

Vulkanisation von ultraschalldevulkanisierten SBR-Elastomeren

V. Yu. Levin, S. H. Kim und A. I. Isayev *

Mit Hilfe von Ultraschallwellen hoher Intensität devulkanisierte schwefelvernetzte SBR-Elastomere wurden unter gleichen Bedingungen wie SBR-Frischkautschuks revulkanisiert. Vernetzungsdichte und Gelanteil der Frischkautschukvulkanisate, der devulkanisierten und der revulkanisierten Elastomere wurden bestimmt. Das Vulkanisationsverhalten einer Reihe von Modellmischungen auf Basis von SBR-Frischkautschuk und des devulkanisierten SBR wurde untersucht.

Sulfur cured SBR elastomers, devulcanised by high power ultrasonic irradiation, were revulcanised by using the same curing conditions as for virgin SBR. Crosslink density and gel fraction of virgin, devulcanised and revulcanised elastomers were measured. Curing behavior of some model compounds based on virgin and devulcanised SBR was investigated.

1. Einleitung

Eines der ersten Verfahren zur Regenerierung von Gummi wurde 1858 entwickelt [1]. Bei diesem Verfahren wurde das gemahlene Vulkanisat 48 Stunden lang einem Dampfdruck ausgesetzt. Heute wird Silikongummi in nahezu der gleichen Weise zu Regenerat verarbeitet, wogegen für Erzeugnisse aus den meisten anderen Synthesekautschuken kompliziertere Verfahren erforderlich sind. Während dieser Zeit hat sich die Qualität von Gummiregenerat verbessert, die Palette der regenerierten Gummisorten ist erweitert worden und neue Verfahren zur Regeneratherstellung wurden entwickelt. Jedoch wächst die Gummiproduktion stärker als die Wiederaufbereitung von Gummiabfällen.

Die Hauptgründe für geringe Verwendung von Regeneraten sind [2]: strengere Anforderungen an die Qualität von Gummierzeugnissen, und damit auch an die Qualität von Gummiregenerat; der Ersatz von Rohkautschuk durch andere Werkstoffe, in einigen Fällen beispielsweise durch Thermoplaste und TPEs; steigende Kosten bei der Regeneratherstellung aus Altreifen wegen des Stahlkords in Reifen und der strengeren Umweltschutzgesetzgebung; ein verhältnismäßig hoher Arbeitsaufwand bei der Regeneratherstellung; und als Ergebnis aus all diesem der hohe Preis des Gummiregenerates. In den letzten Jahren ist aufgrund der dramatischen Zunahme von Elastomerabfällen zu einem bedeutenden Umweltproblem und deren Recycling zu sehr interessant für Forschung und Industrie geworden. Einer der Hauptwege zum Recyclieren von Gummi ist das Regenerieren oder die sogenannte Devulkanisation, die die Spaltung der Bindungen des chemischen Netzwerkes bewirkt [3]. Dieser Lösungsweg beinhaltet chemische [4], mechanische [5], thermomechanische [6], kryomechanische [7] und Mikrowellenverfahren [8]. Keines der eben erwähnten Verfahren überwiegt in Hinsicht auf die Devulkanisation von Elastomeren. Ein jedes Verfahren besitzt bestimmte Nachteile hinsichtlich Produktqualität, Behandlungsdauer und Produktionskosten.

Das Frische Verfahren des Elastomer-Recycling, nämlich die Devulkanisation von Elastomeren mittels Ultraschallbehandlung [9] wird gegenwärtig als eines der vielversprechendsten Recycling-Verfahren angesehen.

Kürzlich vorgenommene Versuche unter Einsatz von Ultraschall [9–11] wurden an mehreren Gummisorten durchgeführt, und zwar auf Basis von Nitrilkautschuk, aus Fluorelastomeren, aus peroxidvernetztem Ethylen-Vinylacetat-Copolymer und an gemahlenem Gummi von Altreifen, die überwiegend aus Styrol-Butadien-Kautschuk (SBR) und Naturkautschuk hergestellt waren. Diese Versuche bewiesen, daß ein kontinuierliches Devulkanisationsverfahren oder Verfahren zur Zerstörung der Querbindungen möglich ist. Insbesondere ist bei der Studie nachgewiesen worden [11], daß ein dreidimensionales Netzwerk innerhalb einer Zeitspanne von Sekunden oder weniger zerstört werden kann. Ein höchst erwünschtes Ergebnis ist, daß der ultraschallbehandelte Gummi walzbar und formbar wird; so daß das Material wiederverarbeitet, verformt und erneut vulkanisiert werden kann, so wie Mischungen aus Frischkautschuk.

Es existiert eine große Anzahl von Untersuchungen, die dem Verständnis des Mechanismus der Vulkanisationsprozesse der verschiedenen Elastomere gewidmet ist [12–15]. Es gibt jedoch praktisch keine Studien, die sich mit der erneuten Vulkanisation, (d. h. der 'Revulkanisation') von devulkanisierten Elastomeren beschäftigen trotz der wirtschaftlichen Bedeutung. Nachfolgend soll nun über Studien zur Vulkanisation von ultraschalldevulkanisierten SBR-Elastomeren berichtet werden ebenfalls soll ein möglicher Mechanismus der Revulkanisation diskutiert werden.

2. Experimentelles

Zwei Vulkanisate wurden aus SBR (Dura-dene 706/Firestone) hergestellt. Die Rezepturen enthielten 2 phr Schwefel und 1,3 phr (Mischung 1) bzw. 0,4 phr (Mischung 2) N-Cyclohexylbenzothiazol-2-

* Alle Universität Akron, Bereich Polymer Engineering, Akron, Ohio 44325-0301
Korrespondenzautor: A.I. Isayev
Erstveröffentlichung:
RC+T 70 (1997), 120