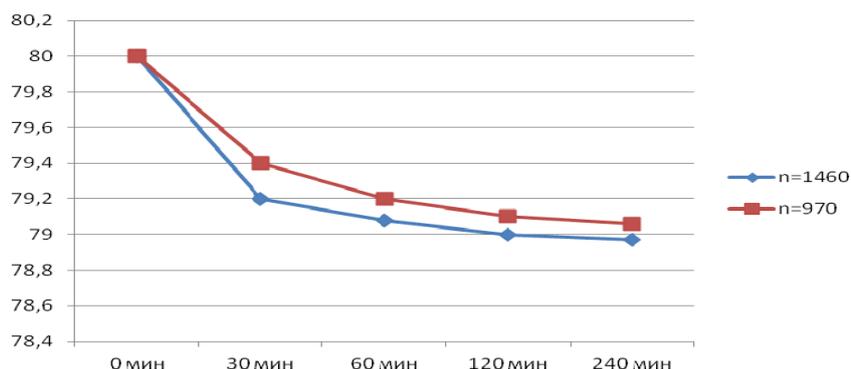


Рис. 3. Зависимость удержания перепада давления (вакуума) $P_{изб}$, кПа, от времени T , мин, при МЖУ с магнитореологической жидкостью состоящей из ферромагнитного материала: феррита марки 400НН с размерами частиц 50–100 мкм, несущей жидкостью этиленгликоля

Наша опытная установка (рис. 2) является одноступенчатым МЖУ с магнитореологической жидкостью. Для удержания больших давлений необходимо последовательно установить несколько ступеней МЖУ. Для испытания был создан перепад давления (вакуум) $P_{изб}$ 80 кПа. Диаметр защитной втулки в опытной установке $d = 22,26$ мм. Она изготовлена из стали марки 40Х механической обработкой и с последующей термической обработкой. После этого поверхность втулки обработали шлифованием, из-за чего она становится достаточно гладкой. В ходе эксперимента скорость вращения втулки изменяли ступенчато, $n_1 = 970$ об/мин и $n_2 = 1460$ об/мин. Также в ходе эксперимента сохранили постоянным значение зазора $\delta = 40$ мкм между втулкой и дисками, являющимися полюсами постоянного магнита. При этом наблюдали зависимость удержания избыточного давления (вакуума) $P_{изб}$ от времени T (рис. 3).

Литература

1. Курмаз, Л. В. Детали машин. Проектирование / Л. В. Курмаз, А. Т. Скойбеда. – Минск : Технопринт, 2002.
2. Мархель, И. И. Детали машин / И. И. Мархель. – М., 2011.
3. Шейнблит, А. Б. Курсовое проектирование деталей машин / А. Б. Шейнблит. – Калининград : Янтар. сказ, 2002.
4. Ицкович, Г. М. Сборник задач и примеров расчетов по курсу деталей машин / Г. М. Ицкович. – М., 2001.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ГЛУБОКОГО ОБОГАЩЕНИЯ ПРИРОДНЫХ КВАРЦЕВЫХ ПЕСКОВ ТУРКМЕНИСТАНА

Б. Х. Батманов

НПЦ «Возобновляемые источники энергии» Государственного энергетического института Туркменистана, г. Мары

Кварц (SiO_2) – широко распространенный минерал, являющийся существенной составной частью многих горных пород, а также месторождений полезных ископаемых самого разнообразного генезиса. Наиболее важные для промышленности кварцевые минералы – кварцевые пески, кварциты и кристаллический кварц. При этом особое внимание уделяется особо чистому кварцу с показателем не менее 99,95 SiO_2 .