mgr inż. Anna Bryśkiewicz

Elastyczne pianki poliuretanowe i ich kompozyty otrzymywane z zastosowaniem dodatków obniżających palność

Streszczenie

Tematyka ograniczania palności elastycznych pianek poliuretanowych, jest istotnym zagadnieniem, z uwagi na powszechne wykorzystywanie tych materiałów w życiu codziennym. Otwartokomórkowa struktura o wysokiej porowatości sprawia, że materiały te cechują się niezwykle wysoką łatwopalnością. Od wielu lat podejmowane są próby ograniczenia palności pianek poliuretanowych w taki sposób, by materiały te stały się bezpieczniejsze w użytkowaniu zarówno dla człowieka, jak również dla środowiska. Na mocy różnego rodzaju dyrektyw i przepisów takich jak np. Protokół Montrealski, dotychczas stosowane halogenowe związki ograniczające palność, postanowiono zastąpić odpowiednikami bezhalogenowymi. Obecnie istnieje wiele środków mogących obniżać palność materiałów polimerowych. Do tej pory nie udało się jednak stworzyć kompozycji pozwalającej na efektywne ograniczenie palności elastycznej pianki poliuretanowej, z jednoczesnym zachowaniem pożądanych parametrów fizykomechanicznych tego materiału i będącej jednocześnie przyjazną dla środowiska. Tematyka badawcza podjęta w niniejszej rozprawie doktorskiej jest ściśle związana z ochroną zdrowia i życia ludzi, lecz także z rosnącymi potrzebami z zakresu ochrony środowiska naturalnego, zaś zastosowanie w niniejszej pracy dodatków pochodzenia roślinnego doskonale wpisuje się w aktualne trendy tzw. „zielonej chemii".

W ramach realizacji pracy, przeprowadzono szereg badań, których celem było opracowanie składu oraz dobór metody wytwarzania elastycznych pianek poliuretanowych z zastosowaniem dodatków obniżających palność, a także ocena wpływu tych dodatków na strukturę i właściwości wytworzonych materiałów. Wnikliwa analiza literaturowa pozwoliła wytypować dodatki, z wykorzystaniem których wytworzono materiały do analizy. Do badań wykorzystano związki fosforowe, azotowe, wodorotlenki, związki boru, grafit ekspandujący, nanorurki węglowe, nanokrzemionkę oraz dodatki pochodzenia roślinnego (włókna drzewne i odpady z przemysłu rolno-spożywczego – łupiny orzecha laskowego i włoskiego). Badania podzielone zostały na dwie zasadnicze części. Pierwsza część obejmowała syntezę pianek z poszczególnymi dodatkami wytypowanymi do analizy, a następnie przeprowadzenie szeregu

badań ich struktury i właściwości (SEM, FTIR, TGA, DMA, badania fizykomechaniczne, badania palności), by ocenić wpływ tych dodatków na właściwości pianki. Na tej podstawie wytypowano szereg dodatków do dalszych badań. W drugiej części pracy badawczej wytworzono pianki, zawierające układy składające się z kilku dodatków, wytypowanych w pierwszej części pracy. Następnie przeprowadzono szereg badań pianek z zaproponowanymi układami, by ocenić ich efektywność w ograniczaniu palności oraz ich wpływ na inne właściwości elastycznych pianek poliuretanowych.

Cel pracy został zrealizowany poprzez szczegółową analizę wpływu zastosowanych dodatków na właściwości elastycznej pianki poliuretanowej. W pracy dowiedziono, że zastosowanie wieloskładnikowych systemów dodatków o różnych mechanizmach działania, pozwala efektywnie ograniczyć palność pianki poliuretanowej, ocenianą na podstawie co najmniej dwóch różnych badań palności. Dowiedziono również, że zastosowanie dodatków pochodzenia roślinnego w wieloskładnikowych systemach pozwala uzyskać piankę o ograniczonej palności, przy zachowaniu korzystniejszych właściwości fizykomechanicznych, w porównaniu z układami zwierającymi jedynie konwencjonalne środki ograniczające palność.

Słowa kluczowe: elastyczne pianki poliuretanowe, palność, stabilność termiczna, antypireny, napełniacze naturalne, „zielona chemia”

Anna Bryśkiewicz, M.Sc

Flexible polyurethane foams and their composites obtained with flame retardant additives

Abstract

The issue of reducing the flammability of flexible polyurethane foams is an significant concern due to the widespread use of these materials in everyday life. The open-cell structure with high porosity makes these materials extremely flammable. For many years, attempts have been made to limit the flammability of polyurethane foams in such a way that these materials become safer to use, both for humans and the environment. Due to various directives and regulations, such as the Montreal Protocol, it was decided to replace the previously used halogen flame retardants with halogen-free equivalents. Currently, numerous agents can reduce the flammability of polymeric materials. However, until now it has not been possible to create a composition, that would effectively limit the flammability of flexible polyurethane foam, while maintaining the desired physicomechanical parameters of this material and being environmentally friendly. The research topic covered in this doctoral dissertation is closely related to the protection of human health and life, but also to the growing needs in the field of environmental protection, and the use of plant-derived additives in this work fits perfectly into the current trends of "green chemistry".

As part of the work, a comprehensive tests were conducted, to develop the composition and select the method of producing flexible polyurethane foams using flame retardant additives, as well as assessing the impact of these additives on the structure and properties of the produced materials. A thorough literature analysis allowed to select additives used to prepare the materials for analysis. It was decided to use phosphorus and nitrogen compounds, hydroxides, boron compounds, expandable graphite, carbon nanotubes, nanosilica and additives of plant origin (wood fibers and waste from the agri-food industry - hazelnut and walnut shells). The research was divided into two main parts. The first part included the synthesis of foams with individual additives selected for analysis, and then conducting a series of tests of the structure and the properties of achieved foams (SEM, FTIR, TGA, DMA, physicomechanical tests, flammability tests) to assess the impact of these additives on the properties of the foam. On this basis, a number of additives were selected for further research. In the second part of the research work, foams were produced containing systems consisting of several additives, selected in the first part of the work. Then, the properties of the foams with the proposed systems were

characterized to assess their effectiveness in reducing flammability and their impact on other properties of flexible polyurethane foams.

The research objective was achieved by conducting an in-depth analysis of the effects of various additives on the properties of flexible polyurethane foam. The work proves that the use of multi-component additive systems with different mechanisms of action, allows to reduce the flammability of polyurethane foam effectively, assessed based on at least two different flammability tests. It has also been proven that the use of additives of plant origin in multi-component systems allows to obtain foam with decreased flammability, while maintaining more favorable physicomechanical properties, compared to systems containing only conventional flame retardants.

Keywords: flexible polyurethane foam, flammability, thermal stability, flame retardants, natural fillers, green chemistry