

Recycling van elastomeren: ontwikkelingslijnen aan de Universiteit Twente

Een korte samenvatting van wat de UT in het verleden heeft gedaan en tegenwoordig allemaal doet op het gebied van recycling/devulkanisatie van rubber. Over EPDM-dakbedekkingen, NR-handschoenen, autobanden, vrachtwagenbanden, en over modelstudies voor SBR, NR, BR, CIIR. Projecten worden altijd in nauwe samenwerking met bedrijven gedaan, die de nieuwe producten en technologieën toepassen in hun eigen productielijnen.

De leerstoel 'Elastomer Technology and Engineering' (ETE) aan de Universiteit Twente doet sinds de oprichting, 20 jaar geleden, onderzoek naar en ontwikkeling van devulkanisatieprocessen voor verschillende types elastomeren. De groep van Em. Prof. Jacques Noordermeer, Dr. Wilma Dierkes en de huidige voorzitter van de leerstoel, Prof. Anke Blume, heeft verschillende projecten op dit gebied doorgevoerd; het onderwerp blijft een van de speerpunten van de groep, ook in de toekomst.

Dit vanwege de noodzaak om schaarser wordende grondstoffen te hergebruiken, de hoeveelheid afval te verminderen en om het energieverbruik voor het produceren van nieuwe rubberproducten te reduceren. En zeker ook, omdat de interesse van met name bandenproducenten - veruit de grootste rubberverbruikers - voor recycling en hergebruik toeneemt. Maar ook kleinere rubberverwerkende bedrijven kunnen in samenwerking met ETE-oplossingen ontwikkelen voor hun productie- en post-consumer afval, en zo een afvalprobleem oplossen en grondstoffen besparen. Daarnaast wordt ook verder gekeken en kan een geschikt gerecycled rubbermateriaal ontwikkeld worden op basis van grondstoffen uit de markt, en kunnen applicatiestudies voor verschillende producten gedaan worden. Deze projecten worden altijd in nauwe samenwerking met bedrijven gedaan, die de nieuwe producten en technologieën gaan toepassen in hun eigen productielijn.

Focus op devulkanisatie

De onderzoeksprojecten en ontwikkeltrajecten van [ETE](#) zijn met name gefocust op 'devulkanisatie': dit is een methode voor het verbreken van het zwavel-netwerk, waarbij de elastomeer-ketens intact en de eigenschappen zo goed mogelijk behouden blijven - in het ideale geval. In de praktijk betekent dit, dat de balans van verbreken van zwavelbruggen ten opzichte van polymeerketenbreuk zoveel mogelijk naar de eerste verschoven wordt. Er zijn in de literatuur en octrooien vele processen beschreven onder de noemer 'devulkanisatie', maar bij nadere analyse van de gebruikte procesomstandigheden wordt duidelijk, dat de elastomeren bij de genoemde procesomstandigheden – hoge temperaturen en afschuifkrachten, lange proces tijden – toch worden afgebroken. ETE heeft voor verschillende elastomeren devulkanisatie-processen ontwikkeld en ook aangetoond, dat devulkanisatie inderdaad in de richting van gericht verbreken van zwavelbruggen kan worden afgestemd.

Analytische methode

Hoe wordt aangetoond of de polymeer-ketens of zwavelbruggen worden gebroken in de processen? Daarvoor is binnen de werkeenheden een analytische methode ontwikkeld: gemeten wordt het oplosbare polymeer-deel na devulkanisatie, het deel dat is losgeweekt van het rubberen netwerk, versus de teruggang in de overall netwerkdichtheid van het resterende materiaal. Deze twee parameters samen geven aan, op welke manier het rubbernetwerk afgebroken is.

Eerste project met soort modelrubber

Het eerste project van ETE had als doel, het mechanisme te ontrafelen van devulkanisatie van

ethyleen-propyleen-dieën rubber (EPDM), butadiene rubber (BR) en natuurrubber (NR).¹ Deze studie is gedaan met behulp van model-verbindingen: geen volwaardig rubber-mengsel, maar een rubbermateriaal bestaand uit elastomeer en vulkanisatiesysteem. Zo'n soort modelrubber is op moleculaire schaal gemakkelijker te analyseren dan een rubbercompound bestaande uit 10-12 componenten.

EPDM dakbedekkingen

Vervolgens is een devulkanisatie-proces ontwikkeld op kleine schaal, uitgaande van echte rubberproducten: dakfolie en afdichtingsprofielen van EPDM. Er is gekeken naar de invloed van het soort zwavelnetwerk op de effectiviteit van het devulkanisatie-proces. Daarnaast is een continu extruderproces ontwikkeld voor de devulkanisatie van dakfolie. In een applicatiestudie bleek, dat meer dan 50% gedevulkaniseerd EPDM rubber hergebruikt kan worden in nieuwe dakfolie. Dit project is een voorbeeld van de nauwe samenwerking van ETE met industriële partners: het proces is ontwikkeld in samenwerking met een producent van dakfolie en wordt inmiddels wereldwijd toegepast bij diverse dakfolieproducenten, om productiefafval te hergebruiken.^{2,3}

Productiefafval van natuurrubber producten

Een ander project spitste zich toe op productiefafval van natuurrubbers (NR) latexproducten zoals handschoenen. Natuurrubber is een elastomeer, dat gemakkelijk opnieuw plastisch gemaakt kan worden, omdat het bijna altijd een product met goede eigenschappen oplevert. In dit project is een devulkanisatie-proces ontwikkeld en een toepassingsstudie gedaan in vrachtwagenbanden bij Apollo (toen nog niet de eigenaar van Vredestein).⁴ Dit is een voorbeeld van een hoogwaardig productiefafval-materiaal, dat op maat gerecycled wordt en waarvoor ook het hergebruik voor een andere toepassing ontwikkeld is.

Devulkanisatie van SBR

Momenteel is [ETE](#) bezig met het kraken van een harde noot: devulkanisatie van styreen-butadiëen rubber (SBR), hoofdbestanddeel van personenwagenbanden. Aan de ene kant is dit een grote uitdaging, omdat SBR de sterke neiging heeft te recombineren wanneer de zwavelbruggen verbroken zijn, hetgeen tot een hogere netwerkdichtheid ná devulkanisatie kan leiden vergeleken met de initiële netwerkdichtheid. Bovendien leidt de recombinitie tot een andere moleculaire structuur van het netwerk, met als gevolg inferieure eigenschappen.⁵ Het is echter zeer de moeite waard om ook dit elastomeer in de vingers te krijgen: we 'produceren' enorme hoeveelheden afgedankte banden, en met name voor gerecycled autobandenrubber zijn de mogelijkheden voor hergebruik tot nog toe zeer beperkt.

Naast een optimalisatie van het devulkanisatieproces voor de polymeren in autobanden – SBR, butadiëen rubber (BR), NR en butyl rubber (IIR) – is er ook gekeken naar de invloed van versterkende vulstoffen op de effectiviteit van het devulkanisatie-proces. Hieruit bleek, dat met name silica problemen geeft bij devulkanisatie.

Meer informatie: Wilma Dierkes, w.k.dierkes@utwente.nl

Proefschriften op gebied van devulkanisatie van de 'Elastomer Technology and Engineering' groep:

¹ Devulcanization of EPDM rubber, Miriam Verbruggen, 2007

² Recycling of vulcanized EPDM rubber, Kuno Dijkhuis, 2008

³ Development of a continuous process for EPDM devulcanization in an extruder, Poppy Sutanto, 2006

⁴ Devulcanization of NR based latex products for tyre applications, Vipin Rajan, 2005

⁵ Post-consumer tires back into new tires, Siti Saiwari, 2013