

собрать употребленный пластик в виде мусора (килограмм, тонн), которое было использовано для реализации продукции (за месяц, квартал, в течении года) по отгрузке товара. Методом сотрудничества с организациями занимающимися сбором мусора. Второе - обязать магазины, торгующие продуктами в пластиковой таре и изделий из пластмассы, необходимо организовать процесс сбора использованной тары или продукции из пластика у населения, в неограниченном количестве, для дальнейшей ее переработки. Методом выплаты денежных средств или скидки на чек, при покупке товара в этом магазине на сумму сданного мусора.

Так как производитель продукции и реализаторы прямо пропорционально зависят друг от друга, то они будут заинтересованы в сотрудничестве по приему и дальнейшему использованию тары, не нужных изделий из пластмассы. Это в свое время даст толчок для инвестиций в промышленность, которая будет производить технику и машины для утилизации, по средством ее минимизации для улучшения сбора хранения и вывоза использованного продукта.

Эти и другие совместные мероприятия, помогут более эффективней, исправить ситуацию сложившуюся в Белоруссии, по утилизации и вторичному использованию мусора, что в свою очередь сделает нашу среду безопаснее и чище.

Список использованных источников

1. Обзор: Как собрать пустые пластиковые бутылки?: [Электронный ресурс] // Изготовление Пластиковой Тары URL: <http://facepla.net/the-news/4830-kak-sobrat-plastikovye-butylki.html> (Дата обращения: 28.09.2015)

2. Обзор: Московская фирма «Аэросити» займется благоустройством площадок для вывоза мусора в Смоленске: [Электронный ресурс] // SmolNews.ru URL: <http://www.smolnews.ru/news/210987> (Дата обращения: 03.10.2015)

3. Обзор: Переработка отходов: [Электронный ресурс] // Википедия (Дата обращения: 28.09.2015)

4. Обзор: Построен длиннейший в США мост из переработанных материалов: [Электронный ресурс] // Energy fresh URL: <http://www.energy-fresh.ru/tech/building/?id=6476> (Дата обращения: 30.09.2015)

УДК 691.9.048.4

ИННОВАЦИИ В ТЕХНОЛОГИЯХ ФОРМИРОВАНИЯ БИОСОВМЕСТИМЫХ ПОКРЫТИЙ

Воробьёва Е.И., магистрант

Научный руководитель Чигринова Н. М. д-р тех. наук, профессор

Белорусский национальный технический университет

E-mail: alena.vorobeo@yandex.by

Abstract. *INNOVATIONS IN FORMING TECHNOLOGIES BIOCOMPATIBLE COATINGS. The general trends and mechanisms forming of biocompatible coatings on the magnesium alloys surface obtaining by micro-arc oxidation method, and especially the influence of the electrolyte composition on the structure and properties of the formed coatings were considered. It is noted that by changing the chemical composition of the electrolyte due to the introduction of fluorides of sodium, possible optimization of the microplasma influence parameters during the formation of biocompatible coatings is a promising destination on the surface of magnesium alloys.*

Учитывая тенденции современного мира, в экономике и производстве превалирует создание энергоемких и эффективных технологий с улучшенным комплексом рабочих

характеристик. Одним из наиболее перспективных путей решения данной проблемы является разработка малозатратных ресурсо- и энергосберегающих инновационных технологий, позволяющих модифицировать стандартные материалы за счёт нанесения на их поверхность функционально адаптированных покрытий.

Формированию указанных покрытий на поверхности титановых и алюминиевых сплавов исследователями уделено достаточно внимания. Значительно меньше сведений содержится в специальной литературе об особенностях формирования указанных покрытий на поверхности магниевых сплавов.

Особое место занимают биомедицинские сплавы на магниевой основе, поскольку, помимо привлекательных физико-механических характеристик, магний нетоксичен, биологически и механически совместим с костными и мышечными тканями. Магний – четвертый по численности катион в человеческом организме, участвует во многих метаболических процессах. В качестве примера можно привести использование ортопедических и сосудистых имплантантов, хирургических имплантантов для внутренней фиксации, а также использование инвазивных устройств, содержащих требуемые фармацевтические препараты и обеспечивающих их адресную эмиссию в организме [1]. Вместе с тем главной отрицательной чертой, существенно ограничивающей распространение сплавов на основе магния, является их высокая химическая активность и, как следствие, низкая сопротивляемость коррозионному разрушению. При этом проблема биомедицинских сплавов на основе магния состоит даже не столько в недостаточно высоком уровне их коррозионной стойкости вообще и в плазме человеческого тела – в частности, а в неконтролируемости процесса их растворения [2].

Решением проблемы может служить разработка изделий с требуемой скоростью коррозии. Это может быть достигнуто, в том числе модифицированием поверхности магниевых сплавов. Для этих целей все шире применяется метод микродугового оксидирования (МДО), благодаря которому возможно осуществлять синтез на поверхности изделий из магниевых сплавов нанокерамических слоев, обладающих высокой прочностью сцепления с основой и контролируемой коррозионно-защитной способностью.

Высокоадгезионный оксидный слой, несмотря на относительно высокую пористость, тем не менее эффективно защищает оксидируемый металл от коррозии вследствие того, что именно в порах происходит наиболее интенсивный рост оксидов. Улучшение устойчивости к коррозии металлов, обработанных МДО, по сравнению с чистыми металлами было зарегистрировано у алюминиевых и магниевых сплавов.

Особый интерес представляют способы получения антикоррозионных кальцийсодержащих покрытий на сплавах магния. Так как эти покрытия можно применять в имплантологии, они должны быть инертными в коррозионно-активной среде, преимущественно содержащей хлорид-ионы, например, в тканевых жидкостях организма человека, в слюне, плазме, крови, и биосовместимыми при изготовлении имплантатов различного функционального назначения, в частности биodeградируемых. Так, магниевые сплавы являются незаменимыми при изготовлении резорбируемых, или биodeградируемых, т.е. постепенно рассасывающихся в организме, имплантатов, так как в слабокислой, содержащей хлорид-ионы среде человеческого организма магний постепенно замещается продуктами остеогенеза - натуральной костной тканью. При этом магний проявляет хорошую биологическую совместимость, а продукты растворения имплантата (катионы магния Mg^{2+}) не являются токсичными для организма и не вызывают нежелательных негативных последствий (токсикоз, аллергические реакции, опухоли и т.д.). Вместе с тем необходимо, чтобы рост костной ткани на биodeградируемом имплантате не отставал от скорости растворения магниевого сплава, из которого изготовлен имплантат. Решение задачи формирования на биodeградируемых имплантантах из сплава магния покрытий, являющихся, с одной стороны, биосовместимыми и биологически актив-

ными (ускоряющими остеогенез и остеоинтеграцию кости), а с другой - обладающих антикоррозионным защитным действием (снижающих скорость растворения имплантата), призвано ускорить прогресс в "магниевой" имплантационной хирургии.

Перспективными в этом отношении являются кальцийфосфатные, в частности содержащие гидроксиапатит, покрытия, обладающие высокой биосовместимостью и позволяющие должным образом регулировать срок службы имплантата. Широкое распространение в этой связи получили сплавы титана. Однако не менее важно в сочетании с химическими свойствами при внедрении имплантатов в среду организма обеспечить также и сниженный вес имплантата. Поэтому использование магниевых сплавов весьма перспективно.

Известен способ создания магниевых имплантантов путём нанесения антикоррозионных кальцийсодержащих покрытий на биodeградируемый сплав магния AM50 методом микродугового оксидирования в анодном гальваностатическом импульсном режиме при плотности тока 30 mA/cm^2 и продолжительности импульсов 2 мс и пауз между импульсами 18 мс в течение 15 мин в щелочном фосфатном электролите, содержащем гидроксид кальция Ca(OH)_2 и фосфат натрия Na_3PO_4 в массовом соотношении 1:(5-7,5) (2 г/л Ca(OH)_2 и 10-15 г/л Na_3PO_4) [3].

Недостатком этого способа [3] является недостаточно высокая коррозионная стойкость формируемых с его помощью покрытий, которая обусловлена рыхлостью, пористостью и дефектами поликристаллического поверхностного слоя, а также недостаточной плотностью прилегающего к подложке слоя, содержащего наряду с оксидом магния MgO значительные количества фосфата магния $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$. При эксплуатации полученных покрытий в коррозионно-активной среде, в частности, содержащей хлорид-ионы, последние проникают в поры и дефекты покрытия и взаимодействуют с подложкой, разрушая покрытие. Кроме того, упомянутые покрытия не содержат гидроксиапатита кальция, обладающего высокой биосовместимостью и биологической активностью.

Авторы способа, изложенного в [2], отмечают улучшение биологической активности магниевых сплавов за счет формирования на его поверхности слоя, содержащего гидроксиапатит. Способ осуществляют путем оксидирования в анодном гальваностатическом режиме при эффективной плотности анодного тока $0,4-0,5 \text{ A/cm}^2$ в течение 250-300 с в водном щелочном электролите, в котором в качестве соединения кальция содержится глицерофосфат кальция $(\text{C}_3\text{H}_7\text{O}_6\text{P})\text{Ca} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 25-35 г/л, в качестве соединения натрия – фторид натрия NaF 4-6 г/л и дополнительно содержится гидроксид натрия NaOH до значения pH 10,9-11,3.

Данные элементного состава свидетельствуют о наличии в составе покрытий, предложенных авторами [3] и [2] таких элементов, как Ca, P, Mg, Na, O. Однако в покрытиях, полученных способом [2], содержание кальция и фосфора заметно выше, а содержание магния ниже, что свидетельствует о меньшем количестве в них оксида магния MgO . Отношение Ca/P в покрытии, полученном способом [2] выше, чем в покрытии, полученном способом [3], и составляет 1,35. Это значение заметно ближе к отношению Ca/P для костной ткани (1,67), чем у покрытия, полученного способом [3] (0,1).

Таким образом, проведенный анализ способов получения биосовместимых покрытий методом микродугового оксидирования в щелочных электролитах и изучение основных эксплуатационных характеристик формируемых в таких электролитах слоев позволил оптимизировать параметры микроплазменного воздействия путём изменения химического состава электролита за счет введения в него фторидов при формировании биосовместимых покрытий перспективного назначения на поверхности легких, в частности, магниевых сплавов, и определить инновационные направления развития технологий формирования биосовместимых покрытий.

Список литературы

1. Елкин Ф.М. Актуальные проблемы металловедения, производства и применения магниевых сплавов // Технология легких сплавов. – 2007. – № 1. – С. 5-18.

2. Гнеденков С.В., Хрисанфова О.А., Завидная А.Г., Синебрюхов С.Л., Пузь А.В., Егоркин В.С. Способ получения антикоррозионных кальцийсодержащих покрытий на сплавах магния // Патент России №2445409. 2012.Бюл. №8.

3. P.Bala Srinivasan, J.Liang, C.Blawert, M.Stormer, W.Dietzel «Characterization of calcium containing plasma electrolytic oxidation coatings on AM50 magnesium alloy». Applied surface science, 256 (2010), p.4017-4022.

УДК 338.27:004

ОПЫТ СОЗДАНИЯ 3D-ПРИНТЕРА ОБЩЕПРОМЫШЛЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Гаврильчик А.А., Книга В.В., Крещанович Е.О., Скачек В.А., Скачек А.В.

Белорусский национальный технический университет

E-mail: nilap@bntu.by

Abstract. When it comes to additive technologies, we carried out a research of technological process parameters for 3D printing with both plastics and food products. As a result, we propose to start the commercial production of general purpose industrial 3D printers for solid plastics (ABS or PLA types) and food 3D printers for liquid and viscous components, such as confectionery frostings and creams.

В настоящее время аддитивные технологии являются одним из наиболее развивающихся направлений автоматизированного производства. Применение таких технологий позволяет обеспечить практически безотходное энергоэффективное производство из металлических, полимерных, композиционных и иных материалов.

В данном направлении была проведена работа в части исследования параметров технологического процесса 3D-печати, как пластиком, так и пищевыми продуктами. Работы проводились на макетном образце, представленном на рисунке 1.

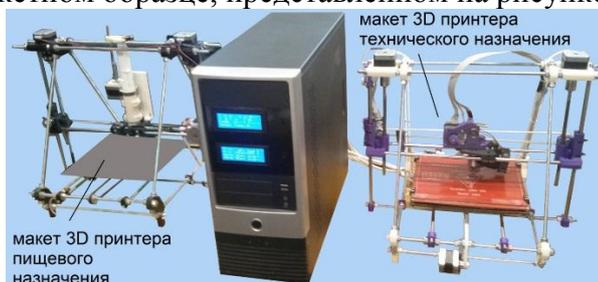


Рисунок 1 – Внешний вид макетных образцов 3D принтеров.

Получены технологические зависимости, позволяющие прогнозировать качество пластмассовых деталей. Установлены технологические коэффициенты учитывающие усадку материала для разных поверхностей одной и той же детали. Для пищевого принтера установлены граничные условия, при которых производится устойчивое нанесение рисунка без прерываний и искажений. Получен опыт проектирования пластмассовых деталей, изготавливаемых на 3D принтере.

В итоге предлагается к серийному изготовлению 2 основных типа 3D принтера:

- **общепромышленного назначения** (рисунок 2) для твердых пластиков (типа ABS или PLA);

- **пищевые** для жидко-вязких компонент типа кондитерских глазурей и кремов. Принтеры этого типа могут оснащаться быстросменными 2 и 3 компонентными экструдерами.

Основные технические характеристики принтеров приведены в таблице 2