

УДК 66.047.3

Э.Ф. Фарзалиев¹, Н.Г. Филиппенко¹, А.В. Лившиц¹, Д.С. Грамаков¹

¹Иркутский государственный университет путей сообщения, Иркутск, Россия

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВЛАЖНОСТИ НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ НА ТРАНСПОРТЕ

Аннотация. В данной статье рассмотрен контроль уровня влажности в гранулах многокомпонентных полимеров (бимодал, полипропилен, полимерный краситель, полимерная меловая добавка, ультрафиолетовый стабилизатор). На готовой пленке, используемой для изготовления тентокаракасных конструкций и упаковки транспортируемых пиломатериалов было произведено испытание на разрыв. Автоматизация исследований позволила произвести контроль веса исследуемых полимеров с высокой аналитической точностью. Разработанное программное обеспечение в онлайн режиме фиксировало изменение влажности, весовые показатели исследуемых полимеров, время воздействия с выдачей информации в цифровом и графическом виде. Автоматизированный анализ данных позволяет выявить основные причины снижения качества многокомпонентных материалов, в зависимости от ультрафиолетовых воздействий солнечного излучения и остаточной влаги.

Ключевые слова: сушка, полимер, композиты, высокочастотная электротермия, ультрафиолет, качество полимерных композитов, датчик влажности.

E. F. Farzaliyev¹, N. G. Filippenko¹, A.V. Livshic¹, D.S. Gramakov¹

¹Irkutsk state University of railway engineering, Irkutsk, Russia

AUTOMATED INVESTIGATION OF THE INFLUENCE OF HUMIDITY ON THE PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF MULTICOMPONENT POLYMER MATERIALS USED IN TRANSPORT

Abstract: This article discusses the control of the moisture level in the granules of polymers, namely bimodal, polypropylene, polymer dye, polymer chalk additives and ultraviolet stabilizer. With the help of a humidity sensor and the Arduino program, this process was carried out. Then, on the finished film, a tensile test of the film was performed over a certain period. high-frequency drying of polymers used for the production of a special film, which is used for the manufacture of tent frame structures and packaging of transported lumber. Automation of studies allowed us to control the weight of the studied polymers with high analytical accuracy. The developed software in online mode recorded changes in humidity, weight indicators of the studied polymers, exposure time with the issuance of graphic dependences of the dynamics of drying. An analysis of the data also revealed the main reasons for the decline in the quality of multicomponent materials associated with the ultraviolet exposure to solar radiation and residual moisture.

Keywords: drying, polymer, composites, high-frequency electrothermal, ultraviolet, quality of polymer composites, humidity sensor.

Цель:

Показать влияние влаги на полимер и на срок службы полимера

Задачей для достижения поставленной цели являются исследования прочности материала в зависимости от процентного содержания влаги в исходном сырье.

Введение

Поступающие полимеры от предприятий-изготовителей в большинстве случаев содержат избыточное количество влаги и растворителей. Поглощение влаги полимерами происходит в результате сорбции. На начальном этапе влага накапливается в поверхностном слое, а потом начинает распределяться по всему объему материала за счет диффузии. В связи с этим влажность полимеров зависит от относительной влажности среды, времени нахождения полимеров во влажной атмосфере и размеров гранул сырья. Все это влияет на качество производимой продукции [1, 2]. Также ультрафиолет является проблемой уже

изготовленных полимерных пленок, его воздействие негативно влияет на стойкость пленки и ее механические свойства. Поэтому целью исследования является актуальная проблема производств, связанная со снижением прочностных характеристик изделий из многокомпонентных полимерных материалов [3-5].

Исследования прочности материала в зависимости от процента влаги исходного сырья

Исследования по контролю влажности проводились на предприятии, где в загружаемый бункер одновременно помещались гранулы следующих полимеров: бимодала, полипропилена, полимерного красителя, полимерной меловой добавки и ультрафиолетового стабилизатора. Из данной смеси полимеров изготавливаются пленочные материалы для тентокаракасных сооружений и упаковки транспортируемых пиломатериалов.

С целью контроля относительной влажности материала и температуры среды использовался цифровой датчик, который состоит из термистора, определяющего температуру и емкостного датчика влажности (рисунок 1) [6].

Подключение его к микроконтроллеру на платформе «Ардуино» и последующее соединением с компьютером, позволило создать аппаратный комплекс [7-13] по контролю и регистрации полученных данных [14-17] показателей относительной влажности полимеров и температуры среды. Схема подключения представлена на рисунке 2 [7].

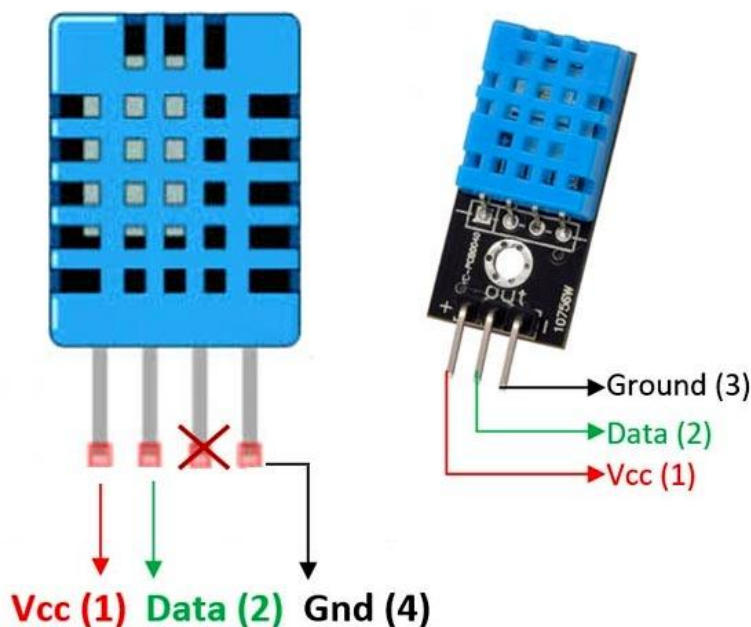


Рис. 1 – Датчик влажности и температуры DHT 11

Датчик, в соответствии со схемой подключения, показан на рисунке, где: 1 – Vcc (питание) от 3 до 5 В; 2 – Data вывод данных; 4 – GND (земля). Контакт 3 – не использовался в данной схеме и его подключение не требовалось

Фотография успешного подключения датчика влажности к Ардуино и компьютеру показана на рисунке 2.

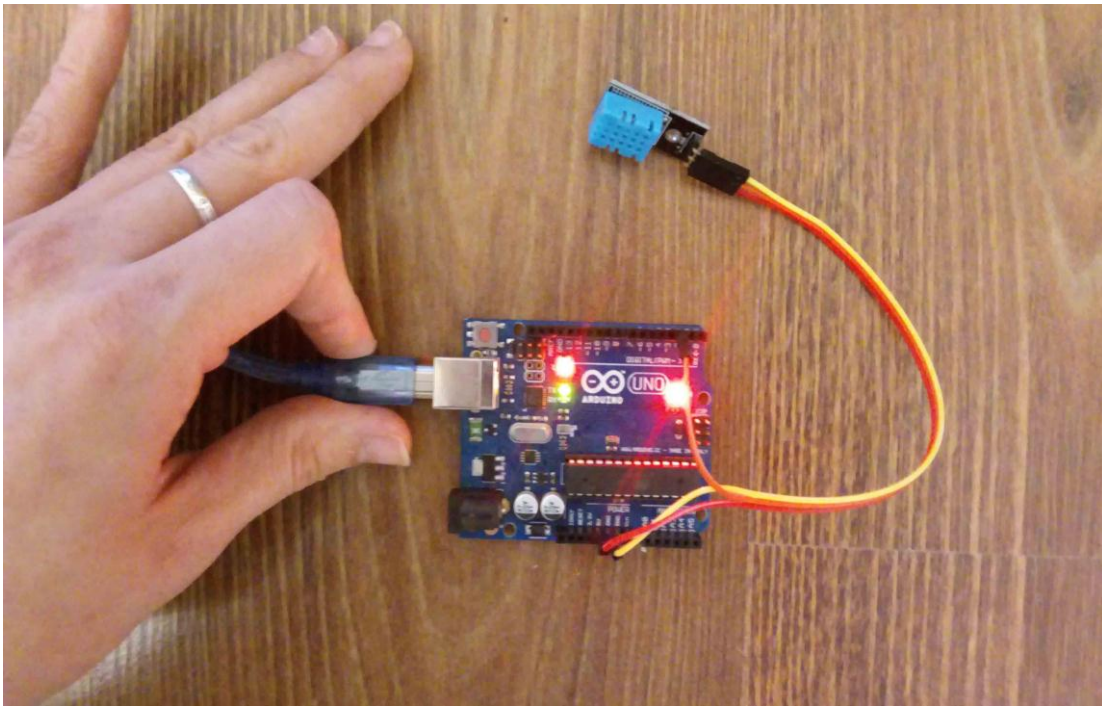


Рис. 2 – Датчик влажности и Ардуино

Таким образом, собранная аппаратная часть исследовательской установки позволила перейти к натурным испытаниям.

Экспериментальные исследования проводились с 15.11.19 по 23.11.19, т.е. в течении 8 дней. Сроки были определены и зависели от поставок сырья и графика производства.

После измерения содержания влаги сырье поступало на производство.

Выпускаемая пленка из сырья с определенным предварительно процентом влаги подвергалась механическому испытанию на разрыв [18].

Результаты экспериментов прочностных показателей и влажности материала, представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты экспериментов

№	Дата	Наименование сырья	% влаги	температура	Прочностные показатели σ , Мпа	Среднее значение влажности	Средняя температура	Средний показатель σ , Мпа
1	15.11.19	смесь полимеров	18	26	0,7	18	26	0,7
2	18.11.19	смесь полимеров	20	25	0,67	19	26,2	0,68
			19	27	0,68			
			18	26	0,7			
			19	27	0,68			
3	23.11.19	смесь полимеров	17	28	0,75	17	28;	0,72
			16	30	0,78			
			19	27	0,68			
			18	27	0,7			

Заключение

Анализ прочностных показателей выпускаемой пленки в зависимости от влажности позволил сделать вывод, что прочность выпускаемой многокомпонентной пленки, используемой для упаковки ценных пород древесины и используемая для изготовления тентокаракасных сооружений, напрямую зависит от влажности исходного сырья. Температурные значения среды на качество материала заметного влияния не показали.

Поэтому задачей следующего этапа исследований является выбор наиболее эффективного способа и режима процесса сушки полимерных материалов и разработка автоматизированной системы управления процессом сушки многокомпонентного сырья применительно к промышленным условиям предприятия ООО «Альбатрос».

Библиографический список

1. Ларченко А.Г. Автоматизированное устройство диагностирования полимерных изделий сложной конфигурации методом высокочастотного излучения // Контроль. Диагностика. 2016. № 2. С. 61-65.
2. Ларченко А.Г. Автоматизированное выявление дефектов в изделиях из полиамидных материалов методом высокочастотного излучения // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2014. № 1 (41). С. 160-165.
3. Кулезнев В.Н., Ушакова О.Б. Структура и механические свойства полимеров. М.: МИТХТ, 2006. 86 с.
4. Butorin D. Automated control system to monitor dielectric losses in polymers // MATEC Web of Conferences 2018. С. 02003.
5. Филиппенко Н.Г., Буторин Д.В., Лившиц А.В. Определение фазовых и релаксационных переходов в полимерных материалах // Автоматизация. Современные технологии. 2017. – Т. 71. – № 4. – С. 171-175.
6. Филиппенко Н.Г., Буторин Д.В., Лившиц А.В., Попов М.С., Гозбенко В.Е. Автоматизация измерения температуры полимерного материала при высокочастотном электротермическом нагреве // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2017. – № 1 (53). – С. 96-103.
7. Архиреев В.П. Старение и стабилизация полимеров. Казань: КГТУ, 2002. 88 с.
8. Буторин Д.В., Филиппенко Н.Г., Филатова С.Н., Лившиц А.В., Каргапольцев С.К. Разработка методики определения структурных превращений в полимерных материалах // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2015. № 4 (48). С. 80-86.
9. Shastin V.I., Kargapol'tcev S.K., Gozbenko V.E., Livshits A.V., Filippenko N.G. Results of the complex studies of microstructural, physical and mechanical properties of engineering materials using innovative method s// International Journal of Applied Engineering Research. 2017. Т. 12. № 24. С. 15269-15272.
10. Александров А.А. Прогнозирование остаточных напряжений возникающих при термообработке алюминиевых сплавов // Инженерный вестник Дона. – 2015 – № 4 (38). – с. 128.
11. Александров А.А., Лившиц А.В., Рудых А.В. Расчет термических остаточных напряжений в заготовках из алюминиевых сплавов // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. – 2016 - № 1(49). – с. 52-56.
12. Livshits A.V., Filippenko N.G., Homenko A.P., Kargapol'tsev S.K., Gozbenko V.E., Dambaev Z.G. Mathematical modelling of the processes of the high-frequency heating of thermoplastics and quality improvement of welded polymeric items // JP Journal of Heat and Mass Transfer. 2017. Т. 14. № 2. С. 219-226.
13. Александров А.А. Прогнозирование динамики охлаждения заготовок из алюминиевых сплавов при термообработке // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. – 2014 - №1(41). – с. 140-145.

14. Круглов С.П. Адаптивная система управления с двухэтапным идентификатором и неявной эталонной моделью. Патент РФ на изобретение № 2231819 С2; Заявл. 13.02.02.; Приоритет 13.02.02.; Оpubл. 27.06.04, Бюл. № 18.
15. Круглов С.П. Адаптивная автоматизация пилотирования самолетом на больших углах атаки на основе упрощенных условий адаптируемости. – Иркутск: Иркутский филиал Московского государственного университета гражданской авиации, 2012. – 248 с.
16. Круглов С.П., Ковыршин С.В., Ведерников И.Е. Адаптивное управление перемещением груза мостовым краном с идентификационным алгоритмом // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. – 2017. – Т.56, №4. – С.114-122. – DOI: 10.26731/1813-9108.2017.4(56).114-122.
17. Круглов С.П., Бронников А.М., Максимов И.С., Сегедин Р.А. Адаптивная система управления с идентификатором и неявной эталонной моделью. Патент РФ на изобретение № 2191419 С1; Заявл. 05.02.01.; Приоритет 05.02.01.; Оpubл. 20.10.02, Бюл. № 29.
18. Николаев Е.В., Кириллов В.Н., Ефимов В.А., Гращенков Д.В. Московский центр климатических испытаний ФГУП «ВИАМ» – региональный центр испытаний материалов в представительной зоне умеренного климата» // Сб. докладов IX науч. конф. по гидроавиации «Гидроавиасалон–2012». М. 2012. Ч. II. С. 202–208.

REFERENCES

1. Larchenko A. G. Avtomatizirovannoye ustroystvo dlya diagnostiki polimernykh izdeliy slozhnoy konfiguratsii vysokochastotnym izlucheniym. Kontrol'. Diagnostika.. 2016. No. 2. pp. 61-65.
2. Larchenko A.G. Avtomatizirovannoye vyyavleniye defektov v izdeliyakh iz poliamidnykh materialov metodom vysokochastotnogo izlucheniya. Sovremennyye tekhnologii. Sistemnyy analiz. Modelirovaniye. 2014. No. 1 (41). pp. 160-165.
3. Kuleznev V. N., Ushakova O. B. Structure and mechanical properties of polymers. Moscow: MITHT, 2006, 86 p.
4. Butorin D. Automated control system to monitor dielectric losses in polymers // MATEC Web of Conferences 2018. p. 02003.
5. Filippenko N.G., Butorin D.V., Livshits A.V. Opredeleniye fazovykh i relaksatsionnykh perekhodov v polimernykh materialakh // Avtomatizatsiya. Sovremennyye tekhnologii. 2017. – Т. 71. – № 4. – pp. 171-175.
6. Filippenko N.G., Butorin D.V., Livshits A.V., Popov M.S., Gozbenko V.Ye. Avtomatizatsiya izmereniya temperatury polimernogo materiala pri vysokochastotnom elektrotermicheskom nagreve // Sovremennyye tekhnologii. Sistemnyy analiz. Modelirovaniye. 2017. – № 1 (53). – pp. 96-103.
7. Arkhireev V. P. Aging and stabilization of polymers. Kazan: Kazan state technical University, 2002. 88 p.
8. Butorin D.V., Filippenko N.G., Filatova S.N., Livshic A.V., Kargapolcev S.K. Razrabotka metodiki opredeleniya strukturnih prevraschenii v polimernih materialah // Sovremennyye tekhnologii. Sistemnyy analiz. Modelirovaniye. 2015. – № 4 (48). – pp. 80-86
9. Shastin V.I., Kargapolcev S.K., Gozbenko V.E., Livshits A.V., Filippenko N.G. Results of the complex studies of microstructural, physical and mechanical properties of engineering materials using innovative methods // International Journal of Applied Engineering Research. 2017. Т. 12. № 24. pp. 15269-15272
10. Alexandrov A. A. prediction of residual stresses arising during heat treatment of aluminum alloys // Engineering Bulletin of the don. - 2015-No. 4 (38). – p. 128.
11. Alexandrov A. A., Livshits A.V., Rudykh A.V. Calculation of thermal residual stresses in billets of aluminum alloys // Modern technologies. System analysis. Modeling. - 2016-No. 1(49). pp. 52-56.
12. Livshits A.V., Filippenko N.G., Homenko A.P., Kargapolcev S.K., Gozbenko V.E., Dambaev Z.G. Mathematical modelling of the processes of the high-frequency heating of thermoplastics and

- quality improvement of welded polymeric items // JP Journal of Heat and Mass Transfer. 2017. T. 14. № 2. pp. 219-226.
13. Alexandrov A. A. Forecasting of dynamics of cooling of billets from aluminum alloys at heat treatment // Modern technologies. System analysis. Modeling. - 2014-No. 1(41). pp. 140-145.
14. Kruglov S.P. Adaptivnaya sistema upravleniya s dvukhetapnym identifikatorom i neyavnoy etalonnoy model'yu. Patent RF na izobreteniyе № 2231819 S2; Zayavl. 13.02.02.; Prioritet 13.02.02.; Opubl. 27.06.04, Byul. № 18.
15. Kruglov S.P. Adaptivnaya avtomatizatsiya pilotirovaniya samoletom na bol'shikh uglakh ataki na osnove uproshchennykh usloviy adaptiruyemosti. – Irkutsk: Irkutskiy filial Moskovskogo gosudarstvennogo universiteta grazhdanskoy aviatsii, 2012. – 248 p.
16. Kruglov S.P., Kovyrshin S.V., Vedernikov I.Ye. Adaptivnoye upravleniye peremeshcheniyem gruzа mostovym kranom s identifikatsionnym algoritmom // Sovremennyye tekhnologii. Sistemnyy analiz. Modelirovaniye. – 2017. – T.56, №4. – pp. 114-122. – DOI: 10.26731/1813-9108.2017.4(56).114-122.
17. Kruglov S.P., Bronnikov A.M., Maksimov I.S., Segedin R.A. Adaptivnaya sistema upravleniya s identifikatorom i neyavnoy etalonnoy model'yu. Patent RF na izobreteniyе № 2191419 S1; Zayavl. 05.02.01.; Prioritet 05.02.01.; Opubl. 20.10.02, Byul. № 29.
18. Nikolaev E. V., Kirillov V. N., Efimov V. A., Grashchenkov D. V. Moscow center for climate tests of FSUE "VIAM – regional center for testing materials in a representative zone of moderate climate" // Collection of reports of the IX scientific conference on hydroaviation "hydroaviasalon-2012". M. 2012. CH. II. pp. 202-208.

Информация об авторах

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

Грамаков Демид Сергеевич- аспирант кафедры «Автоматизация производственных процессов», Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: e-mail: mercurial3@mail.ru

Лившиц Александр Валерьевич – доктор технических наук, профессор, проректор по научной работе и информатизации, Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: livnet@list.ru

Филиппенко Николай Григорьевич – кандидат технических наук, доцент кафедры «Автоматизация производственных процессов», Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: ifpi@mail.ru

Authors

Farzaliiev Emil Fizuli-ogly-post-graduate student of the Department "automation of production processes", Irkutsk state University of railway transport, Irkutsk, e-mail: pro.porp2014@yandex.ru

Gramakov-Demid post-graduate student of the Department "automation of production processes", Irkutsk state University of railway transport, Irkutsk, e-mail: e-mail: mercurial3@mail.ru

Livshic Aleksandr Valerevich - doctor of technical Sciences, vice-rector for research, Irkutsk Irkutsk state University of railway transport, Irkutsk, e-mail: livnet@list.ru

Filippenko Nikolay Grigoryevich -candidate of technical Sciences, associate Professor of the Department "automation of production processes", Irkutsk state University of railway transport, Irkutsk, e-mail: ifpi@mail.ru

Для цитирования

Фарзалиев Э.Ф. Автоматизация технологических процессов ВЧ- сушки многокомпонентных полимерных и композиционных материалов [Электронный ресурс] / Э.Ф. Фарзалиев, Н.Г. Филиппенко, А.В., Лившиц, Д.С. Грамаков, // Молодая наука сибери: электрон. науч. журн. — 2020 — №3 (5). — Режим доступа: <http://mnv.ircups.ru/toma/35-2020>, свободный. — Загл. с экрана. — Яз. рус., англ. (дата обращения: 30.05.2020)

For citation

Farzaliev E. F. Automation of technological processes of RF drying of multicomponent polymer and composite materials [Electronic resource] / E. F. Farzaliev, N. G. Filippenko, A.V. Livshic D. S., Gramakov // Young science of Siberia: electron. scientific journal. — 2020 — №3 (5). — access Mode:<http://mnv.ircups.ru/toma/35-2020>, free. - Blank from the screen. — Yaz. Rus., eng. (date of reference: 30.05.2020).