

RECEPTURÁLIS FELADATOK

ESETFELVETÉS – MUNKAHELYZET

Egy megrendelő azzal a kéréssel fordul a beszállítója felé, hogy az eddig szállított "C" minőségű keverék helyett, egy jobb kopásállósággal rendelkező keveréket is szeretne vásárolni. A keveréktől elvárt többi tulajdonság azonos a "C" minőségű keverék tulajdonságaival.

SZAKMAI INFORMÁCIÓTARTALOM

Egy adott termék előállításához szükséges receptura kidolgozásánál többféle szempontot kell figyelembe venni. Ezek az alábbiak:

- A termékkel szemben támasztott követelmények (a vulkanizátumra vonatkozó tulajdonságok)
- Feldolgozhatóság, (a nyerskeverékre vonatkozó tulajdonságok)
- Az ár
- A rendelkezésre álló idő, amely alatt a recepturát ki kell dolgozni

Egy adott célra kidolgozandó gumikeverék kialakításánál először mindig a követelményeket kell tisztázni. A követelmények tisztázása magába foglalja, nem csak a vulkanizált anyag tulajdonságait, hanem a keverék feldolgozhatóságára vonatkozó nyerskeverék tulajdonságait is. Ezután választjuk ki azokat a keverékkomponenseket, amelyekkel, a legnagyobb valószínűséggel teljesíthetők a már meghatározott minőségi követelmények, figyelembe véve az Európai Parlament és az Európai Tanács által jóváhagyott 1907/2006/EK rendeletben (REACH), és a hozzátartozó mellékletekben található tiltásokat és korlátozásokat. REACH (Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals) a vegyi anyagok regisztrálásáról, értékeléséről, engedélyezéséről, és korlátozásáról szóló rendelet. Ezt követi a keverék komponensek arányának meghatározása, amely a követelményrendszer legjobb kielégítését biztosítja.

1. Keverékek alkotó elemeinek kiválasztása

A keverékek az alábbi alkotóelemekből épülnek fel:

- Kaucsukok
- Vulkanizáló rendszerek (vulkanizáló-szerek, gyorsítók, aktivátorok, késleltetők)

- Öregedésgátlók
- Töltőanyagok
- Lágyítók
- Speciális adalékanyagok (pl. égésgátlók, tapadásfokozók, feldolgozást elősegítő anyagok, stb.)
- Egyéb anyagok

Kaucsukok: A keverék tulajdonságait alapvetően az alkalmazott kaucsuk határozza meg (mechanikai, hőállósági, közegállósági, feldolgozhatósági tulajdonságok, stb.). A kaucsukok tulajdonságait rangsoroló és összehasonlító táblázatok, segítséget nyújtanak a megfelelő kaucsuk kiválasztásához. ¹

Vulkanizáló rendszer helyes megválasztása döntő fontosságú a kaucsukokban rejlő tulajdonságok maximális kihasználására. Nem szabad azonban szem elől téveszteni, hogy az anyagnak a vulkanizált tulajdonságok mellett megfelelő feldolgozhatósági tulajdonsággal is rendelkeznie kell. Mit ér az olyan keverék, amely kiváló tulajdonsággal rendelkezik, de nem feldolgozható? Tehát a vulkanizáló rendszer beállításánál meg kell találni azt az optimális összetételt, amelynél az vulkanizátum teljesíti az elvárt tulajdonságokat és a keverék beégési ideje megfelel a feldolgozáshoz szükséges értékkel (hosszú beégési idő pl. Mooney szkorcs 150°C-on mérve >4,5 perc), a vulkanizálás sebessége pedig kellően nagy (rövid vulkanizálási idő pl. 155°C-on $t_{90} = 10$ perc).

A gumiiparban a legrégebben használt és a legelterjedtebb a kénes vulkanizáló rendszer. Ma már a kénes vulkanizáló rendszerek közül döntően csak gyorsított kénes térhálósító rendszert használnak, amely ként (térhálósító-szer), szerves gyorsítókat és ZnO/sztearinsav aktivátort tartalmaz. Az alkalmazott kén mennyisége és a kén/gyorsító arány döntően meghatározza a kialakuló térháló típusát (mono-, di- és polyszulfid-kötések arányát), és ezen keresztül hatással van a gumi tulajdonságára. A kénes térhálósító rendszer az általános rendeltetésű (NR, IR, SBR és BR), valamint a legtöbb fő- vagy oldalláncban kettőskötést tartalmazó speciális rendeltetésű kaucsuk térhálósítására alkalmas.

A gyorsított kénes térhálósító rendszeren belül megkülönböztetjük a hagyományos, a félhatásos és a hatásos rendszereket. A megkülönböztetés alapja az alkalmazott kén és gyorsító mennyisége. Ezt szemlélteti a következő táblázat.

1. táblázat Kén – gyorsító arány a gyorsított kénes térhálósító rendszereknél ²

Térhálósító rendszer típusa	Kén mennyisége [tr]	Gyorsító mennyisége [tr]
Hagyományos	2,5 – 5,0	0,5 – 1,0
Félhatásos	1,0 – 2,0	1,0 – 1,5
Hatásos	0 – 0,5	2,0 – 3,0

tr= 100 kaucsukra vonatkoztatott mennyiség (tömegrész)

¹ Bartha Zoltán, Gumiipari Kézikönyv, Taurus – OMIK, 1998. pp. 162–163.

² Bartha Zoltán, Gumiipari Kézikönyv, Taurus – OMIK, 1998. pp. 414.

Az elmúlt évtizedekben, elsősorban az egyre növekvő hőállósági követelmények kielégítésének az igénye miatt, a peroxidos térhálósító rendszer egyre nagyobb tért hódít. A peroxidos térhálósító rendszert, szerves peroxid és a koágens alkotja. Koágenseknek nevezzük azokat a többfunkciós vegyületeket, amelyek a vulkanizálás során a polimer gyökökkel reakcióba lépve beépülnek a térhálóba. A peroxidos térhálósítás során a polimer láncok között C–C kötések jönnek létre. A C–C kötések lényegesen stabilabbak, mint a C–S kötések. Ez a magyarázata a peroxiddal vulkanizált gumik kiváló hőállóságának és alacsony maradé deformációjának.

Bár peroxiddal szinte mindegyik elasztomer térhálósítható, a gyakorlatban döntően akkor használják, ha a kaucsuk nem tartalmaz kénnel reagáló kettős kötésekkel. Itt szükséges megjegyezni, hogy az FPM (Fluorkaucsuk) kaucsukok közül csak az "F" típusúak vulkanizálhatók peroxiddal.

Tekintettel arra, hogy a peroxidos vulkanizálás során szabad gyökök keletkeznek, ügyelni kell, hogy a keveréket alkotó többi komponens ne fogyassza el a képződött szabad gyököket, azaz ne csökkentsék a térháló sűrűségét. Ezért célszerű kerülni az öregedésgátlók használatát, mivel azok gyökfogók. Kis mennyiségben (0,5 – 1,0 tr) alkalmazható öregedésgátlók: pl. a hidrokinolinok, imidazol származékok. A savas karakterű töltőanyagok megkötik a peroxidot ezért szintén célszerű kerülni a használatukat. A mennyiben mégis szükséges az alkalmazásuk, akkor hatásuk jelentősen csökkenthető poliglikolok, vagy szilán alkalmazásával. A peroxidos térhálósító rendszert tartalmazó keverékek gyártásánál és feldolgozásánál külön gondot kell fordítani a berendezések tisztaságára.

Az előzőekben ismertetett térhálósító rendszerek mellett ismerünk még fémoxid -főleg a CR (Polikloropén kaucsuk) alapú keverékek miatt van jelentősége-, gyantás (IIR és CSM kaucsukoknál alkalmazzák), diaminos (FPM és ACM kaucsukoknál alkalmazzák) és biszfenolos (FPM) rendszert.

A legelterjedtebb vulkanizáló rendszereket foglalja össze az alábbi táblázat.

2. táblázat. Legáltalánosabban használt térhálósító-rendszerek

Térhálósító rendszer	Kénes	Gyorsított kénes			Peroxidos	Fémoxid
		hagyományos	félhatásos	hatásos		
Vulkanizáló szer	kén	kén	kén	kén / kéndonor	peroxid	ZnO/kén
Aktivátor						
fémoxid	ZnO	ZnO	ZnO	ZnO	ZnO/MgO	MgO
zsírsav		Sztearinsav				
Gyorsító		+	+	+		+
Koágens					+	
Jellemző kötés	poliszulfid	poliszulfid 80% diszulfid 20%	poliszulfid 70% diszulfid	poliszulfid 10% diszulfid 50% monoszulfid 40%	szén – szén	szén–kén

			30%		
Fő alkalmazás	dién kaucsukok	dién kaucsukok	dién kaucsukok + EPDM	EPM, EPDM, HNBR	CR, CM

Öregedésgátlók, a gumi raktározása és / vagy felhasználás közben bekövetkező kedvezőtlen folyamatokat (öregedést) lassító anyagok. A legfontosabb öregedésgátlók hatását a 3. számú táblázat foglalja össze. A táblázat nem tartalmazza azokat az anyagokat, amelyek használatát – munkaegészségügyi szempontból – betiltották.

3. táblázat: Öregedésgátlók védő hatása a gumi tulajdonságaira³

Öregedésgátló	Hőállóság	Fáradásállóság	Statikus ózonállóság	Gumiméreg	Elszíneződés
Hidrokinolin TMQ	1 - 2	4 - 5	5	3 - 4	2
Difenil-amin ODPA	2	3 - 4	6	3	1 - 2
p-Fenilén-diaminok					
6PPD	2 - 3	1 - 2	2	2	6
DPPD	2	2	3	2	5
Fenolok					
DHT	4 - 5	6	6	4 - 5	0
BPH	3	6	6	3	1
Imidazolok	4	3	6	6	0

Védő hatás: 1= legerősebb, 6= leggyengébb; Elszíneződés: 0= nincs, 6= erősen elszínez

Mint az a fenti táblázatból kitűnik, egy fajta öregedésgátló csak egy – két behatás ellen véd, ezért érdemes az öregedésgátlókat kombinációban alkalmazni. Például TMQ + 6PPD, az ózonállóság további javítására ózonvédő viasz alkalmazása is célszerű. Az öregedésgátlók javasolt együttes mennyisége a keverékben 1 – 6 tömegrész.

Töltőanyagok rendeltetése a keverék technológiai tulajdonságainak javítása, a gumi műszaki tulajdonságainak módosítása, valamint ár szabályozó szerepe is van.

A keverékekben lévő töltőanyag mennyisége szerint beszélhetünk töltetlen (más szóval, para), töltött és túltöltött keverékekről. A töltöttség mértékét a töltőanyag térfogattörtje adja meg. Az egyes töltöttségi fokhoz az alábbi térfogattörtek társíthatók:

- töltetlen vagy para: 0
- közepesen töltött: 0,2-0,3
- túltöltött: 0,4

³ Bartha Zoltán: Gumiipari Kézikönyv, Taurus – OMIK, 1998. pp. 196.

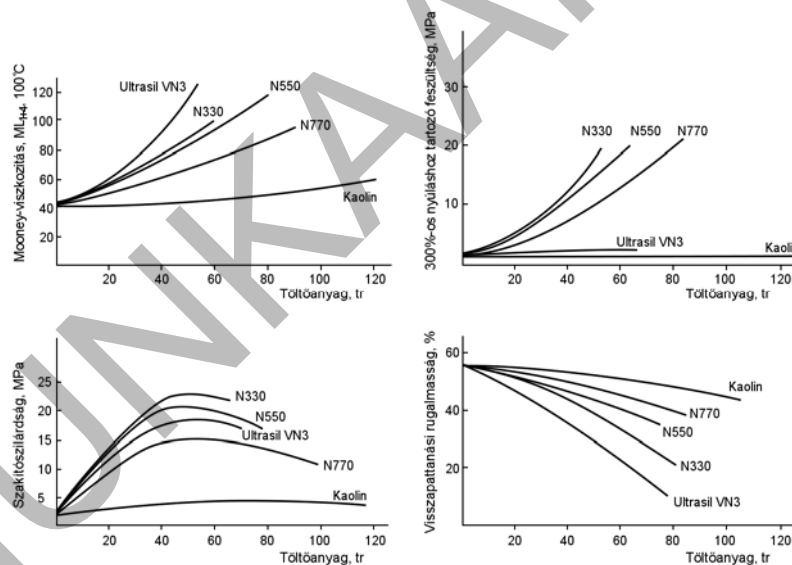
Ebből következik, hogy töltőanyagok tömeghányad alapján történő cseréje, csak azonos sűrűségű anyagok esetében lehetséges azonos töltöttségi fok megtartása mellett.⁴

A töltőanyagok főleg a keverék viszkozitását, amely feldolgozhatóság szempontjából fontos, valamint a gumi mechanikai tulajdonságát határozza meg. A töltőanyag típus megválasztásánál figyelembe kell venni a kaucsuk – töltőanyag kölcsönhatást, valamint a töltőanyag erősítő hatását.

A korom a legnagyobb mennyiségben felhasznált töltőanyag. Ez többek között annak tulajdonítható, hogy igen széles minőségi választékban áll rendelkezésre. Aktív vagy erősítő, félaktív, inaktív, vezetőképes, stb. kormok. Az aktív kormok alkalmazásával nagy szilárdságú, kiváló kopásállósággal rendelkező keverékek állíthatók elő.

A szerves töltőanyagok közül az aktív (pl. kovasav) és a félaktív (pl. kvarc-kaolin) anyagok képesek a bázikus gyorsítókat adszorbeálni, savas centrumaiknak köszönhetően. Ennek megakadályozására célszerű aktivátorokat, pl. dietilénlikolt adni a keverékhez. Javasolt adagolás: 10 tr kovasavhoz 0,8 tr dietilénlikol.

Különböző töltőanyagoknak, SBR alapú keverék tulajdonságaira gyakorolt hatását szemlélteti az 1. ábra.



1. ábra Töltőanyagok minőségének és mennyiségének hatása SBR alapú keverék tulajdonságaira⁵

⁴Werner Kleemann – Kurt Weber: Elastomer Processing, Formulas and Tables, Hanser/Gardner Publications, Inc., 1998.

⁵Bartha Zoltán: Gumiipari Kézikönyv, Taurus – OMIK, 1998. pp. 205.

Lágyítók szerepe a keverékben, a technológiai tulajdonságok javítása (pl. viszkozitás csökkentés, feldolgozhatóság javítás), fizikai paraméterek módosítása (keménység csökkentés, hidegállóság, hőállóság javítás), valamint árszabályozó szerepe is lehet. A lágyítók alkalmazásánál nem szabad figyelmen kívül hagyni a kaucsuk-olaj összeférhetőséget. Az alábbi táblázat kaucsukok ásványolajokkal való összeférhetőségét mutatja be.⁶

4. táblázat Lágyítók összeférhetősége

	NR	SBR	BR	NBR	CR	CSM	EPDM	IIR
Paraffinos	0	0	0	-	-	-	+	+
Nafténes	közepesen	+	+	+	-	-	+	+
	erősen	+	+	+	0	0	0	0
Aromás	enyhén	+	+	+	0	+	+	0
	közepesen	+	+	+	+	+	+	-
	erősen	+	+	+	+	+	+	-

Jelmagyarázat: összeférhetőség „+”= jó; „0”= mérsékelt; „-”= nem összeférhető

A nem olajálló kaucsuk legáltalánosabb lágyítói az ásványolaj alapú lágyítók, míg az olajálló kaucsukoknál főleg szintetikus lágyítók alkalmazása az elterjedt.

2. Keverék összetételének megadása

A keverékek összetételét műszaki megfontolásból általában 100 tömegrész kaucsukra vonatkoztatott úgynevezett elméleti recepttel adják meg. Ha a keverék többféle kaucsukot tartalmaz, akkor a kaucsukok együttes mennyiségét veszik 100-nak. Ha a keverék olajjal extendált kaucsukot tartalmaz, akkor csak a kaucsuk részt veszik figyelembe. Például az SBR 1723, olajjal extendált SBR 37,5 tömegrész aromás olajat (nem jelölés köteles) tartalmaz, ezért a csak SBR 1723 kaucsukot tartalmazó keverék elméleti receptjében az SBR 1723 mennyisége 137,5 tömegrész lesz. Az elméleti receptek előnye a vulkanizálószeres és öregedésgátlók mennyiségének meghatározásánál jelentkezik, mivel ezeket mindig a kaucsuk tartalomra kell számítani. További előnye, hogy a keverékek összetétele könnyen összehasonlíthatók. Ha a tömeg százalékos összetételeket (gyakorlatban kalkulációs összetételeknek is nevezik) hasonlítjuk össze, akkor az eltérő töltőanyag és lágyító mennyiségek miatt a vulkanizálószeres, gyorsítók és öregedésgátlók mennyiségeinek összehasonlítása bonyolult és nehézkes. Keverékgyártáshoz, a keveréshez szükséges úgynevezett csomagsúlyos recepteket használják. Az 5. táblázatban az elméleti receptre, míg az 6. táblázatban az elméleti és üzemi fázisbontásos receptre látható példa.

5. táblázat Példa az elméleti és tömeg százalékos receptre

Komponensek	Sűrűség	Elméleti recept	Tömeg százalék
-------------	---------	-----------------	----------------

⁶ Bartha Zoltán: Gumiipari Kézikönyv, Taurus – OMIK, 1998. pp. 233.

	g/cm ³	Tömeg [g]	Térfogat [cm ³]	%
IR	0,91	50	54,95	27,95
SBR1500	0,94	50	53,19	27,95
N-375 korom	1,80	60	33,33	33,54
Aromás olaj	1,0	5,0	5,00	2,79
6PPD	0,99	2,0	2,02	1,12
Ózonvédő viasz	0,92	3,0	3,26	1,68
ZnO	5,6	5,0	0,89	2,79
Sztearinsav	0,92	1,0	1,09	0,56
Kén	2,07	1,75	0,85	0,98
CBS	1,28	1,1	0,86	0,61
TBzTD	1,4	0,05	0,04	0,03
Összesen:	*	178,9	155,47	100,00

*=a keverék sűrűsége= $178,9\text{g}/155,47\text{cm}^3=1,15\text{ g/cm}^3$

6. táblázat Példa az elméleti és üzemi fázisbontásos receptre

	Elméleti fázisbontásos recept		Üzemi fázisbontásos recept (csomagsúlyos) [kg]	
	I. fázis	II. fázis	I. fázis	II. fázis
IR	50		62,5	
SBR1500	50		62,5	
N-375 korom	60		75	
Aromás olaj	5		6,25	
6PPD	2		2,5	
Ózonvédő viasz	3		3,75	
ZnO	5		6,25	
Sztearinsav	1		1,25	
Alapkeverék	176	176	220,00	206,60
Kén		1,75		2,05
CBS		1,1		1,29
TBzTD		0,05		0,06
Készkeverék:		178,9		210,00

3. Szempontok a keverék összetétel kialakításához

A keverékkel szemben támasztott követelményekre vonatkozóan általában igen kevés információt kap a receptura fejlesztő. Ezek általában néhány konkrét fizikai paraméterre szorítkoznak (pl. szakítószilárdság, szakadási nyúlás keménység, vulkanizálási hőmérséklet és idő, stb.) Más esetben teljesen általánosan fogalmazzák meg az igényeket (pl. álljon ellen olajnak, legyen jó ózonálló, stb.).

Ahhoz, hogy közelebb kerüljünk a feladat megoldásához (első lépés a követelmény rendszer felállítása), először is a lehető legtöbb információt be kell gyűjtenünk. Ezek a következők: a keveréknek a gumitermékben betöltött funkciója, a funkcióból adódó mechanikai, valamint környezeti igénybevételek, és az alkalmazott feldolgozási technológiák. Az így nyert információk segítenek abban, hogy a megadott (mérhető paraméterek) követelményeket további, a felhasználhatóság és gyártás szempontjából fontos paraméterekkel ki tudjuk egészíteni.

Ebben a részben végig vesszük a leggyakrabban előforduló műszaki és a gyártástechnológiából adódó követelmények kielégítésére szolgáló receptura-összeállítási szempontokat.

Előállítás és feldolgozás

Keverés. A keverés célja a keveréket alkotó komponensek egyenletes eloszlása (diszpergálása) a kaucsuk mátrixban. A könnyen keverhető keverékek viszkozitása ML (1+4) 100°C-on 40 és 100 MU (Mooney Unit) között van. Ezen érték alatt a keverék ragadós, a komponensek rosszul diszpergáltak, hengerszéken való megdolgozhatóságuk nehéz, hűtőfogason nem marad meg, „lefolyik a keverék”. A nagyon nagy viszkozitású keverékek hajlamosak a morzsálódásra, nehezen állnak meg a hengerszék munkaoldalán. A CR alapú keverékekre ugyancsak jellemző, hogy a hengerszék gyorsabb hengerére (nem munkaoldali henger) megy át, ezen a kis mennyiségben adagolt BR/95 – 90 tr CR) alkalmazása segíthet.

A keverék viszkozitása függ, a kaucsuk viszkozitásától, az alkalmazott töltőanyag és lágyító minőségétől és mennyiségétől. A könnyen keverhető keverék kialakításához célszerű ML (1+4) 100°C-on 40 – 50 MU viszkozitású kaucsukot választani. A szintetikus kaucsukok jelentős része többféle viszkozitás tartománnyal vásárolható.

A természetes kaucsuk viszkozitása nagy, ezért viszkozitásának csökkentése szükséges a komponensek bekeverhetőségének javítása céljából. A viszkozitást csökkenthetjük tisztán mechanikai munkával (keveréssel), ez azonban energia és idő igényes művelet. Napjainkban ezt a folyamatot megfelelő lebontó szerek adagolásával lehet hatékonyabbá tenni. Ilyen lebontó szer pl. 2,2'-dibenzamino-difenil-diszulfid, ajánlott adagolása 0,1 – 0,3 tr/100 tr kaucsuk. Ennek alkalmazása a lebontáshoz szükséges időt felére, harmadára csökkentheti.

A töltőanyagok aktivitásuktól függően változtatják a keverék viszkozitását (ld. 1. ábra). Az aktív töltőanyagok (aktív kormok, szilícium-dioxidok) növelik a viszkozitást, bekeverhetőségük nehéz, a lágyító mentes keverékeknél a jelentősebb viszkozitás emelkedés csak 40–50 tr fölötti adagolásnál várható. Az inaktív töltőanyagból akár 100 – 150 tr is bekeverhető jelentős viszkozitás növekedés nélkül. Itt érdemes megjegyezni, hogy az EPDM kaucsukoknál a jó feldolgozhatóság miatt, célszerű nagy töltőanyag mennyiség (150 – 300 tr) alkalmazása.

A lágyítók nagymértékben hatnak a keverék viszkozitására. A hatás mértéke függ a lágyítók molekula tömegétől. A nagy viszkozitású (nagy molekulatömegű) lágyítók kevésbé, míg a kis viszkozitású olajok jobban csökkentik a viszkozitást. A lágyítók külön csoportját alkotják, az ún. belsőcsúsztató anyagok (zsírsavak és származékaik), amelyekkel már kis mennyiségben (3 – 5 tr) is jelentős viszkozitás csökkenés érhető el.

Kalanderezés. Ezen műveletnél a legnagyobb problémát a keverékek ragadóssága (hengerpalástra való felragadás) okozza. Ez elsősorban a kis viszkozitású keverékeknél és az ásványi töltőanyagot tartalmazó keverékeknél jelentkezik. Felragadásra különösen hajlamosak a CR, FPM és ACM alapú keverékek. Ezt a kedvezőtlen tulajdonságot lehet csökkenteni kis molekulatömegű polietilén, zsírsav, zsírsavszármazék adagolásával. Javasolt mennyiség 2 – 5 tr. Polikloroprén kaucsuk alapú keveréknél a ragadósság csökkentésére is kiválóan alkalmas az 5 – 10 tr polibutadién kaucsuk adagolása, amelyet már a keverésre vonatkozó részben említettük.

A nagy nyersrugalmasságú keverékeknél megfigyelhető, a keverék rugalmas visszaalakulása (vastagsági és szélességi méretek megváltozása a beállított értékhez képest) kalanderezés után. A nyersrugalmasságot a kaucsuk letörésével (puhítással), félaktív és inaktív töltőanyagok adagolásával lehet csökkenteni.

Extrudálás. Ennél a feldolgozási műveletnél a keverék legfontosabb tulajdonsága az alak- és méret tartása. Az alak- és mérettartás biztosítása érdekében elsősorban úgy kell megválasztani a keverék komponenseket, hogy a keverék nyersrugalmassága minél kisebb legyen. Ez a keverék töltöttségének emelésével, a töltőanyagok helyes megválasztásával (félaktív és inaktív töltőanyagok alkalmazása) lehet elérni. Különösen kedvező eredményt adnak a kvarc-kaolin töltőanyagok. Az alaktartósság, faktiszok alkalmazásával (5 – 10 tr) is javítható.

Az extrudált termékek pontos alakja és mérete mellett fontos a sima felület. A sima felület kialakulása belső csúsztatók (zsírsav származékok) adagolásával segíthető elő.

Konfekcionálás. Az összetett gumitermékek (abroncs, légrugó, heveder, tömlő, stb.) felépíthetőségének (konfekcionálhatóságának) elengedhetetlen feltétele a megfelelő nyerstapadás, és nyersszilárdság. Mind a nyerstapadást, mind a nyersszilárdságot alapvetően az alkalmazott kaucsuk határozza meg. E két tulajdonság szempontjából a természetes kaucsuk és a polikloropén kaucsuk a legjobb. Nyerstapadás szempontjából a legrosszabbak az etilén-propilén ko- és terpolimer, a nitril- és fluorkaucsuk.

A nyerstapadás fokozható különböző gyanták (szénhidrogén gyanták, kumaron – indén gyanták, fenol gyanták, fenyőgyanta stb.) alkalmazásával. Javasolt adagolás 2 – 10 tömegrész 100 tömegrész kaucsukra vonatkoztatva. A kumaron-indén gyanták nagy előnye, hogy nem befolyásolják sem a vulkanizálást, sem az öregedést. A nyerstapadást csökkentik a belsőcsúsztatók, és a kivirágásra hajlamos komponensek, ezért ezek adagolásával óvatosan kell bánni. A nagy mennyiségű töltőanyag szintén kedvezőtlen a keverék nyerstapadása szempontjából.

Gyakorlatban használják még, a felület oldószerrel vagy oldószeres keverékoldattal történő felfrissítését a nyerstapadás javítására. Ezt azonban lehetőség szerint kerülni kell. Egyrészt mert az oldószerek egészséget károsító anyagok, tehát alkalmazásuk különleges egészségvédelmi intézkedéseket (megfelelő elszívás, védőmaszk, stb.) igényel. Másrészt oldószermaradvány bezáródhat a keverékbe, és vulkanizálás alatt hólyagosodást, porozitást eredményezhet.

Nagy nyerszilárdságú keverék előállítására, nyújtásra kristályosodó kaucsukot (NR, CR) célszerű választani. A viszkozitás emelése javíthatja a nyerszilárdságot.

Vulkanizálás. A vulkanizáló-rendszer kialakításánál a minél rövidebb vulkanizálási időre célszerű törekedni. Emellett azonban nem szabad elfeledkezni, hogy a túl gyors vulkanizálódás veszélyeztetheti a keverék feldolgozhatóságát. A feldolgozás közben elkerülhetetlenül képződő hő elővulkanizáláshoz, beégéshez vezethet, túl gyors térhálósító rendszer esetében. A beégés-veszély késleltetett hatású térhálósító-rendszerekkel (pl. szulfénamid gyorsítót tartalmazó kénes vulkanizáló rendszerek) és/vagy kémiai késleltetőkkel (pl. ftálsavanhidrid, N-ciklohexil-tioftálimid, stb.) csökkenthető. Azokat a vegyületeket, amelyekből nitrozamin képződhet (pl. MBS, OTOS, TMTD, TMTM, DTDM, stb.), a vulkanizáló-rendszer nem, illetve igen korlátozott mértékben tartalmazhat.

Vastag falú és/vagy összetett termékeknél, a termék vulkanizálási ideje hosszabb, mint a keverék és/vagy egyes keverékek optimális vulkanizálási ideje. Ilyen esetekben figyelni kell arra, hogy a rövid vulkanizálási idő, a relatív hosszú beégési idő mellett a keverék hosszú platóval rendelkezzen. Azaz a térháló képződés gyakorlati befejeződése után, a további hőhatásra a gumi szerkezete és ezzel együtt a tulajdonságai ne változzanak. NR és IR alapú keverékekre jellemző a rövid plató, amelyet a kaucsuklánc bomlása (reverzió) követ. Ennek következtében a gumi lelágyl, felülete ragadóssá válik, és nem keletkezik megfelelő termék. Ilyen esetben reverziógátló anyagokat célszerű alkalmazni (pl. 1,3-bisz(citaconimidometil)-benzol) 0,25 – 0,75 tömegrészben.

Halogén tartalmú kaucsukoknál a MgO és a merkapto-benzotiazol-diszulfid stabilizáló és késleltető hatású, míg a fenilén-diamin-származékok (pl. 6PPD) csökkentik a beégési időt.

Késztermék tulajdonságok

Keményység. A gumi keménysége töltőanyaggal és lágyítóval széles határok között változtatható. Általánosságban elmondható, hogy erősítő töltőanyagokból lényegesen kevesebb szükséges egységnyi keménység növekedéshez, mint félaktív vagy inaktív töltőanyagból. A kormok jobban emelik a keménységet, mint a fehér töltőanyagok. Tehát durva közelítéssel elmondható, hogy a kisebb részecske átmérőjű, nagyobb fajlagos felületű töltőanyagok hatásosabbak, mint a nagyobb részecske átmérőjű, kisebb fajlagos felületű töltőanyagok. A töltőanyagok keménységre gyakorolt hatása függ az alkalmazott kaucsuk típusától is. A nagyobb sűrűségű kaucsukokhoz kevesebb töltőanyag szükséges egységnyi keménység növekedéshez, mint a kisebb sűrűségű kaucsukhoz.

A keménység növelés érhető el erősítőgyanták alkalmazásával is. Ezek hexametilén tetraminnal térhálósodó fenolgyanták. Ennek adagolásával azonban óvatosan kell bánni, tekintettel arra, hogy ezek az anyagok rontják a gumi rugalmasságát 5 tömegrész fölötti mennyiségben.

Az olajok, lágyítók, belső csúsztatók csökkentik a gumi keménységét.

A gumi keménysége emelhető a kén mennyiségének növelésével, de a kén mennyiségének növelése rontja az öregedésállóságot (poliszuulfid kötések mennyiségének növekedése!). A gyorsítók mennyiségének változtatása azonban nincs jelentős hatással a vulkanizátum keménységére.

Szakítószilárdság. Nagy szakítószilárdságot aktív töltőanyagokkal (nagy fajlagos felületű kormokkal, vagy kovasavakkal) lehet elérni. Ezek bekeverhetősége nehéz, ezért különös gondot kell fordítani a töltőanyagok egyenletes elkeverésére. Az alkalmazott korom mennyisége függ az alkalmazott kaucsuktól, az elvárt szilárdságtól, és a feldolgozási műveletektől. Ezért, gyakorlatban gyakran előfordul a különböző kormok (pl. aktív és félaktív) együttes használata. Kiindulásként általában 40 – 60 tr koromtartalom alkalmazása célszerű. Nagy szilárdságú, kis keménységű gumi csak nyújtásra kristályosodó kaucsukból (ezek a természetes, poliizoprén-, polikloropén kaucsuk) lehet előállítani. Más kaucsukokból (SBR, BR, NBR, EPDM) megfelelő szakító szilárdságú gumi, csak töltőanyag alkalmazásával állítható elő.

Hasadási ellenállás. Ezen tulajdonságok, hidratált szilíciumdioxiddal jelentősen javíthatók, a kemény kaolinnal, az erősítő kormokkal, a kumaron–indén gyantákkal és fenol gyantákkal kisebb mértékben növelhetők.

Kopás. A gumi kopásának mechanizmusa ma még nem teljesen tisztázott. Gyakorlatban a kopásállóságot, adott körülmények között meghatározott kopási veszteséggel jellemezzük. A természetes –, a poliizoprén –, a sztírol–butadién–, és polikloropén kaucsuk kopásállósága jelentősen javítható, ha az alap-polimert 5 – 10 tömegrész polibutadién kaucsukkal helyettesítjük. A BR kopásállóság javító hatását a speciális kaucsukok többségénél (NBR, EPDM, stb.) nem használható ki, mivel ezekkel a kaucsukokkal nehezen társítható.

Általánosan igaz az, hogy az aktív töltőanyagok növelik a kopásállóságot, azaz csökkentik a kopási veszteséget. Az erős koptatóhatásnak kitett gumitermék kopási élettartama öregedésgátlók (leghatékonyabban fenilén–diamin származékok) alkalmazásával növelhető. Fontos megjegyezni, hogy az N,-izopropil–N'-fenil-p-fenilén diamin a legújabb egészségügyi előírások szerint nem alkalmazható!

Hőállóság. A gumi hőállóságát elsősorban a kaucsuk típusa határozza meg. A maximális üzemeltetési hőmérsékletre azonban jelentős hatással van a térhálósító rendszer, az öregedésgátló rendszer és az alkalmazott lágyító.

Kénes térhálósító rendszerek közül, hőállóság szempontjából a hatásos vulkanizáló-rendszer alkalmazása az előnyös, amelynél vulkanizálás során, monoszulfid kötések képződése dominál. Hatásos térhálósító rendszer alkalmazásával 20 – 30°C-kal emelhető a gumi maximális üzemeltetési hőmérséklete, a kaucsuk által meghatározott értékhez képest.

A peroxidos térhálósító rendszert tartalmazó keverékekben a vulkanizálás során kialakuló szén-szén kötések lényegesen stabilabbak, mint a kénes vulkanizálás során kialakuló szén – kén típusú kötések. Ebből adódóan, a peroxiddal térhálósított gumik hőállósága sokkal jobb mint a kénnel térhálósított gumiké.

A hőállóság javítható megfelelő öregedésgátlók alkalmazásával. Legelterjedtebb öregedésgátlók a hidrokinolinok, imidazol származékok, fenilén-diamin-származékok.

Lágyítók kiválasztásánál, a lágyító stabilitása és illékonysága a két legfontosabb tulajdonság (az összeférhetőség mellett) hőállóság szempontjából. Az ásványolaj alapú lágyítók általában kis mértékben rontják a hőállóságot. Az olajálló kaucsukok esetében előnyösen alkalmazhatók az adipátok, tioészterek és tioéterek.

Hidegállóság. A gumi hidegállóságát a kaucsuk üvegesedési hőmérséklete határozza meg. Az üvegesedési hőmérséklet mellett a kaucsuk kristályosodási hajlama is hatással van a gumi hidegállóságára. A hidegállóság szempontjából az alacsony üvegesedési hőmérsékletű, nem kristályosodó kaucsukok a legkedvezőbbek. A gumi hidegállósága javítható, ha az alap-kaucsukot 5 – 10 tömegrész polibutadién kaucsukkal helyettesítjük. A butadién-akril-nitril kaucsuk specialitása, hogy üvegesedési hőmérséklete viszonylag széles tartományban változik. Az NBR üvegesedési hőmérséklete a kaucsuk akril-nitril (ACN) tartalmától függ. Az ACN tartalom növekedésével a hidegállóság csökken.

Olajálló elasztomerek hidegállósága csökkenthető, alacsony fagyáspontú lágyítók alkalmazásával. Ezek általában alifás di-észterek (pl. a szebacátok, azelátok).

Vegyszerállóság, duzzadás. A gumi termékekkel szemben támasztott követelmények között gyakran előfordul, hogy a termék egy vagy több vegyülettel vagy vegyület csoporttal szemben legyen ellenálló. A vegyszerek és oldószerek roncsolhatják a gumi szerkezetét, és ennek következtében ronthatják a gumi tulajdonságait. Például, az oxidálószer megsemmisítik a diénkaucsukokat, az akrilátkaucsukok hidrolízisre hajlamosak, a kénhidrogén hatására a térhálósűrűség nő, a gumi felkeményedik. A közegállóságot alapvetően a kaucsuk határozza meg. Tehát első lépésként ki kell választani azt a kaucsukot, amely az adott közegben a legkevésbé duzzad. A halogén tartalmú kaucsuk alapú gumik vizes közeggel szemben mutatott ellenállása gyenge, ennek oka, hogy térhálósító-rendszere ZnO -ot és / vagy MgO-t tartalmaz. A vulkanizálás során ezekből halogenid sók keletkeznek, amelyek vízben jól oldódnak. A töltőanyagok közül a koromról általánosan elmondható, hogy a duzzasztó anyagok nem károsítják. A fehér töltőanyagok esetében azonban más a helyzet pl. a kalcium-karbonát (kréta) kénsavban oldódik.

A vegyszer, illetve a közegállóság megítélésére általában térfogat vagy tömegváltozással jellemezhető duzzadásmérést használnak. A duzzadás időbeli folyamat, amelynek határértéke az egyensúlyi duzzadás (a gumi térfogat vagy tömegegysége által maximálisan felvett folyadék mennyisége). Az egyensúlyi duzzadás több részfolyamat eredője: a kaucsuk fizikai duzzadása, a lágyító kioldódása, és a kaucsuk, valamint egyes komponensek degradációja. A duzzadás értéke függ térhálósodás fokától, a gumi és a folyadék kölcsönhatási tényezőjétől, az oldhatósági tényezőtől, valamint a gumiban lévő nem oldódó komponensek és kioldódó anyagok mennyiségétől. A duzzadás sebességét a folyadék diffúziós állandója határozza meg, amely exponenciálisan függ a hőmérséklettől.

A duzzadás kiszámítása a következő összefüggéssel lehetséges:

$$D_{tf} = [(V_d - V_0) / V_0] * 100. \text{ tf}\%$$

$$D_m = [(M_d - M_0) / M_0] * 100. \text{ m}\%$$

ahol:

D_{tf} = térfogati duzzadás [tf%]

V_0 = a gumi duzzadás előtti térfogata [cm³]

V_d = a gumi duzzadás utáni térfogata [cm³]

D_m = tömeg szerinti duzzadás [m%]

M_0 = a gumi duzzadás előtti tömege [g]

M_d = a gumi duzzadás utáni tömege [g]

A térfogat- és tömegváltozáson kívül, az alapvető mechanikai tulajdonságok (szakító szilárdság, keménység) változását is mérik, és ezek alapján lehet minősíteni közegállóság szempontjából a vizsgált gumit. A gumi minősítése általában az egyensúlyi duzzadása és az egyensúlyi duzzadásnál mért fizikai tulajdonságainak változása alapján történik.

7. táblázat. Példa a gyakorlatban alkalmazott vegyszerállósági minősítési kritériumok

	A	B	C	D	E
Tömegváltozás %	max. ± 2	± 5	± 15	± 30	> 30
Szakító szilárdság változás %	max. -10	- 20	- 30	- 50	> 50
Keménység változás Sh°	max. ± 2	± 5	± 10	± 15	> 15
Értékelés	Kiválóan ellenálló	Jól ellenálló	Ellenálló	Korlátozottan ellenálló	Nem ellenálló

Gázzáróképesség. A gumi gázzáróképessége függ a hőmérséklettől, a gumi két oldala közti nyomás különbségtől, valamint a gumi permeációs (gázáteresztési) tényezőjétől. A permeációs tényező a gáz oldhatóságának és diffúziós állandójának szorzata. A gáz oldhatósága függ a kaucsuk és a gáz kémiai szerkezetétől, a gáz diffúziós állandója, pedig a gáz molekula méretétől.

A legjobb gázzáróképességgel a butilkaucsuk rendelkezik, hozzávetőlegesen tízszer jobb mint a természetes kaucsuk. A butilkaucsukkal kb. azonos szinten van a magas ACN tartalmú NBR. Az NBR gázzáróképessége ACN tartalmának csökkenésével csökken. A töltőanyagok mennyiségének növelésével nő a gázzáróképesség. Ebből a szempontból a legkedvezőbb töltőanyagok a kaolinok lemezes szerkezetükből adódóan.

A gázzáróképesség szempontjából különösen fontos a keverék komponensek jó diszperziója, mivel az elkeveretlen részecskék, hibahelyet okoznak, amelyek lerontják a gumi gázzáróképességét.

Ózonállóság. Feszített állapotú gumi felületén ózon hatására, a feszítés irányára merőleges repedések keletkeznek, amely az ózon és az elasztomer kettőskötései között lejátszódó ózonlízis hatására bekövetkező lánchasadás eredménye. A rendezett irányú repedések az idő előre haladtával a gumi teljes szakadásához vezethetnek. A gumi ózonállóságát elsősorban a kaucsuk határozza meg. A főláncban telítetlen kaucsukok ózonállósága gyenge. A legjobb ózonállóságot a kettős kötést nem tartalmazó kaucsuk alapú gumik mutatják. A kaucsukok ózonállósági sorrendje a következő.

NR<SBR<NBR<<CR<IIR<CSM<<EPDM<EPM

Az ózonállóság antiozonánsokkal és / vagy viaszszerű anyagokkal javítható. Az antiozonánsok a felületre vándorolnak és reakcióba lépnek az ózonnal vagy a kaucsukból az ózon hatására keletkező bomlástermékekkel. Diffúziójukat elősegítik az ózonvédő viaszok, ezért az antiozonánsok mellé célszerű ózonvédő viaszt adagolni. Az ózonvédő viaszok kémiailag telített szénhidrogének, paraffinok. Az ózonvédő viaszok önmagukban is képesek az ózonállóság javítására, az által, hogy a felületre migrálva, elzárja a gumit az ózontól.

Az NBR alapú gumi ózonállósága antiozonánsokkal, viasszal nem javítható. Erre a célra két megoldás jöhet számításba, vagy NBR/PCV vagy NBR/CR blendet használhatunk.

Fényállóság. (UV állóság). A fény roncsolja a gumi felületi rétegét, a világos termékek elszíneződnek. A felületi réteg a gumi összetételétől és a fényhatás körülményeitől függően lágyulhat, ragacsossá válhat, vagy megkeményedhet, és repedezetté válhat. A fény okozta repedések rendezetlen irányúak és független a gumi felületén ható esetleges feszültségek irányától. A fényállóság olyan anyagokkal javítható, amelyek vagy elnyelik a fényt és kisebb energiájú sugárzássá alakítják át. Ilyen pl. maga a korom, a fehér töltőanyagok közül a bárium-szulfát. Másik lehetőség, ha olyan anyagot használunk, amelyek visszaverik az UV sugárzást pl. festékek, speciális UV fény ellen védő stabilizátor (benzofenon származékok).

Időjárásállóság. A szabadban használt gumitermékeket több egyidejűleg ható degradáló hatás éri. Ezek az ózon, fény (UV), hő, csapadék és szél. Az előzőekben már tárgyaltuk a hő-, ózon-, és UV állóságot befolyásoló tényezőket. A csapadék a degradálódott felületről lemossa az öregedésgátlót, a szélben szálló por koptatja a felületet és ezek, még jobban elősegítik a termék minőségének a romlását.

Égés gátlás. Az égéshez három feltétel (éghető anyag, oxigén és gyújtó forrás) együttes jelenléte szükséges. A gumit alkotó komponensek többsége (kaucsukok, kormok, ásványolaj lágyítók, feldolgozást elősegítő anyagok, stb.) mind éghető anyagok. A gumit alkotó komponensek megfelelő megválasztásával, el lehet érni, hogy a gumik éghetősége oly mértékig csökkenjen, hogy a láng megszüntetése után a gumi égése megszűnjön (önkioltó gumi). A komponensek kiválasztásánál a fő cél, hogy a gumit alkotó komponensekből az égés során minél több nem éghető anyag (pl. H_2O , CO_2 , HCl stb.) szabaduljon fel, valamint minél nagyobb arányban tartalmazzon nem éghető anyagot.

A halogén tartalmú kaucsukok (pl. CR, FPM stb.) alkalmasak önkioltó gumik előállításához, speciális adalékanyagok alkalmazása nélkül. A kereskedelemben kapható NBR/PVC blendék is alkalmasak önkioltó gumi előállítására, valamint a NBR kaucsukba PVC bekeverésével is ugyanaz az eredmény elérhető.

Töltőanyagok közül a szervesetlen töltőanyagok (nem éghető anyagok) alkalmazása az előnyös, különösen az alumínium-oxid-trihidrát, amelyből a hő hatására felszabaduló vízgőz elzárja az oxigéntől a gumit. Általános adagolása 50 – 150 tr/100 tr kaucsuk.

Klasszikus égésgátló adalékrendszer az antimon-trioxid klórparaffinnal való együttes alkalmazása. Javasolt adagolás 10 – 20 tr anyagonként.

Lágyítók közül a foszfátészterek alkalmazása is előnyös maximum 25 tr-ben.

A fent említett megoldások hátránya, hogy égéskor mérgező sósav gáz szabadul fel. Vannak olyan alkalmazási területek (padlók, kábelköpenyek, stb.), amelyeknél követelmény a halogénmentes önkioltási képesség, ilyen esetekben kiindulásként etilén-vinil-acetát kopolimert célszerű használni.

Elektromos tulajdonságok. A gumik elektromos tulajdonságát a fajlagos ellenállásával jellemezik. Ezek alapján három kategóriát különböztetnek meg. Szigetelő (fajlagos ellenállás $> 10^8 \text{ Ohm}\cdot\text{cm}$), antisztatikus (fajlagos ellenállás $10^4 - 10^8 \text{ Ohm}\cdot\text{cm}$ között van), és a vezető (fajlagos ellenállás $< 10^4 \text{ Ohm}\cdot\text{cm}$).

A gumik elektromos tulajdonságát jelentősen befolyásolja az alkalmazott töltőanyag és lágyító mennyisége és minősége a kaucsuk minősége mellett.

Szigetelő gumik előállításához célszerű kis vízfelvételű polimerből (NR, SBR, EPDM) kiindulni, töltőanyagként az ásványi töltőanyagok közül a kaolinok, kréta és felületkezelt szilikátok alkalmazása célszerű, míg a lágyítók közül a kis polaritásúak (pl. paraffinolajok) a kedvezőek. Olajos körülmények között használt, kisebb feszültségű vezetékek szigetelésére CR, CSM, NBR/PVC kaucsuk alapon előállított gumik a megfelelőek.

Textil-gumi, fém-gumi tapadás. A különböző műszaki textíliák, sodronyok, huzalok számos gumitermék (pl. abroncs, szállítóheveder, tömlő, ékszíj, stb.) elengedhetetlen része, szilárdsághordozó eleme. A termék tökéletes működéséhez szükséges, hogy a gumi és a szilárdsághordozó anyag kémiaiilag kötött szerkezetet alkosson. A kötött szerkezet kialakulásának feltétele, hogy mind a szilárdsághordozó felületén, mind a gumiban legyenek olyan aktív csoportok, amelyek a vulkanizálás során kémiai reakcióba lépve egymással, stabil kémiai kötést hoznak létre. Textilerősítésű termékeknél szilárdsághordozóként itatott textíliát, míg huzal vagy sodronyerősítésű termékeknél sárgaréz, vagy cink bevonatú acél huzalokat, sodronyokat vagy kordokat használnak. A sárgaréz bevonattal érhető el a legjobb tapadás, míg a cink bevonat a nedvességgel szembeni ellenállást javítja.

A szilárdsághordozó anyagokkal közvetlenül érintkező keverék, az úgy nevezett ágyazókeverék. Az ágyazókeverékek jellegzetes „komponense” az RFS (Rezorcín-Formaldehid donor-Szilika) rendszer. A rezorcín javasolt mennyisége: 1 és 3 tr közötti, a formaldehid donor (amelyek között a legelterjedtebbek a hexametilén-tetramin és a hexametoxi-melamin) javasolt mennyisége 1-3 tr, a szilikából 15 - 20 tr-t célszerű alkalmazni. A térhálósítórendszer kénes, késleltetett hatású (szulfénamid típusú gyorsítók alkalmazása). Előnye, hogy a hosszú indukciós idő kedvez a kémiai kötéshez szükséges határfelület kialakulásának. A sodrony és textil ágyazókeverékek közti egyik legjelentősebb különbség a keverék kén tartalmában van. A textilágyazó-keverékek kén tartalma 2 és 2,5 tr a sodronyágyazó-keverékek kén tartalma 3 és 5 között változhat. Az RFS rendszer hatékonyságát fokozzák és az acélsodrony nedvesség okozta korrozóját csökkentik a kobalt sók (pl. kobaltnaftenát, alifás savak kobalt sóinak és kobalt-oxiborát keveréke). A kobalt sók hátránya, hogy katalizálja a kaucsuk degradációját.

Összefoglalás

A recepturához kötődő feladatok megoldásához elengedhetetlen, hogy legelőször is tisztázzuk a keverékkel szemben támasztott követelményeket. Ez vonatkozik, mind a műszaki paraméterekre, mind a feldolgozási technológiára.

Nézzük az eset felvetésben leírt feladatot:

Adott minőségnél jobb kopásállóságú keverék előállítás.

Ebben az esetben tisztázni kell, mit értenek jobb kopásállóság alatt, mivel ez így nem egzakt. Legjobb, ha konkrét, számszerűsített értéket rendelnek a követelményhez pl. a gumi kopása legyen kisebb, mint 100 mm³ adott szabvány szerint vizsgálva. Ha ilyen információt, nem kapunk, próbáljuk megtudni, hogy a hivatkozott anyag kopása miért nem megfelelő. Így magunk határozhatunk meg egy számszerűsíthető értéket a hivatkozott anyag kopási értékének ismeretében.

A keverékkel szemben támasztott többi követelmény (mind fizikai paraméterek, mind feldolgozhatósági paraméterek tekintetében) ismert, hiszen azok megegyeznek az eddig is gyártott termékkel. Fontos, hogy valamennyi követelményt foglaljuk össze, egy követelmény rendszerbe!

Ezt követi a hivatkozott termék összetételének vizsgálata, abból a szempontból, hogy melyik komponenst illetve komponenseket kell változtatni (minőségi és/vagy mennyiségi szempontból), hogy a kívánt célt elérjük.

A következő lépés a kísérleti recept alapján a kísérleti keverék elkészítése, bevizsgálása és az eredmények értékelése. A kísérleti keverékkel párhuzamosan mindig készítsünk kontroll (összehasonlító) keveréket (jelen esetben ez az a hivatkozott keverék). Ezzel kiszűrhetjük az előállításból adódó hibákat.

A fent említett folyamatot addig folytatjuk, amíg a keverék tulajdonságai teljes mértékben kielégítik a követelményrendszerben foglaltakat.

TANULÁSIRÁNYÍTÓ

A recepturális feladatok ellátásának alapja a nyersanyag ismeret. Frissítse fel és rendszerezze a korábban elsajátított alapanyag ismereteit. Készítsen áttekinthető táblázatokat a kaucsukok technológiai (keverhetőség, extrudálhatóság, konfekcionálhatóság stb.) tulajdonságairól és fizikai tulajdonságairól. A diák társaival hasonlítsa össze az összeállítást, és közösen alakítsák ki a jól áttekinthető, a legtöbb információt adó összeállítást. Hasonló táblázatokat készíthet a keverék komponensek hatása a keverék tulajdonságaira. (pl. kormok, típusonként, fehérítőanyagok típusonként stb.) Ez alapot ad arra, hogy értsük is a recepturát, ne csak másoljuk.

Készítsen alapanyag listát (márka nevekkel, anyag sűrűségekkel), lehetőleg anyagcsoportonkénti bontásban. Ehhez segítséget talál a Gumiipari kézikönyvben.

Az interneten kereső program segítségével keressen gumiipari alapanyaggyártókat és forgalmazókat és gyűjtsön alapanyag specifikációkat.

Gyakorlati helyén a rendelkezésére álló adott összetételű és ismert tulajdonságú keverék, valamelyik tulajdonságának javítására (pl. beégési idő növelése, szakadási szilárdság növelése), állítsa össze a követelmény rendszert. Adjon megoldási javaslatot (kísérleti receptkészítés), figyelembe véve, hogy a keverék többi tulajdonsága megfelel az előírt követelményeknek. Az elméleti recept alapján számolja ki az adott keverő berendezésre vonatkozó fázisbontásos "üzemi" receptet. A rendelkezésére álló keverő berendezésen készítse el a kísérleti keveréket, és vizsgálja meg a tulajdonságait, és értékelje az eredményeket. Az eredmények értékelése során jegyezzen fel minden változást, amit a változtatás okozott.

ÖNELLENŐRZŐ FELADATOK

1. feladat

Sorolja fel a keverék alkotóelemeit!

2. feladat

Sorolja fel a fontosabb térhálósító rendszereket!

3. feladat

Sorolja fel a gyorsított kénes vulkanizáló-rendszer alkotóelemeit, típusait és jellemezze azokat!

4. feladat

Sorolja fel a keverék viszkozitását alapvetően meghatározó komponenseket!

5. feladat

Ismertesse az aktív töltőanyagok hatását a nyers keverékben!

6. feladat

Írja le, mely keveréktulajdonságok jellemzik a jól kalanderezhető, valamint a jól extrudálható keveréket, és mely komponensekkel javíthatók ezek a tulajdonságok!

RECEPTURÁLIS FELADATOK

7. feladat

Írja le, mely komponensek javítják a konfekcionálhatóságot, és mely komponensek csökkentik!

8. feladat

Írja le, hogy az aktív töltőanyagok a gumi mely tulajdonságait növelik / javítják!

9. feladat

Írja le, mely komponenseknek van döntőszerepe a gumi hőállósága szempontjából!

10. feladat

Sorolja fel, és állítsa sorrendbe hőállóság szempontjából a leggyakrabban használt térhálósító-rendszereket! A sorrendet kezdje a leggyengébb hőállóságot biztosító vulkanizáló-rendszerrel!

11. feladat

Állítsa sorrendbe ózonállóság szempontjából a következő kaucsukokat: NBR, SBR, EPDM, CR!

12. feladat

Számítsa ki az alábbi kalkulációs receptből az elméleti receptet!

Összetevők	Mennyiségek [%]
IR	38,36
SBR 1500	16,44
N-330 korom	27,40
N-550 korom	5,48
Aromás lágyító	5,48
TMQ	0,55
6PPD	0,82
ZnO	2,74
Sztearinsav	1,10
Kén	1,26
CBS	0,33
TBzTD	0,04
Összesen	100

A large rectangular area with a yellow border, containing 15 horizontal lines for writing. The lines are evenly spaced and extend across the width of the box. A large, light gray watermark reading 'MUNKANYAG' is diagonally overlaid across the entire page, including this section.

MEGOLDÁSOK

1. feladat

Kaucsukok, térhálósító (vagy vulkanizáló) rendszerek, öregedésgátlók, töltőanyagok, lágyítók, speciális adalékanyagok, egyéb anyagok

2. feladat

Kénes, peroxidos, fénoxidos

3. feladat

Alkotó elemek: kén, szerves gyorsítók és ZnO/sztearinsav aktivátor.

Típusok: Hagyományos, félhatásos, hatásos

A hagyományos rendszerénél poliszulfid/diszulfid kötések aránya 80/20, kén mennyisége: 2,5 – 5,0 tr, gyorsító mennyisége: 0,5 – 1,0 tr

A félhatásos rendszerénél poliszulfid/diszulfid kötések aránya 70/30, kén mennyisége: 1,0 – 2,0 tr, gyorsító mennyisége: 1,0 – 1,5 tr

A hatásos rendszerénél poliszulfid/diszulfid/monoszulfid kötések aránya 10/50/40, kén mennyisége: 0,0 – 0,5 tr, gyorsító mennyisége: 2,0 – 3,0 tr

4. feladat

A keverék viszkozitása függ, a kaucsuk viszkozitásától, az alkalmazott töltőanyag és lágyító minőségétől és mennyiségétől.

5. feladat

Az aktív töltőanyagok (aktív kormok, szilícium-dioxidok) növelik a viszkozitást, bekeverhetőségük nehéz, a lágyító mentes keverékeknél a jelentősebb viszkozitás emelkedés csak 40–50 tr fölötti adagolásnál várható.

6. feladat

A jól kalanderezhető keveréknél fontos a kis nyersrugalmasság, és a kis adhézió a fémfelületekhez. A jól extrudálható keveréknél fontos a kis nyersrugalmasság és a jó alaktartósság. A nyersrugalmasság csökkenthető fél-aktív és inaktív töltőanyagok alkalmazásával. A fémfelületekhez való adhézió csökkenthető kis molekula tömegű polietilén, zsírsav, zsírsavszármazék adagolásával, a CR alapú keveréknél az 5 – 10 tr BR adagolásával. A keverékek alaktartóssága faktiszok alkalmazásával javítható.

7. feladat

A nyerstepadást (konfekcionálhatóságot) javítják a különböző gyanták: pl. szénhidrogén gyanták, kumaron – indén gyanták, fenol gyanták, fenyőgyanta stb. A konfekcionálhatóságot csökkentő komponensek: a belsőcsúsztatók, és a kivirágzásra hajlamos komponensek.

8. feladat

Az aktív töltőanyagok növelik a gumi keménységét és szilárdságát és javítják a kopásállóságát és a maradó-deformációját.

9. feladat

A gumi hőállóságát elsősorban a kaucsuk típusa határozza meg. A maximális üzemeltetési hőmérsékletre azonban jelentős hatással van a térhálósító-rendszer, az öregedésgátló-rendszer és az alkalmazott lágyító.

10. feladat

Hagyományos; félhatásos; hatásos; peroxidos

11. feladat

SBR<NBR<<CR< EPDM

12. feladat

A keverék két kaucsukot tartalmaz, mennyiségük összesen: 54,80%

Az elméleti recept összetétel definíciója szerint az összes kaucsuk tartalmat kell 100 egységnek venni. Ezek alapján a hármas szabály alkalmazásával, könnyen meghatározhatók az egyes összetevők mennyisége az elméleti recepturában.

Összetevők	Tömegrész
IR	70,00
SBR 1500	30,00
N-330 korom	50,00
N-550 korom	10,00
Aromás lágyító	10,00
TMQ	1,00
6PPD	1,50
ZnO	5,00
Sztearinsav	2,01

Kén	2,30
CBS	0,60
TBzTD	0,07
Összesen	182,48

MUNKANYELV

IRODALOMJEGYZÉK

FELHASZNÁLT IRODALOM

Bartha Zoltán.: Gumiipari Kézikönyv, Taurus – OMIK, 1998.

W. Kleemann, K. Weber, Elastomer Processing, Formulas and Tables, Hanser/Gardner Publication, 1998

AJÁNLOTT IRODALOM

Manual for the Rubber Industry, Bayer AG, Rubber Business Group, Application Development Section, 1993. www.openlibrary.org

K. M. Pruett, Chemical Resistance Guide for Elastomers III, Compass Publication, La Jolla, CA, USA, 2005

www.okbi.hu /REACH

A(z) 7007–08 modul 010–es szakmai tankönyvi tartalomeleme felhasználható az alábbi szakképesítésekhez:

A szakképesítés OKJ azonosító száma:	A szakképesítés megnevezése
33 543 02 0001 52 01	Gumiipari technikus (az elágazásnak megfelelő szakirány megjelölésével)
33 543 02 0010 33 01	Abroncsgyártó
33 543 02 0010 33 02	Formacikk-gyártó
33 543 02 0010 33 03	Ipari gumitermék előállító
33 543 02 0100 31 01	Gumikeverék-készítő

A szakmai tankönyvi tartalomelem feldolgozásához ajánlott óraszám:

10 óra

MUNKANYAG

MUNKANYAG

A kiadvány az Új Magyarország Fejlesztési Terv
TÁMOP 2.2.1 08/1-2008-0002 „A képzés minőségének és tartalmának
fejlesztése” keretében készült.

A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap
társfinanszírozásával valósul meg.

Kiadja a Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet
1085 Budapest, Baross u. 52.
Telefon: (1) 210-1065, Fax: (1) 210-1063

Felelős kiadó:
Nagy László főigazgató