



Seregély István Zoltánné

Gumiipari vizsgálatok

3	4																	5	6	7	8	9
Li	Be																	B	C	N	O	F
11	12																	13	14	15	16	17
Na	Mg																	Al	Si	P	S	Cl
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31				32						
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga				Ge						
37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49				50						
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In				Sn						
55	56			73	74	75	76	77	78	79	80	81				82						
Cs	Ba			Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg				Tl						
87	88			106	107	108	109	110	111	112					113							
Fr	Ra			Sg	Rh	Hs	Mt	Ds	Rg	Uub					Cn							
						61	62	63	64	65	66	67				68						
						La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho						
						71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81						
						Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl						
						89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99						
						Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es						



A követelménymodul megnevezése:
Gumiipari technikus feladatok

A követelménymodul száma: 7007-08 A tartalomlem azonosító száma és célcsoportja: SzT-022-50



GUMIIPARI VIZSGÁLATOK

ESETFELVETÉS – MUNKAHELYZET

Első eset:

Anyagot készítenek a kalanderezéshez. Az anyag minőségének ellenőrzésénél veszik észre, hogy az anyag tárolási ideje lejárt. Feladat annak meghatározása, hogy az anyag felhasználható-e.

Második eset

A keverési folyamat egyik jellemzője a ciklus idő. Ezért ezt az értéket folyamatosan regisztrálják. Az előző nap gyártott 30 csomag BZ50 jelzésű keverék ciklus idejét legyűjtötték a rendszerből. Feladat a gyártás folyamatminőségének meghatározása.

SZAKMAI INFORMÁCIÓTARTALOM

BEVEZETÉS

Vizsgálatokat alapvetően két okból végeznek. Egyrészt, hogy meggyőződjenek (termék vagy folyamat) a minőségéről (megfelelőségéről vagy nem megfelelőségéről), másrészt, hogy valami ismeretlent feltárjanak. Az előbbi a minőségbiztosítás tárgyát képezi, míg az utóbbi döntően a kutatás területéhez tartozik. A vizsgálatok kivitelezését (például a vizsgálati minta előkészítését, vizsgáló eszközöket, berendezéseket, a mérési eredmények kiértékelését, dokumentálását, stb.) szabványok, vizsgálati módszerek pontosan leírják. Ezért itt csak a gumiiparban legáltalánosabban használt vizsgálatok lényegére térünk ki. A vizsgálati rendet, mit, hol, mikor, milyen vizsgálatot kell elvégezni a mindenkor érvényben lévő, az adott termékre, vagy gyártási folyamatra érvényes minőségellenőrzési terv tartalmazza.

A vizsgálat a következő lépésekből áll:

- Mintavétel (módját szabvány rögzíti, gyakoriságát a minőségellenőrzési terv tartalmazza)
- Minta előkészítése (szabvány vagy helyi előírás adja meg)
- Vizsgálat kivitelezése (szabvány, megrendelői, vagy gyártói előírás szerint)

- Mérési eredmények dokumentálása (szabvány, megrendelői, vagy gyártói előírás szerint)
- Eredmények értékelése (megfelelőség és / vagy minőségbiztonság szempontjából)

A gumiiparban alkalmazott vizsgálati módszereket általában két nagy csoportba sorolják: a fizikai vizsgálatokra és a kémiai vizsgálatokra, valamint mérik és értékelik a gyártási paramétereket, azaz vizsgálják a gyártási folyamat minőségét, megbízhatóságát.

FIZIKAI VIZSGÁLATOK

A fizikai vizsgálatokat a kaucsuk és a nyerskeverék feldolgozhatósági tulajdonságainak, valamint a gumi fizikai, mechanikai tulajdonságainak meghatározására használják. Vizsgálatokra vonatkozó érvényes magyar szabvány egy-két kivételtől eltekintve nincs, ezért a vizsgálatoknál a nemzetközi (ISO) szabványokra hivatkozunk. A fizikai vizsgálatok nagy száma miatt itt csak a legáltalánosabban, leggyakrabban a minőségellenőrzés szempontjából végzett vizsgálatokra térünk ki részletesen.

Vizsgálatok előkészítése

Próbatest készítése

A vizsgálati eredmények nagymértékben függenek a próbatest geometriájától, ezért a próbatest méretét és alakját a szabványok pontosan meghatározzák. Vulkanizált lemezből készített próbatestek előállítását írja le az ISO 4661/1-es szabvány. A próbatest készítés „egyszerű” stancolási művelet. Nagyon fontos, hogy az alakja pontos legyen, amelyet a megfelelően éles, a szabvány szerint kiképzett vágó-élel lehet elérni. A legkisebb hiba is jelentősen befolyásolhatja a vizsgálati eredményt.

A hengeres próbatesteket általában présben, a vizsgálati mintának megfelelő méretben készítik el, de előállíthatók stancolással lemezből is. Ilyenkor azonban ügyelni kell, hogy a próbatest deformáció mentes legyen. Különösen nagy figyelmet és jó vágóeszközt igényelnek a 4 mm-nél vastagabb próbatestek.

Amennyiben késztermékből kell a próbatestet elkészíteni, úgy megfelelő vágó, szeletelő berendezéssel kell a megfelelő vastagságú próbatestet előállítani.

Próbatestek kondicionálása

Az ISO 471-es szabvány rögzíti a vizsgálat kivitelezéséhez szükséges környezeti körülményeket (hőmérséklet, páratartalom). Valamennyi vizsgálatra igaz az, az elv, hogy a vizsgálat kivitelezése és a vulkanizálás között minimum 16 órának, maximum 4 hétnek kell eltelnie. A fent említett szabvány szerint a vizsgálatokat 23°C és 27°C környezeti hőmérsékletek között kell kivitelezni. A 23°C-hoz 50%-os páratartalom, míg a 27°C-hoz 65%-os páratartalom tartozik. A legtöbb vizsgálatot normál atmoszférikus körülmények között végzik, de az ISO 471-es szabvány, ajánlásokat tartalmaz az alacsony és magas hőmérsékleteken végzett vizsgálati körülményekre is.

Feldolgozhatósági vizsgálatok

A keverékek feldolgozhatósága nagyon fontos tulajdonság, amely magába foglalja, hogy a keverékből, a megfelelő feldolgozási technológiák alkalmazásával, jó minőségű termék készüljön. A feldolgozási tulajdonság megítélésére alapvetően két tulajdonságot vizsgálnak: a viszkoelasztikus folyási képességet és a vulkanizálási jellemzőket.

Viszkoelasztikus folyási képesség vizsgálata

Feldolgozás során a keverék nem-newtoni folyadékként viselkedik. A viszkoelasztikus viselkedés mérése történhet összenyomósos módszerrel, kifolyásos, és nyírótárcsás módszerrel.

Az *összenyomósos módszer* a feldolgozhatósági tulajdonság vizsgálatára vonatkozó legrégebbi módszer. Hátránya, hogy a nyírás sebesség sokkal a feldolgozás során fellépő nyírési sebességek alatt van, így a töltött keverékek a vizsgálat során nem törnek le, és a nyírési sebesség nem egyenletes a teljes próbatestben. A vizsgálati módszert az ISO 7323 szabvány írja le. A gyors képlékenységi vizsgálatot az ISO 2007 tartalmazza. Az összenyomósos módszer legáltalánosabb alkalmazási területe a képlékenység megmaradási index (**PRI = Plasticity Retention Index**) meghatározása természetes kaucsuknál. A PRI a természetes kaucsuk tárolhatóságára ad iránymutatást. A vizsgálatra vonatkozó szabvány: ISO 2930.

A *kinyomósos módszernél* a vizsgálati mintát egy csövön keresztül nyomják ki, és mérik a kifolyási sebességet és az ehhez szükséges nyomást. Ilyen vizsgálatokra extruderfejjel ellátott Brabender Plasticorder, mérőextrudert vagy kifolyási plasztométert használnak.

A *forgó rotoros mérési módszernél* a vizsgálati mintát temperált zárt térbe helyezik el, és adott fordulatszámmal forgó rotorral deformálják, és mérik a deformációhoz szükséges nyomatékot. Forgó rotoros vizsgálatot Mooney-plasztométerrel vagy kis belsőkeverővel ellátott Brabender Plasticorderrel lehet elvégezni. A gyakorlatban a Mooney féle viszkozitás mérés a legelterjedtebb.

A Mooney-készülékkel azt a forgatónyomatékot határozzák meg, amely ahhoz szükséges, hogy az előírt körülmények között, a keverék mintával kitöltött mérőtérben, a mérőtárcsa állandó szögsebességgel forogjon. A Mooney vizsgálatra vonatkozó szabvány az ISO 289.

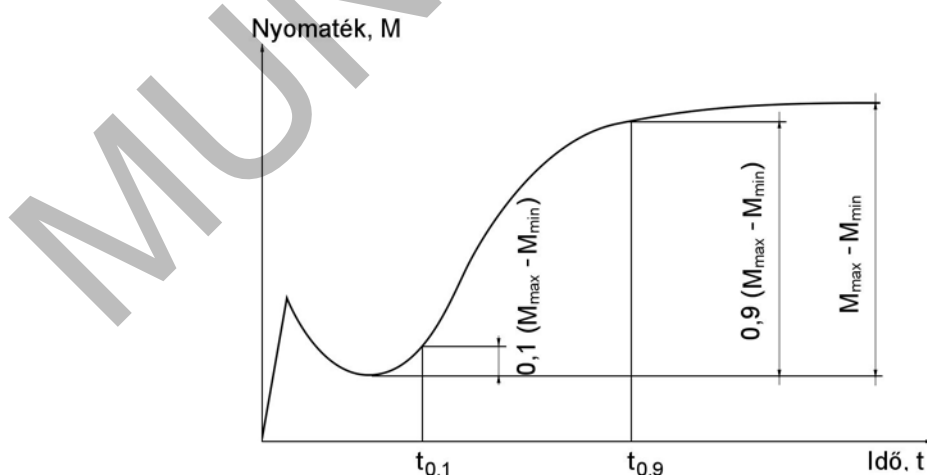
A Mooney készülékkel kaucsukok és keverékek látszólagos viszkozitása és a térhálósító-rendszert tartalmazó keverékek beégési ideje (vulkanizálási folyamat kezdeti ideje) határozható meg.

A látszólagos viszkozitást általában 100°C-on mérik, 1 percig tartó előmelegítés után indul a mérés és 4 percig tart. Mértékegysége MU (Mooney Unit = Mooney egység). A vizsgálati eredményt az alábbi formában adják meg: pl. ML_{1+4} 100°C-on 56 MU. Az M =Mooney készülék; L = rotor méret (általában úgy nevezett nagy rotort használnak jelölése: L , nagy viszkozitású anyagoknál használják a kis rotort, jelölése: S); „1+4” = előmelegítési idő percben kifejezve + a nyírési időtartam, amely végén a nyomaték leolvasása történik, percben kifejezve; ezt követi a vizsgálati hőmérséklet megadása, jelen példánkban ez 100°C.

A beégési idő meghatározásánál a vizsgáló kamrát az előírt hőmérsékletre (pl. 120; 140; 150°C) felfűtik, a továbbiakban a vizsgálatot a látszólagos viszkozitás mérésénél alkalmazott módon végzik, azzal a különbséggel, hogy a minta vizsgálatát addig végzik, amíg a forgatónyomaték a minimális nyomatékhoz képest 5 MU-gel emelkedik. Az ehhez tartozó idő a beégési idő (szkorcs idő). Tehát a beégési idő, a minimális nyomaték +5MU értékhez tartozó idő percben kifejezve.

Vulkanizálási jellemzők vizsgálata

A vulkanizálás során a képlékeny viszkoelasztikus tulajdonságú keveréket elasztikus gumivá alakítják át térháló létrehozásával. A vulkanizálás folyamat mérésének elve, hogy a vulkanizálási hőmérsékleten a keveréket kismértékben ciklikusan deformálják és a deformációhoz szükséges nyomatékot méri a berendezés. A mért nyomatékok arányosak az anyag, látszólagos nyírómodulusával (és egyben a térhálósodási fokkal, mivel a gumi nyírómodulusa egyenesen arányos a térhálósűrűséggel) és így a nyomatékváltozás arányos az anyag, térhálósodási fok változásával. A vulkanizálási jellemzők mérésére használt berendezéseknek két alaptípusa van: a rotoros és a rotor nélküli berendezések. A rotorral rendelkező berendezéseknél a deformációt, a rotorok oszcilláló mozgása, míg a rotor nélküli berendezéseknél a mintatartó oszcilláló mozgása biztosítja. Az előbbi vizsgálatra vonatkozó szabvány az ISO 3417, míg az utóbbira az ISO 6502 vonatkozik.



1. ábra. A vulkanizációs jelleggörbe

A vulkanizálási görbe jellemző pontjai:

- t_{10} a nyomaték görbe minimum pontjához képesti tíz százalékos nyomaték emelkedéséhez tartozó idő, amelyből a beégési idő becsülhető
- t_{50} a nyomaték görbe minimum pontjához képesti ötven százalékos nyomaték emelkedéséhez tartozó idő
- t_{90} a nyomaték görbe minimum pontjához képesti kilencven százalékos nyomaték emelkedéséhez tartozó idő. A keverék t_{90} -es értékét tekintik az anyag vulkanizálási idejének az adott hőmérsékleten 2–4 mm vastag anyag vulkanizálása esetén
- Minimális nyomaték érték
- Maximális nyomaték érték, amely korrelációban van az vizsgált anyag keménységével

Egyéb vizsgálatok

Az összetett termékeknel (pl. abroncs, hevedet, tömlő stb.) a felépítés szempontjából fontos a keverék nyerstapadása. A *nyerstapadás* az a képesség, hogy két keverék lemezt egymáshoz préselve összetapadnak. A nyerstapadás mérésre nincs sem hazai, sem nemzetközi szabvány. Ahol szükség van a nyerstapadás mérésére, ott saját mérési módszert dolgoznak ki. A mérés lényege, hogy a két keverék lemezt adott erővel adott ideig összenyomják és mérik a szétfejtéshez szükséges erőt.

A vulkanizálatlan anyag szilárdságának ismerete is fontos lehet egyes termékek előállításánál. A vulkanizálatlan keverék szilárdságát nyersszilárdságnak nevezzük. A *nyersszilárdság* mérésére az ISO 9026 szabvány vonatkozik.

A gumi tulajdonságainak vizsgálata

Keménység vizsgálata

A gumi keménységének mérése egy egyszerű és gyors módszer. Elve, hogy adott geometriájú nyomófej, meghatározott erő hatására, valamilyen mértékig belenyomódik a gumiba, miközben a gumi felülete nem roncsolódhat. A benyomódás mélysége, a benyomó erő és a gumi Young-modulusa közti kapcsolat matematikailag leírható. A keménység, modulus jellegű tulajdonság.

A keménységmérők háromféle elven működnek:

- Állandó nyomóerő hatására létrejövő benyomódást érik
- Meghatározott benyomódás eléréséhez szükséges erőt mérik, ebben az esetben a benyomó erő és a gumi Young-modulusa között egyenes arány áll fenn
- A benyomó erőt rugóval adják a gumira, ilyenkor mind a nyomóerő, mind a benyomódás mélysége függ a vizsgált gumitól¹

¹ Bartha Z. Gumiipari Kézikönyv, Taurus – OMIK, 1998. pp. 442.

A gumiipari gyakorlatban legelterjedtebb vizsgálati módszer az úgy nevezett Shore keménység mérés. A mérőműszer a harmadik elven működik a fent felsoroltak közül. Ennek a vizsgálati módszernek nagy előnye, hogy mind a lágygumi, mind a keménygumi keménységének vizsgálatára alkalmas. A lágygumi keménységének méréséhez Shore A skálát, míg a keménygumi méréséhez Shore D skálát használják. Ennek megfelelően a lágygumi keménységét $Sh^{\circ}A$ -ban, míg a keménygumi keménységét $Sh^{\circ}D$ -ben adják meg. A vizsgálat kivitelezéséhez minimum 3 mm vastag próbatest szükséges.

Ma már egyre inkább az első elven működő nemzetközi keménységi fok (IRHD) meghatározása kerül előtérbe. A vizsgálatra az ISO 48 szabvány vonatkozik, az előírás nagy előnye, hogy a nagyon vékony termékek keménységére is ad vizsgálati módszert, az úgy nevezett mikro keménység mérést.

Húzófeszültség – nyúlás vizsgálata

Ez a második legfontosabb vizsgálati módszer (a keménység mérés után). A módszer lényege az, hogy adott szabványosan elkészített próbatestet (piskóta vagy gyűrű) szakítógéppel, állandó sebességgel (500 ± 50 mm/perc) szakadásig nyújtják, és közben mérik a nyúlás – erő érték-párokat. Ezen érték-párok adják a feszültség – nyúlás görbét. Ma már a legtöbb vizsgáló berendezés szerves tartozéka a számítógép. Így a vizsgált minta vastagságának és a próbatest típusának megadása után, a berendezés a szakítószilárdság – nyúlás görbét rajzolja fel.



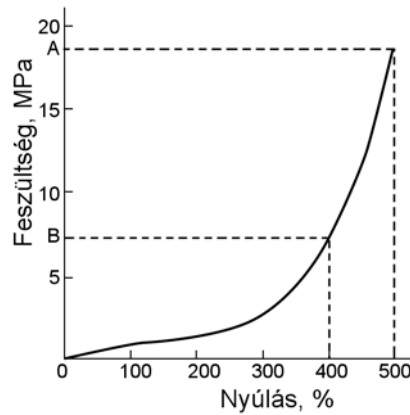
2. ábra. Piskóta alakú szakítási próbatest

A *szakítószilárdság* definíció szerint, a próbatest eredeti keresztmetszetére vonatkoztatott szakadáshoz szükséges erő, azaz a vizsgálat során fellépő maximális húzófeszültség. Mértékegysége: MPa, N/mm².

A *szakadási nyúlás* a szakadás pillanatában mért nyúlás. A nyúlást az adott próbatesten meghatározott (bejelölt) részén mérik, amely biztosítja a homogén nyújtás feltételeit.

Az előbb említett két tulajdonság mellett a szakás még meghatározni az adott nyújtáshoz tartozó feszültséget is. Ez az úgy nevezett „*gumi technológusi modulus*”, jelölése: pl. M100, ahol a „100” a nyúlás mértékét jelöli, ahol a feszültséget meghatározták.

A vizsgálatra az ISO 37 szabvány vonatkozik



3. ábra. A gumi feszültség - nyúlás jelleggörbéje (A=szakítószilárdság; B=M400)

Nyomófeszültség - összenyomódás vizsgálata

A vizsgálat lényege, hogy egy hengeres alakú próbatestet az alaplapjára merőlegesen, egyenletes sebességgel összenyomnak, és mérik az ehhez szükséges erőt.

Ha a nyomófelületek és a próbatest között tökéletes a „csúszás”, például a henger alakú próbatest összenyomás alatt megtartja henger formáját, azaz nem hasasodik ki. Ilyen esetben a nyomófeszültség - összenyomás függvény jó közelítéssel a következőképp írható le:

$$F/A = G \cdot (\lambda^{-2} - \lambda) = (E/3) \cdot (\lambda^{-2} - \lambda)$$

ahol: F=nyomóerő; A= a próbatest eredeti keresztmetszete; λ = a deformáció mértéke az eredeti magasságra vonatkoztatva, G= a gumi nyíró-modulusa; E= Young modulus

Ha a próbatest és a nyomófelületek között a „csúszás” teljesen hiányzik (pl. fémlemezek közé vulkanizált vagy ragasztott gumi esetében) a feszültség és az összenyomódás nem egyenletes a teljes próbatestben, a próbatest kihasasodik. Ebben az esetben a nyomófeszültség - összenyomás összefüggés nagy mértékben függ a próbatest alaki tényezőjétől. A feszültség - összenyomás kapcsolat az effektív összenyomási modulusal fejezhető ki:

$$E_c = E(A + BS^n)$$

ahol: E_c = az effektív összenyomási modulus, E= Young modulus, A= a próbatest eredeti keresztmetszete, B=állandó, S=alaki tényező (amelyet az összenyomott keresztmetszet és a szabad felület arányaként definiálnak)

A vizsgálatra vonatkozó szabvány: ISO 7743

Nyírófeszültség - nyíró deformáció vizsgálata

Ha egy hasáb alakú próbatest alját és tetejét az alapjával párhuzamos erővel egymáshoz képest elmozdítanak és mérik a fellépő erőt, akkor a nyírófeszültség és a nyíró deformáció között a következő kapcsolat áll fenn:

$$F/A=G \cdot e$$

ahol: F =nyomóerő; A = a próbatest alapjának területe; e = a nyíró deformáció (a hasáb alap- és fedőlapjának egymáshoz viszonyított elmozdulása osztva a hasáb magasságával), G = a gumi nyíró-modulusa

A mérés gyakorlati kivitelezéséhez szükséges a gumihasáb alsó és felső lapjának merev (pl. acél) lemezhez történő kötése. Ezt általában ragasztással vagy felületkezelt acéllemezre történő vulkanizálással érik el. Az erő ezekre a lemezre hat, így a nyírási deformáció mellett hajlítási deformáció is fellép. Ennek következtében látszólagos nyíró moduluszt mérünk. A látszólagos nyíró modulus és a valódi nyíró modulus között az alábbi összefüggés áll fenn:

$$G_c=G/[1+1/3 \cdot (h/a)^2]^2$$

ahol: G_c = a látszólagos nyíró modulus; G = a gumi nyíró modulusa; h = a hasáb magassága; a = a hasáb alapélének hossza.

A vizsgálatra az ISO 1827 szabvány vonatkozik.

Hasadási ellenállás vizsgálata

Hasadás sok gumi terméken előfordul, és ugyancsak hasadás figyelhető meg a kopási vagy fáradási folyamatnál. Ezért nem meglepő, hogy számos vizsgálati módszert fejlesztettek ki a hasadási ellenállás mérésére. Az ISO 34 szabvány öt különböző módszert ad meg, amelyhez négyféle próbatestet használnak. Ezek közül három módszer terjedt el általánosan: a *behasadási* -, a *továbbhasadási* - és a *nadrághasadási ellenállás vizsgálata*.

A *behasadási ellenállás* mérésénél, a 2 mm vastag vulkanizált lemezből a kistancolt szabvány szerinti próbatestet szakítógéppel, 500 mm/min sebességgel szétszakadásig húzzák és a fellépő legnagyobb erőt mérik. A behasadási ellenállás a fellépő legnagyobb erőnek a próbatest vastagságára vonatkoztatott értéke. Mérték egysége: N/mm.



4. ábra. Próbatest alakja a behasadási ellenállás méréséhez

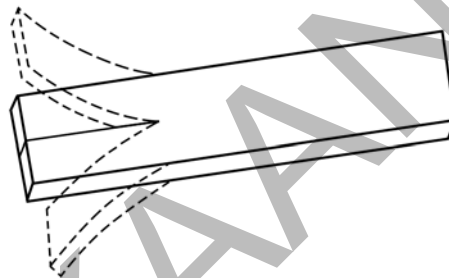
² Bartha Zoltán,. Gumiipari Kézikönyv, Taurus – OMIK, 1998. pp. 445.

A *továbbhasadási ellenállás* mérésénél, a 2 mm vastag vulkanizált lemezből a kistancolt szabvány szerinti próbatest közepén, a húzás irányára merőleges 1 mm mély bemetszés található. A próbatestet szakítógéppel, 500 mm/min sebességgel szétszakadásig húzzák és a fellépő legnagyobb erőt mérik. A továbbhasadási ellenállás a fellépő legnagyobb erőnek a próbatest vastagságára vonatkoztatott értéke. Mérték egysége: N/mm.



5. ábra. Próbatest alakja a továbbhasadási ellenállás méréséhez

A *nadrághasadási ellenállás* mérésénél a szakítási sebesség 100 mm/min. A szakítási diagramból az átlagos szétszakítási erőt határozzák meg, és ezt vonatkoztatják a próbatest vastagságára.



6. ábra. Próbatest alakja a nadrághasadási ellenállás méréséhez

Visszapattanási rugalmasság vizsgálata

A módszer lényege, hogy egy adott geometriájú, ismert energiájú, és sebességű testet ütköztetnek a gumival, és mérik a visszanyert energiát. Erre általában ingás készüléket használnak. A vizsgálat eredményét nagymértékben befolyásolja a vizsgálóberendezés paraméterei. A két legelterjedtebb berendezés a Lüpke féle inga és a Schob féle inga. A visszapattanási rugalmasság értékét a következő összefüggéssel számolják ki:

$$R = (E_1 / E_0) \cdot 100$$

ahol: R= visszapattanási rugalmasság (%); E₀= az ütköző test visszapattanás előtti energiája;
E₁= az ütköző test visszapattanás utáni energiája.

Vizsgálatra vonatkozó szabvány az ISO 4662 (Lüpke féle inga és a módosított Schob féle inga használata esetén).

Maradó alakváltozás vizsgálata

A maradó alakváltozás vizsgálat során a próbatestet adott ideig és hőmérsékleten állandó deformációnak teszik ki. A deformáció megszüntetése után, adott ideig pihentetik a próbatestet, és utána ismételtlen megméri a próbatest magasságát. A deformáció lehet nyúlás, összenyomás és nyírás. A gyakorlatban a nyújtás és az összenyomás okozta maradó alakváltozás vizsgálata terjedt el.

Maradó alakváltozás vizsgálata nyújtás hatására (maradó nyúlás vizsgálata állandó nyújtás mellett)

A maradó nyúlást általában piskóta alakú próbatest közepén bejelölt szakaszán mérik. A leggyakrabban előforduló nyújtás mértéke a szakadási nyúlás 75%-a. A vizsgálatra az ISO 2285 szabvány vonatkozik. A maradó nyúlás értékét a következő egyenlettel számolják ki.

$$\delta = [(l - l_0) / l_0] * 100$$

ahol: δ = a maradó nyúlás értéke (%); l_0 = a próbatesten bejelölt vizsgálati szakasz hossza (mm) a vizsgálat előtt; l = a próbatesten bejelölt vizsgálati szakasz hossza (mm) a pihentetés után.

Maradó alakváltozás vizsgálata összenyomással (maradó összenyomódás vizsgálatot a gumiipari gyakorlatban csak *maradó deformáció* vizsgálatnak nevezik)

A maradó összenyomódás értéke megmutatja, hogy a vizsgált anyag adott hőmérsékleten, adott ideig tartó, és adott mértékű összenyomás után, mekkora (hány %-os) a maradandó alakváltozás. A maradó deformáció méréshez általában hengeres alakú próbatestet használnak. A próbatestet adott mértékre összenyomják, és adott hőmérsékleten, adott ideig tartják. A vizsgálati idő lejártá után a deformációt megszüntetik, és meghatározott ideig pihentetik a próbatestet feszültség mentes állapotban. A pihentetési idő eltelte után megméri a próbatest magasságát. A vizsgálatra az MSZ ISO 815 szabvány vonatkozik. A maradó összenyomódás (maradó deformáció) értékét a következő összefüggéssel számolják ki:

$$C = [(h_0 - h_1) / (h_0 - h_c)] * 100$$

ahol: C = a maradó összenyomódás értéke (%); h_0 = a próbatest magassága vizsgálat előtt (mm); h_c = a próbatest magassága összenyomott állapotban (mm); h_1 = a próbatest magassága (mm) pihentetés után.

Kopás vizsgálata

Amikor egy gumi felület hozzányomódik egy másik szilárd felülethez, és a két felület egymáshoz képest elmozdul, a gumiból kisebb nagyobb részek hasadnak ki. Ez a gumi tömegének csökkenéséhez vezet. Ezt a jelenséget nevezzük kopásnak, amely nagyon összetett folyamat eredménye. A gumiipari gyakorlatban a legelterjedtebb vizsgálati módszer az, amikor egy szabványos minőségű csiszolóvászonnal bevont felületű forgódobon, meghatározott erővel rányomott próbatestet, állandó sebességgel, meghatározott úthosszon, a dob tengelyével párhuzamosan csúsztatnak. A kopást a kopási veszteséggel jellemezzik. Mérték egysége: mm³. A kopási veszteséget az alábbiak szerint számítják:

$$A=[K*(m/\rho)]*10^3$$

ahol: A= kopási veszteség (mm³); m= a próbatest tömeg vesztesége (g); ρ= a vizsgált gumi sűrűsége (g/cm³); K= a koptató felület minőségi tényezője, amelyet minden esetben vizsgálattal kell meghatározni.

K érték meghatározása:

A csiszolópapír felületi minőségének meghatározásához a szabvány szerinti összehasonlító gumit szabványosan lekoptatnak és mérik a tömeg veszteséget. A szabványos gumiból a vizsgálat alatt 200 ± 20 mg lehet a tömeg veszteség. A 200 ± 20 mg érték alatti vagy fölötti tömegveszteség esetén a csiszolópapír minősége nem megfelelő.

$$K=200/m_v$$

ahol: m_v = a szabványos összehasonlító keverék tömeg vesztesége.

A vizsgálatra az ISO 4649 szabvány vonatkozik.

Vegyszerállóság vizsgálata

Vegyszerállósági vizsgálatoknál a vizsgálat tárgyát képező gumit adott közegben, meghatározott hőmérsékleten, adott ideig kezelik és a kezelés alatt bekövetkező tömeg, és térfogat, valamint fizikai és mechanikai tulajdonság (általában szakadási szilárdság, szakadási nyúlás, keménység stb.) változását határozzák meg.

A duzzadás időbeli folyamat, amelynek határértéke az egyensúlyi duzzadással fejezhető ki. Az egyensúlyi duzzadás több részfolyamat eredője: a kaucsuk fizikai duzzadása, a lágyító kioldódása és a kaucsuk valamint egyes komponensek degradációja.

A duzzadás kiszámítása:

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

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

ahol: D_{tf} = térfogati duzzadás; V_0 = a gumi duzzadás előtti térfogata; V_d = a gumi duzzadás utáni térfogata; D_m = tömeg szerinti duzzadás; M_0 = a gumi duzzadás előtti tömege; M_d = a gumi duzzadás utáni tömege

A vizsgálat kivitelezésének pontos körülményeit (próbatest alakját, méretét, a kezelés végzésére alkalmas berendezést, a mintavételi időpontokat, stb.) az ISO 1817 szabvány rögzíti.

Tapadás vizsgálata

A gumitermékek jelentős része tartalmaz valamilyen erősítő anyagot (szilárdság hordozókat). Ezek lehetnek különböző műszaki textíliák, sodronyok, huzalok, stb. Az abroncsok, hevederek, légrugók, tömlők, stb. úgy nevezett összetett termékek a szilárdság hordozók mellett több különböző minőségű gumit is tartalmaznak. A termékek tökéletes működéséhez szükséges, hogy a gumi és a szilárdsághordozó anyag, valamint a különböző gumik kémiaiilag kötött szerkezetet alkossanak. A tapadási vizsgálatok célja meggyőződni arról, hogy a különböző szerkezeti elemek között valóban kémiai kötések jöttek-e létre. A tapadási vizsgálatokat négy csoportba sorolhatjuk:

- Gumi – gumi tapadás
- Fém – gumi tapadás
- Acélkord – gumi tapadás
- Textil – gumi tapadás

A *gumi-gumi tapadás* mérésére nincs nemzetközi szabvány. Különböző termék szabványokban található előírások a vizsgálat kivitelezésére. Az vizsgálatokhoz általában 25 mm széles, 400 mm hosszú csík alakú próbatestet használnak, amelyet 100mm/min húzósebességgel szakítógépen szétfejtenek, és felveszik az erő – elmozdulás diagramot. Meghatározzák az átlagos szétfejtési erőt, amelyet a vizsgálati szélességgel osztva kapják meg a tapadási értéket. Mértékegysége: N/mm.

A *fém-gumi tapadás* vizsgálatára két nemzetközi szabvány is vonatkozik. ISO 813 és az ISO 814. A vizsgálat lényege, hogy a gumit ráragasztják vagy felületkezelt fémhez hozzávulkanizálják a gumit, és a próbadarab alakjától függően 25 mm/min vagy 50 mm/min sebességgel a próbatestet szakítógéppel tönkremenetelig húzzák.

A *kord-gumi tapadás* mérésére sok nemzeti szabvány, gyártói vizsgálati módszer létezik, de ezek eredményei nem összehasonlíthatók egymással. Nemzetközi szabvány azonban nincs. A vizsgálatok elve az, hogy a vizsgálandó textilszálat, fémszálat (kordot, sodronyt) egy gumitömbbe vulkanizálják, és mérik a kihúzáshoz szükséges erőt. Az eredményt N/beágyazási hossz mm -ben szokás megadni.

A *textil-gumi tapadás* mérésénél a két szerkezeti anyagot határfelületükön adott sebességgel szakítógépen szétválasztják, és mérik a lefejtéshez szükséges erőt. A textil-gumi tapadás értéke a próbatest szélességére vonatkoztatott lefejtési erő. Mértékegysége: N/mm. A vizsgálatra az ISO 36 szabvány vonatkozik.

Öregedés vizsgálata

A gumit üzemeltetés közben különböző környezeti hatások (hő, fény, nedvesség, ózon, stb) is éri. A környezeti hatásokra bekövetkező változásokat nevezzük öregedésnek. Itt most csak a hő és ózon okozta öregítő hatásának mérésével foglalkozunk.

Hőöregítési vizsgálatok alatt a tartósan magas hőmérséklet hatására bekövetkező tulajdonságváltozás meghatározását értjük. Ilyenkor a tulajdonságváltozást tulajdonképpen a levegő oxigénje és a hő együttes hatása okozza.

A vizsgálat reprodukálhatóságának érdekében az öregítő-készülékben a hőmérséklet eloszlásnak egyenletesnek kell lennie. A tényleges és mért hőmérséklet között az eltérés 100°C-ig maximum 1°C, és 100°C felett maximum 2°C lehet. A levegőnek naponta minimum háromszor, maximum tízszer ki kell, hogy cserélődjön. A vizsgálatoknál gondot kell fordítani arra is, hogy egy időben csak azonos anyagokat kezeljenek és a minták térfogata nem lehet több, mint az öregítő tér térfogatának 10%-a.

Az öregedési folyamatot általában fizikai-mechanikai tulajdonságok (szakadási szilárdság, szakadási nyúlás, keménység stb.) változásával követik nyomon.

A levegőben végzett hőöregítési vizsgálatokra az ISO 188 szabvány vonatkozik.

Ózonöregítési vizsgálat során, a légkörben jelenlévő ózon hatására bekövetkező degradáció mértékét mérik. A vizsgálatot, a légkörben előforduló ózon koncentrációnál lényegesen nagyobb ózon koncentrációjú térben, feszített állapotú próbatesten végzik. A feszített próbatest azért szükséges, mivel az ózon a gumi felületén található kettőskötéseket támadja, Az ózon molekula nem képes bediffundálni a gumiba, így a feszítetlen gumin jelentős tulajdonság romlást nem hoz létre. A megfeszített állapotú gumi esetén a kettőskötések elszakadása következtében a nyújtott állapotú láncmolekulák elszakadása következtében az új láncmolekula végek eltávolodnak egymástól („visszagombolyodnak”), ezáltal új, az ózon számára ismételten támadható felület képződik. A vizsgálatokhoz leggyakrabban alkalmazott ózon koncentráció: 50 pphm (part per hundred million= 1 századmilliomod térfogatrész) vagy 200 pphm, a hőmérséklet: 30°C, a próbatest nyújtása: 20%.

A vizsgálatra az ISO 1431 szabvány vonatkozik.

KÉMIAI VIZSGÁLATOK

A kémiai vizsgálatok magukba foglalják az alapanyagok (kaucsuk, térhálósítók, öregedésgátlók stb.) minőségének –a specifikációban rögzített tulajdonságainak (fizikai és kémiai) ellenőrzését, valamint a gumi kémiai összetételének meghatározását.

Alapanyag vizsgálatok

Az alapanyag vizsgálatok a mintavétellel és az előkészítéssel kezdődnek, hiszen ezek a lépések döntően befolyásolhatják a mérési eredményeket. A mintavétel módját és a minta előkészítését szabványok pontosan leírják. Ilyen szabvány például az MSZ ISO 1795, amely a természetes és műkaucsukok mintavételét, és vizsgálatra való előkészítését írja le, vagy az ISO 1124 amely a korom mintavételét szabályozza.

Az alapanyag vizsgálatok széles választékából összefoglaltunk néhány kaucsukra, töltőanyagra és lágýtóra vonatkozó alapvető vizsgálatot az 1. – 3. táblázatokban.

1. táblázat. Kaucsuk vizsgálati módszerei

Vizsgálat	Szabvány	NR	BR	SBR	EPDM	NBR	CR
Nedvesség tartalom	ISO 248	+	+	+	+	+	+
Hamu tartalom	ISO 247	+	+	+	+	+	+
Nitrogén tartalom	ISO 1656					+	
Kötött ACN tartalom	ISO 3900					+	
cis 1,4 tartalom	FT-IR		+				
Szappan és szerves-sav tartalom	ISO 7781			+			
Kötött sztirol tartalom	ISO 2453			+			
Etilén tartalom	ASTM D 3900				+		
Etilidén-norbordén tartalom	ASTM D 6047				+		
ETA extrakt*	ASTM D 5774			+			

*=olajjal extendált kaucsukoknál

2. táblázat. Töltőanyag vizsgálati módszerei

Vizsgálat	Szabvány	Korom	Precipitált kovasav	Kaolin
Jódszám	ASTM D1510	+		
CTAB adszorpció	ASTM D 3765	+		
CTAB adszorpció (pH=7)			+	
DBP abszorpció	ASTM D 2414	+		
24M4-DBP abszorpció	ASTM D 3493	+		
Illóanyag tartalom	ASTM D 1509	+		
Illóanyagtartalom	MSZ EN ISO 787/2		+	+
Hamutartalom	ASTM D 1506	+		
Kéntartalom	ASTM D 1619	+		
Egyedi pellet szilárdság	ASTM D 5230	+		
Portartalom	ASTM D1508	+		
Szitamaradék	ASTM D 1514	+		
Szita maradék	MSZ EN ISO 787/7		+	

Toluol elszínezés	ASTM D 1618	+		
Térfogattömeg	ASTM D 1513	+		
Tömörített halmazsűrűség	MSZ EN ISO 787/11		+	
pH érték	ASTM D1512	+		
pH érték	MSZ EN ISO 787/9		+	+
Fajlagos felület (N2)	ISO 5794/1, D függ.		+	
Elektromos vezetőképesség	MSZ EN ISO 787/14		+	
SiO2 tartalom	MSZ EN ISO 3262/17		+	
Izzítási veszteség	MSZ EN ISO 3262/11		+	
Izzítási veszteség	DIN 51001			+
Cu tartalom (izzított anyag)	ISO 5794/1, A függ.		+	+
Mn tartalom. (izzított anyag)	ISO 5794/1, B függ.		+	+
Fe tartalom. (izzított anyag)	ISO 5794/1, C függ.		+	+
Összetétel meghatározás	DIN 51001			+
Olajszám	MSZ EN ISO 787/5			
Sűrűség	MSZ EN ISO 787/10		+	+

3. táblázat. Lágýtók vizsgálati módszerei

Vizsgálat	Szabvány	Ásványolaj	Észter típusú lágýtó
Viszkozitás, kinematikai	MSZ EN ISO 3104	+	+
Viszkozitás-sűrűség konstans (VGC)	DIN 51378	+	
Sűrűség	ISO 12185	+	+
Anilinpont	MSZ EN I SO 2977	+	
Szén típus eloszlás (CA/CN/CP)	ASTM D 2140	+	
Lobbanáspont (COC)	MSZ EN ISO 2592	+	+
Törésmutató	EN ISO 6320	+	+
Dermedéspont	MSZ ISO 3016	+	+
Refrakciós metszet	DIN 51378	+	
Kén tartalom	MSZ EN ISO 14596	+	
Szín	ISO 2049	+	
Párolgási veszteség	ASTM D 972	+	
Noack féle illékonyág	ASTM D 5800	+	
Víz tartalom	DIN 51777		+
Savszám	ISO 2114		+
Színszám (Hazen)	ISO 6271		+

A gumi kémiai összetételének meghatározása

A gumi összetételének vizsgálatánál a gumit alkotó fő komponensek minőségi és mennyiségi meghatározása a cél. A kémiai összetétel meghatározása fizikai és kémiai elválasztási műveletekből, ezt követően az elválasztott anyagcsoportok minőségi és mennyiségi kémiai elemzéséből áll. Ehhez klasszikus analitikai, és modern műszeres fizikai, és kémiai módszereket alkalmaznak. A gumit alkotó anyagokat analitikai szempontból négy nagy csoportba sorolhatók: polimerek, szerves oldószerrel oldatba vihető, nem nagy molekulatömegű ($M < 1000$) vegyületek (pl. lágyítók, gyorsítók, öregedésgátlók, stb.), korom és a szervetlen komponensek. Az előbbieken felsorolt négy anyagcsoport egymástól általában jól elválasztható. A kis molekulatömegű szerves anyagok a mintából szerves oldószerrel extrahálhatók. Az extrahált mintát nitrogén áramban hevítve (pirolízis) a polimerek degradálódnak, és az illékony bomlástermékek desztillációval elválaszthatók. A pirolízis utánmaradékot levegőn izzítva, a korom mennyiségileg eltávolítható. Az így kapott maradék hamu tartalmazza a szervetlen komponenseket, főleg fém-oxidok formájában, de mellette található fém-karbonát, -szulfát, -szilikát.³

A GYÁRTÁSI FOLYAMAT VIZSGÁLATA

A folyamat vizsgálat célja az, hogy egy folyamat egy vagy több jellemzőjét a múltbeli viselkedése alapján, egy jövőbeni időpontra kiszámíthassuk (vagyis megadhatjuk, adott valószínűséggel, hogy milyen határok közötti értékeket vesz fel), ha a folyamat stabil. Másképp fogalmazva: folyamat vizsgálat célja, hogy meghatározhatjuk (adott valószínűséggel) a folyamatjellemző várható értéktartományát, stabil folyamat esetében. A stabilitásnak nem egyenes következménye az, hogy a jellemző érték az előírt határok között van, azaz milyen a folyamat teljesítőképessége. A képességvizsgálat célja annak megállapítása, hogy a folyamat képes-e az előírásoknak megfelelő jellemző-értéket biztosítani. A folyamatok beállítása során először mindig a stabilitásról kell gondoskodni, és ezután értékelni kell azt, hogy az ingadozás középpontjának beállítása és az ingadozás mértéke elfogadható-e.

A folyamatképesség vizsgálata szűkebb értelemben indexek kiszámítását jelenti. Ezeket eredetileg a normális eloszlás szerinti ingadozó jellemzőkre dolgozták ki, de bizonyos megfontolásokkal más eloszlású valószínűségi változókra is használhatók. A tulajdonképpeni kérdés az, hogy a gyártott termék mekkora hányadára lesz igaz, hogy valamely jellemzője (pl. tömege, hőmérséklete) az előírt határok közé esik. Az előírt határokat az USL (alsó tűréshatár) és az LSL (felső tűréshatár) adatok jellemzik.

A folyamatvizsgálatnál használt legfontosabb fogalmak:

Tűrésmező: Az alsó (LSL) és a felső tűréshatár (USL) által határolt tartomány. Rendszerint a mérnöki megfontolások, vevői elvárások határozzák meg az elfogadható értékek tartományát, és a tűréshatárokat.

³ Bartha Zoltán, Gumiipari Kézikönyv, Taurus – OMIK, 1998. pp. 473

A természetes ingadozás határai: Stabil folyamatra a véletlen ingadozás határai normális eloszlás esetén a $\pm 3\sigma$ szabállyal adhatók meg. Azaz egy normális eloszlású valószínűségi változó 0,9973 valószínűséggel a várható értéke körül $\pm 3\sigma$ intervallumban vesz fel értékeket. E határokat nevezzük a természetes ingadozás alsó (LNTL) és felső (UNTL) határának.

Minőség-képességi indexek: A képességvizsgálat célja annak megállapítása, hogy a folyamat képes-e az előírásoknak megfelelő jellemző értékeket szolgáltatni. Egyszerű megközelítésben a folyamatképesség értelmezhető, illetve megadható a következő indexekkel:

1. C_p = a stabil folyamat képességi indexe, definíció szerint: $C_p = (USL - LSL) / 6\sigma$

ahol: σ = a folyamatot jellemző egyedi értékek eloszlásának standard szórása. Számítása:

$$\sigma = \{[\sum(x_i - \bar{x}_{\text{átl}})^2] / (n - 1)\}^{1/2}$$

ahol: x_i = egyedi érték; $\bar{x}_{\text{átl}}$ = egyedi értékek átlaga; n = a mérések száma

Ha a várható érték a tűrésmező közepén van, C_p a Gauss-görbe alatti terület azon részének aránya, mely a tűrésmezőbe esik. Hibája, hogy nem veszi figyelembe a mért értékek középpontjának eltolódását. Ennek kiküszöbölésére vezették be a következő indexeket.

2. C_{pu} = felső képességi index, definíció szerint: $C_{pu} = (USL - \mu) / (3 * \sigma)$
3. C_{pl} = alsó képességi index, definíció szerint: $C_{pl} = (\mu - LSL) / (3 * \sigma)$

ahol μ = a várható érték

Ha $C_{pu} = C_{pl}$, az ingadozás centruma éppen a tűrésmező közepe, ekkor a két index nem csak egymással, hanem C_p -vel is megegyezik. A középtől való eltolódás esetén a termékek egy része kiesik a tűrésmezőből.

4. C_{pk} = a valós, stabil folyamat képességi indexe, definíció szerint: C_{pk} vagy C_{pl} minimum értéke

A C_{pk} figyelembe veszi az egyedi minták átlagának a névleges értéktől való eltérését is. Azaz nem a szabályozottság lehetőségére utal, hanem a valóságos szabályozottsági szintet tükrözi.

Ha $C_p = C_{pk}$, a folyamat szabályozott, az átlag eltolódást előidéző (veszélyes) hiba nincs a rendszerben.

Az ipari gyakorlatban általánosan elfogadott minőségi kategóriák a következők.

$C_p, C_{pk} > 1,33$ a folyamat jól kézben tartott, szabályozott.

$1 < C_p, C_{pk} < 1,33$ az ingadozások csökkentésével a szabályozottság javítható.

$C_p, C_{pk} = 1,0$ a folyamat szabályozottságának nincs tartaléka, az ingadozást csökkenteni kell.

$C_p, C_{PK} < 1$ a folyamat jól kézben tartott, szabályozatlan.

Összefoglalás

Áttekintettük a gumiiparban használt legfontosabb fizikai, kémiai vizsgálatokat valamint a gyártási folyamat vizsgálatot.

Az **első** esetben felvetett feladatnál a fizikai vizsgálatokkal kapcsolatos ismeretek hasznosíthatók. Tárolási idő belül a keverék problémamentesen feldolgozható. A túltárolt keverékekkel kapcsolatban leggyakoribb probléma, hogy térhálósodási folyamat indulhat el, amely lényegesen ronthatja a keverék további feldolgozhatóságát. Ezek főleg vulkanizálás korai megindulása (beégés) miatt jelentkeznek. Ebből következik, hogy meg kell vizsgáltatni a keverék beégési idejét. Ennek menete a következő:

Mintavétel, vizsgálat kérése / kiírása (Mooney beégés 150°C-on), vizsgálat kivitelezése, eredmény értékelése

A vizsgált anyag beégési idejére az előírt érték:

Mooney beégés 150°C-on minimum: 5,5 min

A vizsgált anyag mért beégési ideje:

Mooney beégés 150°C-on: 6,3 min

Tehát az anyag felhasználható.

A második esetben felvetett feladat elvégzéséhez az alábbi adatok állnak rendelkezésre:

A regisztrált ciklus idők az alábbiak:

mérés	érték [sec]	mérés	érték [sec]	mérés	érték [sec]
1	295,3	11	303,3	21	303,3
2	295,4	12	298,3	22	302,3
3	297	13	303,3	23	301,3
4	304,3	14	304,3	24	299,3
5	298,3	15	301,3	25	303,3
6	297,3	16	304,3	26	304,3

7	296,3	17	300,3	27	300,3
8	296,3	18	301	28	303,3
9	295,3	19	304,3	29	300
10	295,3	20	302,3	30	300,3

BZ50 keverék ciklus idejére vonatkozó alsó tűréshatár LSL=280,49 sec; a felső tűréshatár USL=314,49 sec

Az értékelt mérésekből számított várható érték (a mérési eredmények átlaga) $\mu=300,37$ sec, az adatok szórása: $\sigma=3,19$

$$C_p=(USL-LSL)/6\sigma=1,776$$

$$C_{PU}=(USL-\mu)/(3*\sigma)=1,438$$

$$C_{PL}=(\mu-LSL)/(3*\sigma)=2,115$$

$$C_{PK}=1,438$$

A folyamat jól kézben tartott, szabályozott, a középérték elhanyagolható mértékben eltolódott.

TANULÁSIRÁNYÍTÓ

A vizsgálatok elvének, módszereinek elméleti elsajátítása után tanulmányozza az anyagban szereplő szabványokat.

Gyakorlati helyén ismerje meg a vizsgáló berendezéseket és sajátítsa el a mérések kivitelezését. Saját mérései alapján értékelje a vizsgált minta minőségét.

Válasszon ki egy egyszerű gumi terméket. Határozza meg, hogy terméket alkotó gumielemegeknek milyen műszaki és technológiai követelményeket kell kielégítenie. A követelmények kielégítéséhez milyen tulajdonságokkal rendelkeznie a választott elemeknek. Ezek alapján állítsa össze a vizsgálati programot.

Munkahelyén gyűjtsön folyamatjellemzőket (pl. ürítési hőmérséklet, ciklusidő, extrudátum külső átmérője, kalanderezett lemez vastagsága, stb.). Gyakorolja a folyamatképességi indexek kiszámításait. Ezek alapján állapítsa meg a vizsgált folyamat minőségét.

ÖNELLENŐRZŐ FELADATOK

1. feladat

Sorolja fel a vizsgálat lépéseit!

2. feladat

Sorolja fel a vizsgálat előkészítésének főbb lépéseit!

3. feladat

Határozza meg a fizikai, valamint a kémiai vizsgálatok célját!

4. feladat

Sorolja fel a viszkoelasztikus folyási képesség mérésére használható módszereket!

5. feladat

Írja le a Mooney féle viszkozitás mérés elvét!

6. feladat

Fejtse ki, mit jelent a következő adat: ML1+4 100°C: 63 MU!

7. feladat

Írja le a beégési idő meghatározásának lényegét!

8. feladat

Írja le a vulkanizálási folyamat mérésének elvét!

9. feladat

Határozza meg a vulkanizálási görbe jellemző pontjait!

10. feladat

Írja le a keménység mérés elvét!

11. feladat

Határozza meg a szakítószilárdság és a szakadási nyúlás fogalmakat!

12. feladat

Sorolja fel a hasadási ellenállás mérésének típusait!

13. feladat

Írja le a maradó alakváltozás vizsgálat elvét és típusait!

Gumiipari vizsgálatok

14. feladat

Írja le, hogyan számítják ki a kopási veszteséget!

15. feladat

Sorolja fel a tapadási vizsgálatok fajtáit!

16. feladat

Határozza meg a hő- és ózonöregítési vizsgálatok célját!

17. feladat

Határozza meg a folyamat vizsgálat célját!

<hr/> <hr/> <hr/>

MUNKANYAG

MEGOLDÁSOK

1. feladat

Mintavétel, minta előkészítése, vizsgálat kivitelezése, mérési eredmények dokumentálása, eredmények értékelése.

2. feladat

A próbatest készítése és kondicionálása.

3. feladat

A fizikai vizsgálatok célja, a kaucsuk és a nyerskeverék feldolgozhatósági tulajdonságainak, valamint a gumi fizikai, mechanikai tulajdonságainak meghatározása.

A kémiai vizsgálatok célja, az alapanyagok (kaucsuk, térhálósítók, öregedésgátlók stb.) minőségének –a specifikációban rögzített tulajdonságainak (fizikai és kémiai)– ellenőrzése, valamint a gumi kémiai összetételének meghatározása.

4. feladat

Összenyomósos, kinyomósos, és a forgó rotoros mérési módszer

5. feladat

A Mooney féle viszkozitás mérés elve az, hogy a vizsgálati mintát temperált zárt térbe helyezik el és adott fordulatszámmal forgó rotorral deformálják, és mérik azt a forgatónyomatékot, amely az előírt körülmények között, a keverék mintával kitöltött mérőtérben, a mérőtárcsa állandó szögsebességű forogásához szükséges.

6. feladat

Az anyag, látszólagos viszkozitását Mooney viszkoziméteren nagy rotorral, 100°C-on, egy percre tartó előmelegítés és négy percre tartó mérés után 63 Mooney egység.

7. feladat

A beégési idő meghatározásánál a vizsgáló kamrát az előírt hőmérsékletre (pl. 120; 140; 150°C) felfűtik, a továbbiakban a vizsgálatot a látszólagos viszkozitás mérésénél alkalmazott módon végzik, azzal a különbséggel, hogy a minta vizsgálatát addig végzik, amíg a forgatónyomaték a minimális nyomatékhoz képest 5 MU-gel emelkedik. Az ehhez tartozó idő a beégési idő (szkorcs idő). Tehát a beégési idő, a minimális nyomaték +5MU értékhez tartozó idő percben kifejezve.

8. feladat

A vulkanizálás folyamat mérésének elve, hogy a vulkanizálási hőmérsékleten a keveréket kismértékben ciklikusan deformáljuk és a deformációhoz szükséges nyomatékot méri a berendezés. A mért nyomatékok arányosak az anyag, látszólagos nyíró moduluszával (és egyben a térhálósodási fokkal, mivel a gumi nyíró modulusza egyenesen arányos a térhálósűrűséggel) és így a nyomatékváltozás arányos az anyag, térhálósodási fok változásával.

9. feladat

A vulkanizálási görbe jellemző pontjai:

t10 a nyomaték görbe minimum pontjához képesti tíz százalékos nyomaték emelkedéséhez tartozó idő, amelyből a beégési idő becsülhető.

t50 a nyomaték görbe minimum pontjához képesti ötven százalékos nyomaték emelkedéséhez tartozó idő.

t90 a nyomaték görbe minimum pontjához képesti kilencven százalékos nyomaték emelkedéséhez tartozó idő. A keverék t90-es értékét tekintik az anyag vulkanizálási idejének az adott hőmérsékleten 2–4 mm vastag anyag vulkanizálása esetén.

Minimális nyomaték érték

Maximális nyomaték érték, amely korrelációban van a vizsgált anyag keménységével.

10. feladat

A keménység mérés elve, hogy adott geometriájú nyomófej, meghatározott erő hatására, valamilyen mértékig belenyomódik a gumiba, miközben a gumi felülete nem roncsolódhat.

11. feladat

A szakítószilárdság, a próbatest eredeti keresztmetszetére vonatkoztatott szakadáshoz szükséges erő, azaz a vizsgálat során fellépő maximális húzófeszültség. A szakadási nyúlás a szakadás pillanatában mért nyúlás.

12. feladat

Behasadási ellenállás, továbbhasadási ellenállás, nadrághasadási ellenállás.

13. feladat

A maradó alakváltozás vizsgálat során a próbatestet adott ideig és hőmérsékleten állandó deformációnak teszik ki. A deformáció megszüntetése után, adott ideig pihentetik a próbatestet, és utána ismételten megméri a próbatestet. A deformáció lehet nyúlás, összenyomás és nyírás.

14. feladat

$$A=[K*(m/\rho)]*10^3$$

ahol: A= kopási veszteség (mm³); m= a próbatest tömeg vesztesége (g); ρ = a vizsgált gumi sűrűsége (g/cm³); K= a koptató felület minőségi tényezője, amelyet minden esetben vizsgálattal kell meghatározni.

K érték meghatározása:

A csiszolópapír felületi minőségének meghatározásához a szabvány szerinti összehasonlító gumit szabványosan lekoptatnak és mérik a tömeg veszteséget. A szabványos gumiból a vizsgálat alatt 200 ± 20 mg lehet a tömeg veszteség.

$$K=200/m_v$$

ahol: m_v = a szabványos összehasonlító keverék tömeg vesztesége.

15. feladat

Nyerstapadás, gumi – gumi tapadás, fém – gumi tapadás, acélkord – gumi tapadás, textil – gumi tapadás

16. feladat

A hőöregítési vizsgálatok célja, a tartósan magas hőmérséklet hatására bekövetkező tulajdonságváltozást meghatározása. Az ózonöregítési vizsgálat célja, hogy a szabadba üzemelő gumi ózonnal szembeni ellenállását meghatározzuk.

17. feladat

A folyamat vizsgálat célja az, hogy egy folyamat jellemzőjét a múltbeli viselkedése alapján egy jövőbeni időpontra kiszámíthassuk, stabil folyamat esetében. Másképp fogalmazva: folyamat vizsgálat célja, hogy meghatározhassuk (adott valószínűséggel) a folyamatjellemző várható értéktartományát, stabil folyamat esetében.

IRODALOMJEGYZÉK

FELHASZNÁLT IRODALOM

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

AJÁNLOTT IRODALOM

Machács Attila, Minőségfejlesztés. A folyamatos fejlesztés módszerei a minőségirányításban. 7. rész. Kockázat elemzés, Raabe Tanácsadó és Kiadó Kft, 2005.

Sadhan K. De – Jim R. White, Rubber Technologist's Handbook, RAPRA Technology Ltd, 2001.

MUNKANYAG

A(z) 7007–08 modul 022–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