

- высотный (светло-голубые, светло-серые оттенки);
- морской (оттенки серого и синего);
- 2) радиопоглощающая окраска специальными материалами (матовые темно-серые или черные цвета) для уменьшения радиолокационной заметности;
- 3) антибликовые покрытия (матовые), не отражающие свет и делающие БПЛА менее заметными;
- 4) ночной камуфляж (матовые черные или очень темно-серые цвета) для незаметной работы в темное время суток.

БПЛА для научных или исследовательских целей могут быть разнообразны по цветовой окраске: часто используют белые оттенки для хорошей терморегуляции или яркие для легкой идентификации и поиска в случае падения.

Учитывая вышесказанное, можно сделать вывод, что окраска БПЛА может быть разнообразна в зависимости от их назначения. Но во всех случаях необходимо знать, что лакокрасочные покрытия должны быть высокого качества, обладать специфическими свойствами, и помнить, что общая толщина покрытий должна быть минимальной, т.к. масса лакокрасочного покрытия учитывается при расчете массы аппарата [1].

ЛИТЕРАТУРА

1. Краски, покрытия, растворители / Д. Стойе, В. Фрейтаг (ред.): пер. с англ. Под ред. Ицко. – СПб.: Профессия. 2007. 258 с.

УДК 53.098: 54.057

ОБРАБОТКА ПОВЕРХНОСТИ МАТЕРИАЛОВ БПЛА ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ ПОВРЕЖДЕНИЙ

В.В. ЖИЛИНСКИЙ¹, А.М. МИЛЮКОВА², В.В. ЧАЕВСКИЙ³

¹Белорусский государственный технологический университет

²ФТИ НАН Беларуси

³Белорусский государственный университет

информатики и радиоэлектроники

Минск, Беларусь

Развитие авиационных технологий привело к активному использованию беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). В настоящее время беспилотная авиация используется более чем в 20 сферах народного

хозяйства, а именно: контроль состояния производственных объектов, строительных площадок, нефте- и газопроводов, мониторинг природных ресурсов, научные исследования, аэрофотосъемка, доставка грузов, охрана и др. [1]. Стоимость БПЛА может достигать до сотен тысяч долларов. Поэтому защита материалов для БПЛА является насущной проблемой при массовом производстве. Причины повреждений материалов БПЛА связаны как с внешними факторами, такими как механические удары, воздействие окружающей среды (температура, влажность, химическое воздействие), так и с внутренними факторами, включающими усталостное разрушение материалов корпуса и крыла при циклических нагрузках сжатие-растяжение во время полета [2].

Целью данной работы было изучение влияния магнитно-импульсной обработки (МИО) на прочность поверхности образцов из стали 50ХГФА с гальваническим хромовым покрытием и без него. Хромовое покрытие на поверхность образца из стали 50ХГФА было осаждено из электролита ($\text{CrO}_3 - 250 \text{ г/дм}^3$; $\text{H}_2\text{SO}_4 - 2,5 \text{ г/дм}^3$) при плотности тока 50 А/дм^2 при температуре $50 - 60^\circ\text{C}$. Толщина сформированных покрытий составила $13 - 15 \text{ мкм}$.

Образцы из стали марки 50ХГФА обработаны на установке МИУ-3 (ФТИ НАН Беларуси) 5 импульсами (8 кДж). Изучение структурно-фазового состояния и макронапряжений II рода образцов проводились на рентгеновском дифрактометре GNR EXPLORER в $\text{Cu-K}\alpha$ излучении. Микроструктура стали была проанализирована методом дифракции отраженных электронов (ДОЭ) с использованием микроскопа Hitachi S-4800. Измерения твердости проводились на универсальном твердомере AFFRI-URBV-VRS (нагрузка 750 кгс , диаметр шарика 5 мм), что соответствует шкале Бринелля (НВ).

Рис. 1 показывает, что сталь 50ХГФА содержит фазы $\alpha\text{-Fe}$ и Fe_3C после магнитно-импульсной обработки.

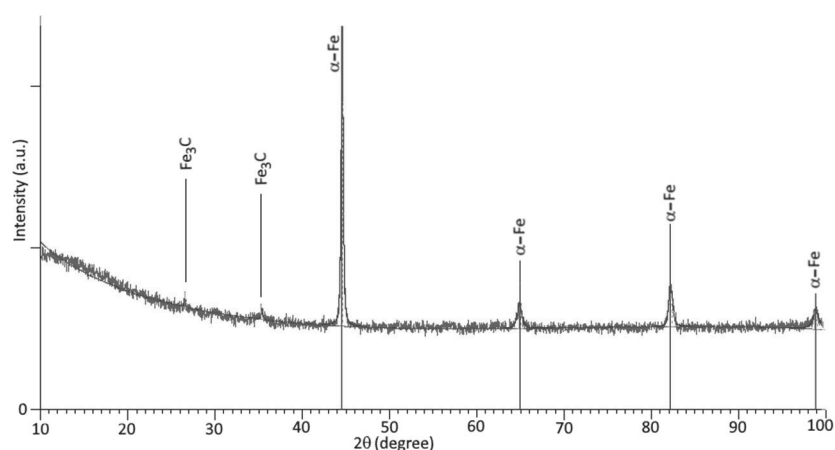


Рис. 1. Дифрактограмма образцов стали 50ХГФА после магнитно-импульсной обработки

На основании данных рис. 2 также можно заключить, что стальной образец содержит фазу α -Fe.

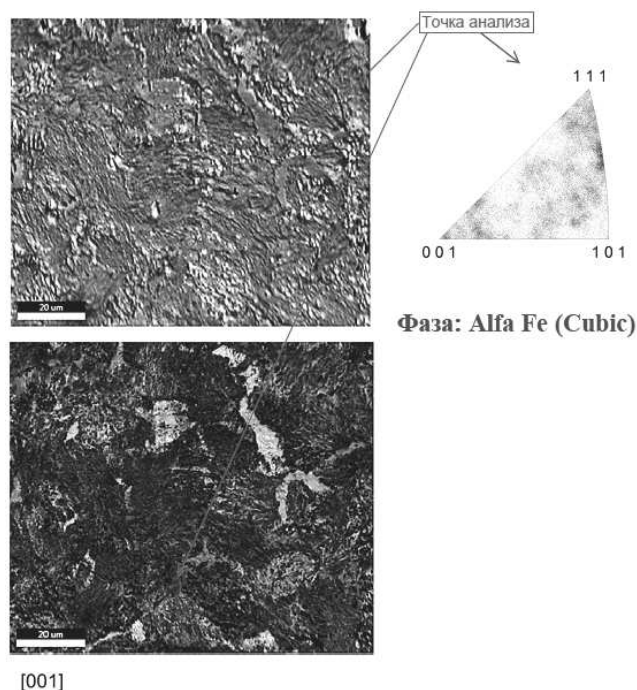


Рис. 2. Дифракция отражённых электронов образцов стали 50ХГФА после магнито-импульсной обработки.

Анализ результатов измерения макронапряжений II рода показывает, что на поверхности образцов из стали 50ХГФА после магнито-импульсной обработки макронапряжения были сжимающие (-1,147 ГПа). Сжимающие остаточные напряжения способствуют повышению прочности, т. к. суммируясь с напряжениями от внешней нагрузки. Они уменьшают результирующие растягивающие напряжения в поверхностном слое детали и препятствуют зарождению усталостных трещин. Нанесение хромового покрытия на поверхность стального образца никак не влияло на величину макронапряжения после магнито-импульсной обработки [3]. Этот факт подтверждают исследования ориентации кристаллитов стали, текстура которых (плоскость [001]) не менялась после магнито-импульсной обработки (рис. 2). Однако, измерения электросопротивления показали, что на глубине ~15 мкм (толщина Cr-покрытия) после магнито-импульсной обработки наблюдается уменьшение величины электросопротивления, что говорит об его уплотнении кристаллической структуры под покрытием. Твердость поверхности образца из стали 50ХГФА с хромовым покрытием составляет 250 – 280 НВ, что несколько больше твердости поверхности образца из стали 50ХГФА без покрытия, которая равна 260 – 266 НВ. Магнито-импульсная обработка образца из стали

50ХГФА с хромовым покрытием позволила увеличить твердость всей системы до 255 – 285 НВ.

Таким образом, нанесение хромового покрытия на поверхность образца из стали 50ХГФА с последующей магнито-импульсной обработкой являются эффективным способом увеличения прочности поверхности для исключения усталостного разрушения при циклических нагрузках сжатие-растяжение.

ЛИТЕРАТУРА

1. Филиппов А.А., Олейников Е.П. История и перспективы применения беспилотных летательных аппаратов // Решетневские чтения: материалы XXIII Междунар. науч.-практич. конф.: в 2-х ч. Красноярск: СибГУ им. М.Ф. Решетнева, 2019. – Ч. 1. – С. 463-464.

2. Путилина П.М., Куцевич К.Е., Исаев А.Ю. Полимерные композиционные материалы на основе углеродных и стеклянных волокон для изготовления деталей беспилотных летательных аппаратов и перспективы их развития // Труды ВИАМ. – М., 2023. – № 8 (126). – С. 85-100.

3. Алифанов А.В., Ционенко Д.А., Милюкова А.М., Ционенко Н.М. Магнитострикционный механизм образования мелкодисперсной структуры в стальных изделиях при магнитно-импульсном воздействии // Весці Нац. акад. навук Беларусі. Сер. фіз.-мат. навук, 2016. – № 4. – С. 31 - 36.

УДК 678.027.3:001.895

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТЕКЛО- И УГЛЕНАПОЛНЕННЫХ ТЕРМОПЛАСТОВ ДЛЯ ПЕЧАТИ ДЕТАЛЕЙ БЕСПИЛОТНОЙ ТЕХНИКИ

О.И. КАРПОВИЧ¹, Г.А. ВЕЛИЧКО²

¹Белорусский государственный технологический университет

²УП «НТЦ «ЛЭМТ» БелОМО»

Минск, Беларусь

Одной из самых распространенных технологий 3Д-печати является технология экструзии материала [1-2]. Для печати могут использоваться различные термопластичные полимеры, но для изготовления