

УДК 621.892.2

РАЗРАБОТКА УСТАНОВКИ ДЛЯ АРМИРОВАНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ

Николай Владимирович Воронин¹

аспирант

voronin.nikolay.1994@yandex.ru

Иван Сергеевич Филатов¹

кандидат технических наук, доцент

Юрий Викторович Родионов^{1,2}

доктор технических наук, профессор

rodionow.u.w@rambler.ru

Дмитрий Вячеславович Никитин^{1,2}

кандидат технических наук, доцент

¹Тамбовский государственный технический университет

г. Тамбов, Россия

²Мичуринский государственный аграрный университет

г. Мичуринск, Россия

Аннотация. В данной работе описаны варианты разрабатываемой технологии магнитотермического армирования полимерных изделий, разновидности установок для каждого варианта и показаны возможности их применения.

Ключевые слова: полимерные материалы, магнитотермическое армирование, детали машин, сельское хозяйство.

Используемые все чаще в качестве силовых элементов приводов транспортных и сельскохозяйственных машин детали из полимеров, изнашиваются гораздо интенсивнее аналогичных по назначению изделий из сталей и сплавов. В то же время полимерные изделия имеют ряд достоинств по сравнению с металлическими:

- лучшая технологичность;
- меньшая стоимость производства;
- отсутствие возможных дефектов изделий из сплавов – таких, как ликвация, крупнозернистость, коробление при термообработке и др.

Поэтому перспективным является возможность совмещения достоинств полимерных изделий с износостойкостью изделий из металлических сплавов. Это возможно сделать, внедрив металлический порошок в поверхность полимерной детали либо после ее изготовления, либо на стадии формования.

Исходя из вышесказанного, существуют две разновидности разрабатываемой исследователями ТГТУ экспериментальной установки для улучшения поверхностных характеристик полимерных деталей из термо- и реактопластов.

Первая разновидность экспериментальной установки для прототипирования технологии показана на рис. 1.

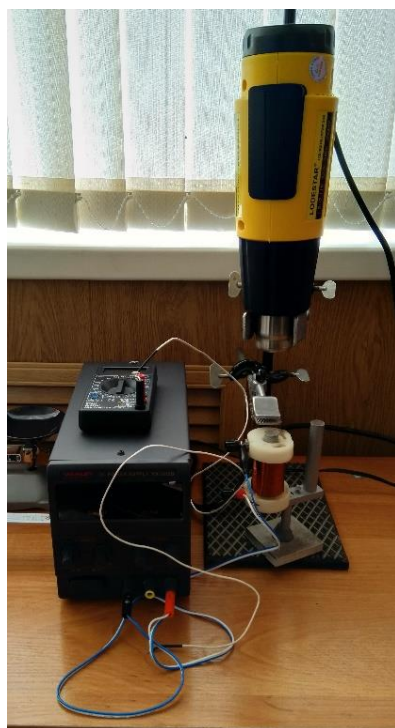


Рисунок 1 - Экспериментальная установка для прототипирования технологии магнито-термического упрочнения

Она состоит из вертикальной штанги с установленными на ней держателями генератора теплового потока, держателя модифицируемых образцов, катушки-электромагнита и регулируемого источника постоянного тока для питания катушки. Генератор теплового потока и образец полимера могут перемещаться в широких диапазонах относительно друг друга и электромагнита. Генератор теплового потока имеет трехступенчатую настройку расхода воздуха и электронную настройку температуры. Температура в месте контакта металлических частиц и поверхности полимера измерялась электронным термометром с термопарой типа ХК.

Необходимо отметить, что в качестве внедряемого материала возможно использовать только ферромагнетики (железо, никель, кобальт и др.) из-за наличия в составе установки магнитной системы. Также ограничивается и размерность порошков – не более 50 мкм из-за ухудшения итогового качества поверхности и, как следствие, более продолжительной ее доводки. Данный порошок внедрялся в

поверхность образцов из полипропилена «Бален 01270» в виде квадратов со стороной 30 мм и толщиной 1,4 мм, что обеспечивает четкую фиксацию образцов в держателе и позволяет провести насыщение поверхности металлом в любой удобной точке. С целью повышения свободной энергии поверхности образцы матировались до шероховатости поверхности Rz40...Rz80.

Во время экспериментов образцы располагались на сердечнике электромагнита с целью максимального использования энергии магнитного поля, в поверхность внедрялся порошок никеля размерностью 40 мкм, подаваемая на многослойную катушку мощность составляла в среднем 40 Вт (см. таблицу 1), что обеспечивало среднюю напряженность магнитного поля на поверхности образца 42 кА/м, намагничивающая сила катушки составила 1920 А·в. Это обеспечивало проникновение частиц внедряемого порошка в поверхность на глубину 25-30 мкм и последующее их стабильное удержание в верхнем слое полимера. Плотность заполнения частицами поверхности составила не менее 50%.

Во втором варианте частицы порошка внедряются в поверхность полимера непосредственно в процессе получения изделий формованием. Внедряемый порошок располагался на внутренней поверхности металлической формы, удерживаемый магнитным полем либо электромагнита (как в первом варианте), либо коаксиальных постоянных магнитов. На этапе формования полимер под давлением воздействовал на стенки формы, фиксируя в поверхностном слое металлические частицы. Данный вариант технологии достаточно универсален и подходит для модифицирования поверхности как термопластичных, так и терморезистивных полимеров. В процессе проведения эксперимента внедренные на глубину не менее 30 мкм частицы никеля удерживались без выкрашивания при абразивном воздействии на полимер металлической поверхности и царапая ее. Это свидетельствует о том, что полимерная поверхность получила поверхностную износостойкость не ниже, чем у металлического сплава.

В данном случае установка состоит из модифицированной пресс-формы с магнитной системой для удержания на ее рабочей поверхности внедряемых в полимер частиц, пресса для формования изделий и печи для нагрева пресс-формы. Также стоит отметить, что в случае использования постоянных магнитов стоит учитывать возможное снижение их магнитных свойств вследствие нагрева от пресс-формы.

Разработанные технологии модифицирования полимерных поверхностей позволяют проводить улучшение поверхностных свойств изделий из термопластов как на этапе изготовления изделия, так и уже готовых изделий. Модифицированная технология также может быть использована для получения металлизированной поверхности изделий из реактопластов в процессе формования изделия. В настоящее время обе технологии дорабатываются под использование в промышленных целях и расширения спектра модифицируемых материалов.

Список литературы:

1. Исследование магнитотермического поверхностного армирования полимерных материалов / Ю.В. Родионов, Н.В. Воронин, И.С. Филатов, Д.В. Никитин // Химическое и нефтегазовое машиностроение. 2021. № 7. С. 37-39.
2. Конструктивные пути и принципы автоматизации повышения эффективности жидкостно-кольцевых вакуум-насосов / Ю.В. Родионов, Д.В. Никитин, М.А.С. Махмуд, Р.С. Горюшин // Научные достижения высшей школы 2020: сборник статей Международного научно-исследовательского конкурса. Петрозаводск. 2020. С. 99-105.
3. Современное состояние использования и производства деталей и узлов из полимеров для техники агропромышленного комплекса / Н. В. Воронин, Ю. В. Родионов, И. С. Филатов, Д. В. Никитин // Сборник трудов II Международной научно-практической конференции "Цифровизация агропромышленного

комплекса". В 2-х т. Тамбов: Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ». 2020. Том 2. С. 29-34.

4. Теоретические исследования контактных и изгибных напряжений лопаток рабочего колеса и корпуса жидкостнокольцевого вакуумного насоса из полимеров / Н.В. Воронин, Ю.В. Родионов, А.И. Скоморохова, Д.В. Никитин, П.А. Галкин, И.С. Филатов // Наука в центральной России. 2020. № 3 (45). С. 85-97.

Работа выполнена в рамках гранта РФФИ «Разработка метода магнитно-термического упрочнения полимеров ферромагнитными порошками различной дисперсности для деталей машин широкого спектра применения», конкурс «Аспиранты», 2020 г. № договора 20-33-90298/20.

UDC 621.892.2

**DEVELOPMENT OF AN INSTALLATION FOR REINFORCING
POLYMER AGRICULTURAL PARTS**

Nikolay V. Voronin¹

graduate student

voronin.nikolay.1994@yandex.ru

Ivan S. Filatov¹

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Yuri V. Rodionov^{1,2}

Doctor of Technical Sciences, Professor

rodionow.u.w@rambler.ru

Dmitry V. Nikitin^{1,2}

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

¹Tambov State Technical University

Tambov, Russia

²Michurinsk State Agrarian University

Michurinsk, Russia

Annotation. This paper describes the variants of the developed technology of magnetothermal reinforcement of polymer products, the types of installations for each variant and shows the possibilities of their application.

Key words: polymer materials, magnetothermal reinforcement, machine parts, agriculture.