

УДК 66.047.3

Т.Т. Чумбадзе¹, Э.Ф. Фарзалиев¹, И.В. Матвеев¹, Н.А. Чипизубов¹, А.Н. Илыгеева¹, А.А. Беломестных¹

¹Иркутский государственный университет путей сообщения, Иркутск, Россия

АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ФОТОПОЛИМЕРОВ

Аннотация. В данной статье рассматривается возможность использования фотополимера в различных видах промышленности. В основном его применение нашло свое место в таких областях, как в медицине, в ювелирной промышленности, в косметологической промышленности, в изготовлении клише для штампов и фотоформ, в машиностроении. Так же рассматривается использование фотополимера в сочетании с различными композитами в разных видах промышленности. Фотополимер является веществом, находящимся до светового воздействия в вязко текущем состоянии, после чего изменяет свои свойства под воздействием ультрафиолетового света. Так же проведенный анализ систем автоматизированного управления процессами фотополимеризации, показал ряд интересных технических решений, направленных на автоматизацию процесса промывки, повторной засветки, поддержания температуры полимерных компонентов и воды. Управление процесса показывается в структурной схеме САУ. Анализ проведенных исследований показал, что основное использование фотополимера в машиностроении ограничивается, тем что имеющиеся технологии создание стойких к факторам среды, твердых и износостойких изделий из фотополимеров не нашли достаточного применения в машиностроении. Поэтому изучив возможность использования фотополимера в различных видах промышленности и обозначив проблему, ставит цели для дальнейших исследований, что будет являться разработкой технологий изготовления и восстановления изделий из фотополимера, что в свою очередь ставит ряд следующих задач, которые указаны в заключении данной статьи.

Ключевые слова: фотополимер, композиты, полимер, полимеризация.

T.T. Chumbadze¹, E.F. Farzaliev¹, I.V. Matveev¹, N.A. Chipizubov¹, A.N. Ilygeeva¹, A.A. Belomestnykh¹

¹Irkutsk State Transport University, Irkutsk, Russia

ASPECTS OF THE USE OF AUTOMATED CONTROL SYSTEMS FOR THE PROCESS OF MANUFACTURING PRODUCTS FROM PHOTOPOLYMERS

Annotation. This article discusses the possibility of using photopolymer in various types of industry. Basically, its application has found its place in such areas as medicine, in the jewelry industry, in the cosmetic industry, in the manufacture of cliches for stamps and photographs, in mechanical engineering. The use of photopolymer in combination with various composites in various industries is also considered. A photopolymer is a substance that is in a viscous current state before exposure to light, after which it changes its properties under the influence of ultraviolet light. Also, the analysis of automated control systems for photopolymerization processes showed a number of interesting technical solutions aimed at automating the process of washing, re-exposure, maintaining the temperature of polymer components and water. The process control is shown in the structural diagram of the ACS. The analysis of the studies carried out showed that the main use of photopolymer in mechanical engineering is limited by the fact that the existing technologies for the creation of resistant to environmental factors, hard and wear-resistant products from photopolymers have not found sufficient application in mechanical engineering. Therefore, having studied the possibility of using photopolymer in various types of industry and identifying the problem, sets goals for further research, which will be the development of technologies for the manufacture and restoration of products from photopolymer, which in turn poses a number of the following tasks, which are indicated in the conclusion of this article.

Key words: photopolymer, composites, polymer, polymerization.

Введение

Фотополимер — вещество, изменяющее свои свойства под воздействием света, чаще ультрафиолетового. До светового воздействия в основном он находится в вязко-текущем состоянии. Фотополимер в виде мономера или низкомолекулярного полимера, как правило,

подвергается активному световому воздействию с длиной волны около 365 нм (при облучении ртутной кварцевой лампой), при этом засвеченные зоны мономера полимеризуются.

Область применения фотополимера:

Фотополимер в основном применяется в:

- медицине;
- ювелирной промышленности;
- косметологической промышленности;
- изготовление клише для штампов и фотоформ;
- машиностроении.

В медицине фотополимер используется для протезирования в сочетании с различными композитами. Принтер осуществляет построение конструкции, после чего связующий полимер удаляется и заготовки подвергаются процедурам обжига. [1-3].



Рисунок 1 – Зубные протезы из фотополимера

Фотополимерные композиты пользуются большой популярностью благодаря своим уникальным качествам. Так, например, используемый для реставрации зубов пломбами фотополимер не уступает по качеству и твердости естественным природным материалам. Проявляет высокую стойкость к повышенной влажности, износу в агрессивной среде. [1-3].



Рисунок 2 – Фотополимерная пломба

В ювелирной промышленности с помощью фотополимера создаются замысловатые узоры самых сложных форм и неординарных структур изделий, позволяют добиться абсолютной точности ювелирных украшений, что показывает высокую разрешающую способ-

ность применяемых материалов. Материал позволяет добиться высокой детализации (до 15 микрон), возможность получения особо гладких поверхностей, геометрически сложных объектов, ненужность дополнительной постобработки изделий [4].



Рисунок 3- Ювелирное изделие из фотополимера

В косметологической промышленности фотополимер используется в виде базы для кератина, по своей структуре и свойствам схожего с полиамидами, широко используемым в машиностроении. Он служит для укрепления, выравнивания, возрождения поверхности и используется для корректировки различных дефектов или восстановления исходных размеров (наращивание). Необходимо отметить, что для различных технологических процессов было разработано большое количество специальных композитов [6].



Рисунок 4 – Выравнивание кератина фотополимером (базой)

Так же в машиностроении на ряде сборочных операций при создании неразъемных соединений последние десятилетия фотополимер нашел широкое применение. Так, например, ни одно из современных гаджетов, нуждающихся в герметизации корпуса при сборке, не обходится без использования оптически прозрачного фотополимера. Тенденции к полимерным конструкциям таких устройств направлены на создание гибких корпусов в основе которых используется фотополимер. Свойство оптической прозрачности и современные технологии использования фотополимеров позволяют аккуратно, без видимых следов повреждений ремонтировать защитные стекла (автомобильные, смотровых лабораторных, смотровых стекол кабинетных станков и т.д.). Разработанные технологии использования фотоматериалов позволяет восстановить и герметизировать места соединения на вышеуказанных стеклах. Применение мобильных ультрафиолетовых ламп при приведении полимера в необходимую консистенцию дает возможность обрабатывать любые сложные поверхности [7].

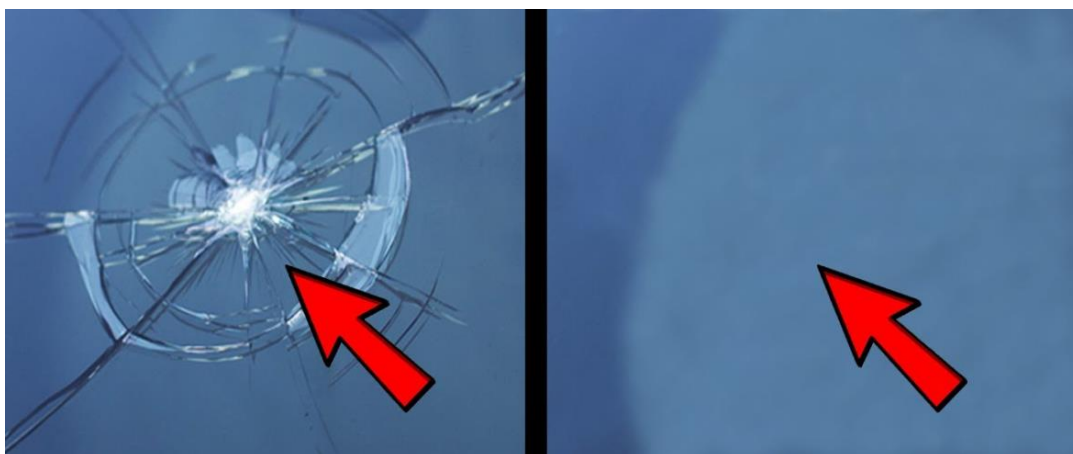


Рисунок 5 – Заделка и герметизация трещины в стекле фотополимером

Исходя из вышеизложенного можно констатировать, что основное использование фотополимера в машиностроении ограничивается различными 3D моделями для литья, аналогиями, прототипированием, созданием действующих и демонстрирующих моделей в рекламных и презентационных целях, штампов для нанесения маркировки, изготовления сложных прокладок.

Проведенный анализ систем автоматизированного управления процессами фотополимеризации, на примере процесса изготовления штампов, разработанных в последние годы, показал ряд интересных технических решений, направленных на автоматизацию процесса промывки, повторной засветки, поддержания температуры полимерных компонентов и воды. Управление в данном случае строится по разомкнутой схеме с предварительным вводом большого количества исходных данных, определяемых на основе экспериментально полученных параметров обработки полимера и расчета времени обработки. Структурная схема САУ фотополимеризации процесса изготовления маркировочных штампов показана на рисунке 9.

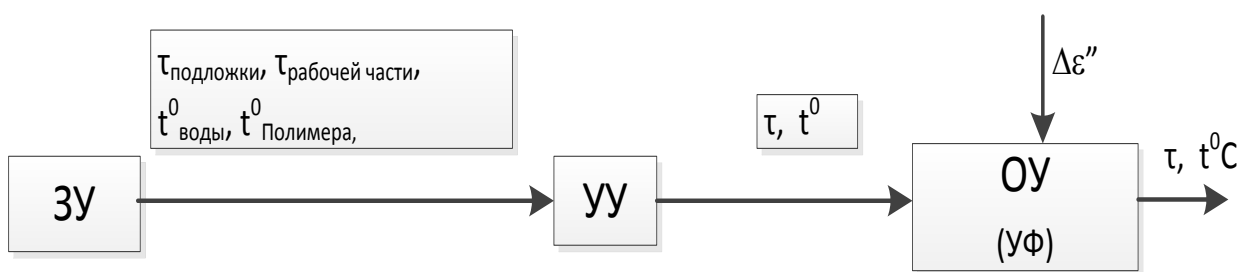


Рисунок 6 – Структурная схема САУ изготовления маркировочных штампов из фотополимера

К особенностям системы управления объекта можно отнести то, что она, включая в себя вакуумный компрессор, поддерживающий постоянное давление $P_{\text{вак}}$. Также в камере смывки и камере хранения полимера поддерживается заданная температура, по схожим алгоритмам, представленных авторами в работах [8-11].

Управление процессом организовано на основе микроконтроллерного блока, но не имеет контуров контроля процесса глубины фотополимеризации и защиты от переэкспонирования. Также управление никак не связано с учетом воздействия температуры среды и основного исходного материала, несомненно, оказывающее влияние на качество продукции

Заключение

Проведенные исследования показали, что имеющиеся технологии создание стойких к факторам среды, твердых и износостойких изделий из фотополимеров не нашли достаточно широкого применения в машиностроении.

Поэтому целью дальнейших исследований является разработка технологии изготовления и восстановления изделий из фотополимера, что, в свою очередь ставит следующие задачи:

- изучить существующие технологии изготовления изделий из фотополимеров;
- разработать методику получения композиционных фотополимеров;
- провести исследования твердости и износостойкости полученных композиционных материалов;
- разработать оснастку и технологию изготовления изделий из полученных композитов;
- разработать систему автоматизированного управления процессом изготовления изделий из композитных фотополимерных материалов.

Рассмотренные аспекты технологий производства изделий из фотополимерных материалов и схемы существующих автоматизированных систем управления ими дали основание выбрать данную тематику, как актуальную для дальнейших исследований. Полученные результаты будут представлены в ближайшее время.

Библиографический список

1. Пат. 2699556 Рос. Федерация. Отверждаемая полимерная композиция и способ изготовления из неё отверждённого продукта / С.С. Нечаусов, М.Ю. Яблокова, В.В. Авдеев, Б.А. Булгаков, Д.И. Калугин. Бюл. № 25.
2. Пат. 2731821 Рос. Федерация. Способ пломбирования композитных материалов / А.А. Гущин, А.А. Адамчик, С.С. Гущина, В.А. Иващенко. Бюл. № 25.
3. Пат. 2680802 Рос. Федерация. Трёхмерные системы поделочных материалов для изготовления стоматологических изделий / Б.Й. Сан, К.Р. Кеннеди, В. Сундар, Э.М. Личкус. Бюл. № 6.
4. Пат. 2215828 Рос. Федерация. Способ изготовления рельефных изделий с использованием фотополимера / Э.Г. Алиев. Бюл. № 31.
5. Пат. 2701186 Рос. Федерация. Селективное зеркало / С.А. Стрельцов, Л.А. Борыняк. Бюл. № 27.
6. Выравнивание ногтевой пластины [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://modnail.ru/publication/vyravnivanie-nogtevoj-plastiny>.
7. Ремонт лобовых стекол фотополимером [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://365cars.ru/remont/remont-treshhin-lobovogo-stekla.html>.

8. Филиппенко Н.Г. Определение фазовых и релаксационных переходов в полимерных материалах / Н.Г. Филиппенко, Д.В. Буторин, А.В. Лившиц // Автоматизация. Современные технологии. – 2017. Т. 71. № 4. С. 171-175.

9. Патент на полезную модель RU 132209 U1 Устройство диагностики деталей из полиамидных материалов А.Г. Ларченко, А.В. Лившиц, Н.Г. Филиппенко, С.И. Попов, 10.09.2013. Заявка № 2013115531/28 от 05.04.2013.

10. Лившиц А.В. Высокочастотная электротермическая обработка неметаллического вторичного сырья / А.В. Лившиц, Н.Г. Филиппенко, А.Г. Ларченко, Филатова С.Н. // Наука и образование: научное издание МГТУ им. Н.Э. Баумана. – 2014. № 6. С. 55-65.

11. Филиппенко Н.Г. Автоматизация измерения температуры полимерного материала при высокочастотном электротермическом нагреве / Филиппенко Н.Г., Буторин Д.В., Лившиц А.В., Попов М.С., Гозбенко В.Е. // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. – 2017. № 1 (53). С. 96-103.

References

1. Pat. 2699556 Rus. Federation. Curable polymer composition and method of making a cured product from it / S.S. Nechausov, M. Yu. Yablokova, V.V. Avdeev, B.A. Bulgakov, D.I. Kalugin. Bul. No. 25.

2. Pat. 2731821 Rus. Federation. Method of sealing composite materials / A.A. Gushchin, A.A. Adamchik, S.S. Gushchina, V.A. Ivaschenko. Bul. No. 25.

3. Pat. 2680802 Rus. Federation. Three-dimensional systems of ornamental materials for the manufacture of dental products / B.Y. Sun, K.R. Kennedy, W. Sundar, E.M. Lichkus. Bul. No. 6.

4. Pat. 2215828 Rus. Federation. Method of making relief products using photopolymer / E.G. Aliev. Bul. No. 31.

5. Pat. 2701186 Ros. Federation. Selective mirror / S.A. Streltsov, L.A. Borynyak. Bul. No. 27.

6. Repair of windshields with a photopolymer [Electronic resource] / Access mode: <http://365cars.ru/remont/remont-treshhin-lobovogo-stekla.html>.

7. Alignment of the nail plate [Electronic resource] / Access mode: <https://modnail.ru/publication/vyravnivanie-nogtevoj-plastiny>.

8. Filippenko N.G. Determination of phase and relaxation transitions in polymeric materials / N.G. Filippenko, D.V. A. V. Butorin Livshits // Automation. Modern technologies. - 2017. Vol. 71. No. 4. P. 171-175.

9. Utility model patent RU 132209 U1 Device for diagnostics of parts made of polyamide materials A.G. Larchenko, A.V. Livshits, N.G. Filippenko, S.I. Popov, 10.09.2013. Application No. 2013115531/28 dated 05/04/2013.

10. Livshits A.V. High-frequency electrothermal treatment of non-metallic secondary raw materials / A.V. Livshits, N.G. Filippenko, A.G. Larchenko, Filatova S.N. // Science and Education: scientific publication of the Moscow State Technical University. N.E. Bauman. - 2014. No. 6. S. 55-65.

11. Filippenko NG Automation of measuring the temperature of a polymer material during high-frequency electrothermal heating / Filippenko NG, Butorin DV, Livshits AV, Popov MS, Gozbenko VE. // Modern technologies. System analysis. Modeling. - 2017. No. 1 (53). S. 96-103.

Информация об авторах

Чумбадзе Тамара Темуриевна – студентка кафедры «Автоматизация производственных процессов», Иркутский государственный университет путей сообщения, г.Иркутск, e-mail: tamriko98@yandex.ru.

Фарзалиев Эмиль Физули-Оглы – аспирант кафедры «Автоматизация производственных процессов», Иркутский государственный университет путей сообщения, г.Иркутск, e-mail: pro.porp2014@yandex.ru.

Матвеев Иван Витальевич – студент кафедры «Автоматизация производственных процессов», Иркутский государственный университет путей сообщения, г.Иркутск, e-mail: matveevivan09@mail.ru.

Чипизубов Назар Александрович - студент кафедры «Автоматизация производственных процессов», Иркутский государственный университет путей сообщения, г.Иркутск, e-mail: nazar.chipizubov@mail.ru

Ильгеева Алина Николаевна - студент кафедры «Автоматизация производственных процессов», Иркутский государственный университет путей сообщения, г.Иркутск, e-mail: ailygeeva@inbox.ru.

Беломестных Артем Александрович - студент кафедры «Автоматизация производственных процессов», Иркутский государственный университет путей сообщения, г.Иркутск, e-mail: artiom.belomestnyh@yandex.ru.

Information about the authors

Chumbadze Tamara Temurievna - student of the department "Automation of production processes", Irkutsk State University of Railways, Irkutsk, e-mail: tamriko98@yandex.ru.

Farzaliev Emil Fizuli-Ogly - post-graduate student of the Department of Automation of Production Processes, Irkutsk State University of Railways, Irkutsk, e-mail: pro.porp2014@yandex.ru.

Matveev Ivan Vitalievich - student of the department "Automation of industrial processes", Irkutsk State University of Railways, Irkutsk, e-mail: matveevivan09@mail.ru

Chipizubov Nazar Aleksandrovich - student of the department "Automation of production processes", Irkutsk State University of Railways, Irkutsk, e-mail: nazar.chipizubov@mail.ru.

Ilygeeva Alina Nikolaevna - student of the department "Automation of production processes", Irkutsk State University of Railways, Irkutsk, e-mail: ailygeeva@inbox.ru.

Belomestnykh Artem Aleksandrovich - student of the department "Automation of industrial processes", Irkutsk State University of Railways, Irkutsk, e-mail: artiom.belomestnyh@yandex.ru.

Для цитирования

Чумбадзе Т.Т. Аспекты использования автоматизированных систем управления процессом изготовления изделий из фотополимеров [Электронный ресурс] / Т.Т. Чумбадзе, Э.Ф. Фарзалиев, А.Н. Ильгеева, И.В. Матвеев, Н.А. Чипизубов, А.А. Беломестных // Молодая наука Сибири: электрон. науч. журн. – 2021.