

работ, постоянно совершенствуются, оставаясь гибкими в применении и постепенно вводя все новые способы.

### Список использованных источников

1. Рекомендации по организации движения и ограждения мест производства дорожных работ / [Электронный ресурс] // : [сайт]. — URL: <https://www.lenta-signalnaya.ru/stati/rekomendatsii-po-organizatsii-dvizheniya-i-ograzhdeniya-mest-proizvodstva-dorozhnykh-rabot/> (дата обращения: 01.11.2024);
2. ПРАВИЛА ПРИМЕНЕНИЯ ДОРОЖНЫХ ЗНАКОВ, РАЗМЕТКИ, СВЕТОФОРОВ, ДОРОЖНЫХ ОГРАЖДЕНИЙ И НАПРАВЛЯЮЩИХ УСТРОЙСТВ / [Электронный ресурс] // : [сайт]. — URL: <https://www.mos.ru/upload/documents/files/9432/GOSTR52289-2019.pdf> (дата обращения: 01.11.2024);
3. ASTRA Bridge / [Электронный ресурс] // : [сайт]. — URL: <https://www.astra.admin.ch/astra/de/home/themen/nationalstrassen/baustellen/wissenswertes/astra-bridge.html> (дата обращения: 01.11.2024).

УДК 678.742.046

**О.В. Стоянов<sup>1</sup>, С.А. Ефремов<sup>2</sup>, В.В. Бушков<sup>3</sup>, К.Б. Вернигоров<sup>4</sup>,  
С.Н. Русанова<sup>1</sup>, Ю.М. Казаков<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Казанский национальный исследовательский технологический университет»  
Казань, Россия

<sup>2</sup>Казахский НУ им. аль-Фараби  
Алматы, Казахстан

<sup>3</sup>ООО «Сибур»

<sup>4</sup>ООО «Сибур ПолиЛаб»  
Москва, Россия

### **МОДИФИКАЦИЯ ПОЛИОЛЕФИНОВ КОМПЛЕКСНЫМИ НАПОЛНИТЕЛЯМИ НА ОСНОВЕ ПРИРОДНОГО И ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ**

*Аннотация.* Исследовано влияние концентрации комплексных природных наполнителей на деформационно-прочностные и адгезионные характеристики различных сополимеров этилена с винилацетатом, а также на изменение деформационно-прочностных характеристик полиэтилена высокого давления в процессе его термостарения.

**O.V. Stoyanov<sup>1</sup>, S.A. Efremov<sup>2</sup>, V.V. Bushkov<sup>3</sup>, K.B. Vernigorov<sup>4</sup>,  
S.N. Rusanova<sup>1</sup>, Yu. M. Kazakov<sup>1</sup>**

Kazan National Research Technological University  
Kazan, Russia

University passport al-Farabi Kazakh National University  
Almaty, Kazakhstan

SIBUR LLC  
SIBUR PolyLab LLC  
Moscow, Russia

## **MODIFICATION OF POLYOLEFINS WITH COMPLEX FILLERS BASED ON NATURAL AND SECONDARY RAW MATERIALS**

***Abstract.** The effect of the concentration of complex natural fillers on the deformation-strength and adhesion characteristics of various ethylene copolymers with vinyl acetate, as well as on the change in the deformation-strength characteristics of high-pressure polyethylene during its thermal aging, has been studied.*

Полимерные композиционные материалы благодаря использованию в их составе различных по химической природе, физическим свойствам, форме и размерам наполнителей, отличаются широким разнообразием свойств. Ассортимент дисперсных наполнителей, применяемых для термопластов, весьма широк. Это природные силикаты, алюмосиликаты и карбонаты, двуокись кремния, оксиды и гидроксиды металлов, древесная мука, технический углерод. В настоящее время к ним добавились различные нанополнители как природного происхождения (например наноглины), так и синтетические (различные нанотрубки). Все это обусловило возможность в широких пределах варьировать свойства материалов и, соответственно, области их применения.

В последние годы в литературе появилась информация о новых наполнителях природного происхождения, получаемых из отходов растениеводства и горнодобывающей промышленности. Данные наполнители представляют несомненный интерес, поскольку являются комплексными дисперсными системами, в состав которых входят углерод, двуокись кремния и некоторые оксиды других элементов. Этими наполнителями являются: углерод-кремнистый композит (УКК) - смесь рисовой шелухи и соломы, подвергнутая карбонизации при температурах 550-600°C, углерод-минеральный наполнитель (УМН) – механоактивированные отходы добычи углистых сланцев. Поэтому, данные наполнители позволяют не только решать экологические задачи, но и расширить ассортимент недорогих компонентов для полимерных материалов. Следует отметить, что некоторые зарубежные

исследователи выявили эффект синергизма при совместном использовании технического углерода и диоксида кремния в различных резинах [1-3]. С этой точки зрения, комплексные природные наполнители, благодаря своему сложному составу, представляют несомненный интерес при разработке композиционных материалов.

Нами было исследовано влияние комплексных природных наполнителей на деформационно-прочностные и адгезионные характеристики различных марок отечественных сополимеров этилена с винилацетатом (СЭВА), содержащих разное количество сложноэфирных звеньев, а также на изменение деформационно-прочностных характеристик полиэтилена высокого давления (ПЭВД) в процессе его термостарения.

Было установлено, что для всех исследованных наполненных полимеров, независимо от типа и количества использованного наполнителя, наблюдается незначительное монотонное увеличение разрушающего напряжения и снижение предела текучести. При этом при введении УМН до 10-15 % мас. наблюдается сохранение относительного удлинения при разрыве на достаточно высоком уровне, мало отличающемся от значений ненаполненного исходного полимера. Это позволило предположить, что использование УМН окажет благоприятное действие на адгезию наполненных СЭВА к стали. Что подтвердили проведенные испытания. При этом сравнение УМН с традиционным адгезионноактивным наполнителем тальком, показало, что УМН обеспечивает более высокие значения адгезионной прочности.

Использование же УКК для адгезионных композиций нецелесообразно, поскольку его введение в исследованные полиолефины приводит к снижению прочности адгезионного контакта «наполненная композиция – сталь» в 1,3- 1,5 раза.

Проведенные исследования влияния комплексных наполнителей на процессы термостарения ПЭВД, показали, что использование УКК и УМН в полиэтиленовых композициях оказывает положительное влияние на сохранение деформационно-прочностных свойств материала. А их использование в совместно со стандартным антиоксидантом Ирганокс 1010 позволяет сохранить прочностные показатели ПЭВД, подвергнутого термостарению, практически на уровне показателей несостаренного материала.

#### **Список использованных источников**

1. Xiong, X. Synergistic Effect of Carbon Black and Carbon–Silica Dual Phase Filler in Natural Rubber Matrix/ X. Xiong, J. Wang, H. Jia, L. Ding,

- X. Dai, X. Fei // Polymer Composites. - 2014.- V. 35 - № 8. - P. 1466–1472.
2. Sattayanurak, S. Synergistic effect by high specific surface area carbon black as secondary filler in silica reinforced natural rubber tire tread compounds/ S. Sattayanurak, K. Sahakaro, W. Kaewsakul, W. K. Dierkes, L.A.E.M. Reuvekamp, A. Blume, J.W.M. Noordermeer // Polymer Testing – 2020-V.21 – APP. 106173
  3. Velga, V.D. Tire tread compounds with reduced rolling resistance and improved wet grip / V.D.Velga, T.M. Rossignol, J. da S. Crespo, L.N. Carli //Journal of Applied Polymer Science. - 2017. - V.134- № 3 – APP. 45334.

УДК 681.5

**Д.Д. Сувханов**

Институт Телекоммуникаций и Информатики Туркменистана  
Ашхабад, Туркменистан

## **РАЗРАБОТКА МЕТОДА АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМОЙ «УМНЫЙ ДОМ» НА ОСНОВЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА ESP32 И ПРОТОКОЛА MQTT**

*Аннотация.* В докладе рассматривается разработка метода автоматического управления для умного дома на основе микроконтроллера ESP32 и протокола MQTT. Описываются ключевые аспекты реализации, включая настройку микроконтроллера, интеграцию различных устройств умного дома и использование MQTT для обмена данными между компонентами.

**D.D. Suvhanov**

Institute of Telecommunications and Informatics of Turkmenistan  
Ashgabat, Turkmenistan

## **METHOD OF AUTOMATIC CONTROL OF THE SMART HOME SYSTEM BASED ON ESP32 MICROCONTROLLER AND MQTT PROTOCOL**

*Abstract.* The report discusses the development of an automatic control system for a smart home based on the ESP32 microcontroller and the MQTT protocol. Key aspects of the implementation are described, including configuring the microcontroller, integrating various smart home devices, and using MQTT to communicate between components.