

Dr. Samay Géza

# Új gumiipari technológiák bevezetése

3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	
11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
55 Cs	56 Ba	57 La	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
		61 Ce	62 Pr	63 Nd	64 Pm	65 Sm	66 Eu	67 Gd	68 Tb	69 Dy	70 Ho	71 Er	72 Tm	73 Yb	74 Lu	75 Hf	76 Ta
		89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr	104 Rf
		106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Uub									



A követelménymodul megnevezése:  
**Gumiipari technikai feladatok**

A követelménymodul száma: 7007-08 A tartalomlem azonosító száma és célcsoportja: SzT-001-50



## ÚJ GUMIIPARITECHNOLÓGIÁK BEVEZETÉSE

### ESETFELVETÉS – MUNKAHELYZET

Képzeljük el, hogy a világ gumiiipara olyan fejlesztéseket hajtott végre, ami egyes gyártók számára előnyöket jelentett, így akik nem figyeltek eléggé a történetekre könnyen piacvesztést szenvedhetnek el. Az ön főnökei úgy döntöttek, hogy haladni akarnak a korrallal, és nagyobb beruházásokat hajtanak végre, amelynek keretében technológiai újdonságokat vezetnek be, és gépi beruházásokat is terveznek. Erre a feladatra projekt szervezésébe kezdtek, és ön is a projekt team tagja lesz. Az első feladat az ún. lehetőség tanulmány kidolgozása, amely összefoglalja a gumiiipar történetét, az eddig alkalmazott technológiákat, és a jelenleg ismert legmodernebb eljárásokat és eszközöket, majd ennek tükrében leírja, miért van szükség a beruházásra, mit jelent a beruházás megvalósítása anyagilag és erkölcsileg, valamint, hogy milyen veszteséget okoz, ha a vállalat nem valósítja meg a beruházást. Kitér a projekt megvalósítását fenyegető kockázatokra, leírja a megvalósítandó feladatokat, az új technológiát és azokat a teendőket, amelyeket a projekt folyamán el kell végezni. Az ön első feladata ebben a projektben, hogy állítson össze egy anyagot a gumiiipar fejlődéséről a kezdetektől napjainkig. A második feladata az, hogy a gumiiiparban használatos technológiákat gyűjtse össze, és találja meg azokat a lehetőségeket, amelyekkel a vállalatnak foglalkozni kell, mert a meglévő géppark messze elmarad a világszínvonalától. A harmadik feladat, hogy tervezze meg, milyen intézkedéseket kell hozni ahhoz, hogy a kívánt technológiát bevezethessék. Mindehhez ismernie kell a gumiiipari alaptermésológiákat és eljárásokat, az ezekhez szükséges gépeket és berendezéseket. Ez az anyag feladatai megoldásához hasznos információkat tartalmaz.

### SZAKMAI INFORMÁCIÓTARTALOM

*Ebben a fejezetben megtalálja mindazt a szakmai tartalmat, amely alapul szolgál a fenti feladatok elvégzéséhez. Röviden megismerheti a gumigyártáshoz vezető út történetét, a világ technológiai fejlődésében betöltött szerepét, valamint a gumiiipari alaptermésológiákat, és eszközöket, amelyek szükségesek ahhoz, hogy a ma ismert és használatos gumitermékeket előállítsák.*

### A TÖRTÉNELEM

A klasszikus gumi a Hevea Brasiliensis nevű fa nedvéből készül. Amint a neve is mutatja a fa őshazája Dél-Amerika, és a konkvisztádorok hozták hírét Európába. Felfigyeltek arra, hogy az indián gyerekek valamilyen érdekes anyagból készült labdával játszanak, ez volt a nyersgumi. A felfedezők a gumifa nedvét először saját céljaikra kívánták felhasználni, és tengerészek lévén a vitorláikat, a fedélzeti ponyváikat és a köpenyüket itatták át a csodanedvből, ami szárítás után vízhatlanná vált (ezt a technológiát a mai napig is alkalmazzák részben műanyagokkal –ld. "viaszos vászon", részben gumival bevonva, de már kivulkanizálva –ld. búvárruhák és társaik). A kaucsuk – indián nyelven a fa könnyét jelenti – felhasználása jó ideig meg is marad ezen a szinten, míg Charles Goodyear – amerikai kémikus egyik kísérlete során nem porozta be kénnel a kísérleti kaucsukdarabot, hogy ne ragadjon le az edényre, és úgy tette be a szárítószekrénybe. Mikor kivette az anyagot, meglepve tapasztalta, hogy annak felületi tulajdonságai nagymértékben megváltoztak ott, ahol kénnel érintkeztek. Az anyag bőrszerűvé vált, és a szakadva nyúlós folyós darabból rugalmas testté alakult. Az anyag mechanikai tulajdonságai megváltoztak: *viszkózusan folyós állapotból gumirugalmas állapotba mentek át.* A folyamatot azóta vulkanizálás néven ismerjük (az angol nyelvhasználatban "curing"), és ez képezi a gumifeldolgozás legfontosabb műveletét, hiszen itt dől el, mi lesz az anyagból. A vulkanizálás felfedezése nagy lendületet adott a gumifeldolgozás fejlődésének. A hajlékonyság, a rugalmasság és nagyfokú vízállóság és szigetelőképeség olyan alkalmazásokat tett lehetővé, amikre korábban gondolni sem lehetett. Szőnyeget, alátéteket, összekötőelemeket és csöveket készítettek gumiból. Egy Dunlop nevű úr pedig megunva a fakerekű kerékpár kényelmetlenségét gumicsövet tekert a kerékre mintegy abroncsként, és ezzel feltalálta a gumibroncsot. Immár a huszadik század előestéjén vagyunk, és nagy lendülettel fejlesztik a robbanómotorral hajtott járműveket. Ezekhez pontosan olyan szerkezet hiányzott, mint a gumibroncs, amit gyorsan fel is használtak az új járműhöz. Ezzel indult el a gumi igazi karrierje, és egy olyan iparág, amely a mai napig a gumitermelés több, mint ötven százalékát képviseli, és majdnem egy millió embernek jelent munkát. A gumi természetesen nemcsak a járműiparban, hanem az élet és az ipar majdnem minden területén jelentőséggel bír. Gondoljunk csak a több kilométer hosszúságú szállítópályákra a bányákban, vagy az olajipari csővezetékekre. A tengeri olajbányászat nem működne hajlékony tömlők nélkül. Gumit használnak az építőiparban, a nyomdákban a vegyipari berendezésekben, de a cipőtálpakban, az autószőnyegekben, a metró szerelvények padlózatában és a metróállomások burkolatában is. A mai gumiipar természetesen nem állt meg a természetes kaucsuk használatánál, speciális alkalmazásokra speciális szintetikus kaucsukokat dolgoztak ki. Ez a munka a második világháború előtti években kezdődött a trópusi ültetvényekkel nem rendelkező nagyhatalmaknál, a Szovjetúnióban és Németországban. A polimerkémia nagyjai, Staudinger, Lebegyev ezekben az országokban működött, és felhasználva azt a tudást, amit a kaucsuk szerkezetére vonatkozóan a tudósok feltártak megpróbálták azt mesterséges úton létrehozni. Így született meg a szintetikus poliizoprén és a polibutadién. A gumitermékek nemcsak kaucsukot tartalmaznak, hanem egyéb anyagokat is, mint töltőanyagok, lágyítószerkezetek, és egyéb adalékok, továbbá a vulkanizálás menetét különböző kémiai anyagokkal befolyásolni lehet. A vegyészek és a fizikusok ezek tanulmányozása útján olyan összetételeket és technológiákat javasolnak, amelyek mintegy megrendelésre testre szabott tulajdonságokkal rendelkező anyagokat állítanak elő. A természetes kaucsuk ma is igen fontos alapanyaga a gumiiparnak. A természetes kaucsuk sokrétű felhasználhatóságát egyik



szintetikus kaucsuk sem éri el, de bizonyos specifikus tulajdonságok tekintetében felül múlják azt.

## A GUMIIPARI TECHNOLÓGIAI FOLYAMAT

**A technológia definíciója:** *Technológiának nevezzük azon folyamatok, tevékenységek és eszközök összességét, amelyek segítségével valamilyen kiindulási anyagból (vagy információból) valamilyen más, előnyösebb kívánt tulajdonságú készterméket állítanak elő.*

Technológiai folyamat például a növények termesztése, a könyvek kinyomtatása, a hírekből újság készítése stb.

A gumiiparban a technológia azt jelenti, hogy gumiipari nyersanyagokból feldolgozó folyamatok segítségével kész gumitermékeket állítanak elő. A gumiipari technológiák összetett, bonyolult folyamatok, több lépésben valósulnak meg és általában több kiindulási nyersanyag felhasználását feltételezik. A legegyszerűbb esetben is a kiindulási keverék legalább egy kacsuk fajtát, és vulkanizálószeret tartalmaz – de ilyen összetételt ma már sehol nem használnak. Általában a kaucsukhoz töltőanyagokat, lágyítószeret és vulkanizálószeret adnak. Ezeket egyenletesen el kell keverni, tehát a technológia első lépése a keverés. A keverés során nyerskeveréket állítanak elő, és ez a lépés is legtöbbször legalább két fázisban valósul meg: először egy mesterkeveréket állítanak elő, ami a kaucsukot, a töltőanyagot és a lágyítószeret tartalmazza, és a vulkanizálószeret egy második fázisban keverik a rendszerbe. Attól függően, hogy milyen kaucsukokat és egyéb szereket alkalmaznak, az első fázis is több alfázisra tagozódhat.

A nyerskeveréket a technológia második fázisában vagy formaalakítás után vulkanizálják, vagy valamilyen szilárdsághordozóval együttesen készítenek belőle vulkanizációra előkészített félkész terméket.

A nyerskeverékből tehát a következő lépésben szilárdsághordozóval erősített nyersgumi szőnyeget állítanak elő, amit megfelelő méretűre és alakúra vágnak, esetlegesen más gumialkatrészekkel kombinálják, azaz konfekcionálási műveleteket végeznek vele. Az így előkészített félkész terméket vulkanizálják, s így állítják elő a kész gumiterméket. A gumifeldolgozás technológiai sorrendje tehát a következő:

1. Kaucsuk+ töltőanyag+lágyítószer+kemikáliák és egyéb adalékok → keverés → nyerskeverék

2. Nyerskeverék → formaadás → nyers gumitermék

Nyerskeverék → szilárdsághordozóra préselés → félkész termék erősített gumicikkekhez

Felpréselt félkész termék → konfekcionálás → nyers gumitermék

3. Nyers gumitermék → vulkanizálás → kész gumitermék

## GUMIIPARI TECHNOLÓGIAI ALAPMŰVELETEK ÉS EZEK ESZKÖZEI

### Keverés

Amint az előző fejezetben láttuk, a keverés az első a feldolgozó műveletek sorában, ahol kialakulnak azok az anyagi tulajdonságok, amelyek a keverék további felhasználásához szükséges tulajdonságokat meghatározzák. Ha nem megfelelőek a keverék tulajdonságai, a további feldolgozaskor problémák adódnak, végső esetben az alakadás vagy a konfekcionálás lehetetlenné válik. A keveréskor az anyaggal közölt hőmennyiség nagyban befolyásolja a keverék vulkanizációs tulajdonságait, a keverés során kialakult homogenitás a késztermék műszaki tulajdonságait, terhelhetőségét, élettartamát.

Keverés alatt szűkebb értelmezésben a keverő berendezésben végrehajtott műveleteket értjük a keverék összetevőinek beadásától a kész keverék keverőgépből történő eltávolításáig. A keverékgyártás minőségét és színvonalát, a gyártott keverékek technológiai és műszaki tulajdonságait, ill. a gyártás egyöntetűségét, stabilitását a tulajdonságok szórása alapján lehet értékelni. Különösen a gyártás gazdaságossága tekintetében fontos a gyártási veszteség és selejt mennyisége, valamint a nem megfelelő minőségű keverékek átdolgozására, finomítására fordított idő és energia. A keverés művelete a gumiipari alpműveletek közül a legrégebben alkalmazott folyamat, amelynek alapelvei a mai napig nem sokat változtak. Amint a gumigyártás első iparszerű létesítményeit üzembe helyezték, szükség volt olyan berendezésekre és technológiákra, amelyek a megfelelő homogenitású keverékeket megfelelő mennyiségben és elfogadható idő alatt elkészítette.

A keverés folyamatának legfontosabb eleme a töltőanyagok – leggyakrabban a korom – egyöntetű és egyenletes elkeveredése a kaucsukban, valamint az egyéb, a kaucsukkal jól összeférhető, vagy abban oldódó kemikáliák és a lágyítószerke eloszlása az anyagban. A keverés a következő részfolyamatok során valósul meg:

- Aprítás, előpuhítás
- Befogadás
- Szétosztás
- Homogenizálás

A szakaszok között nincs éles átmenet, az egyes részfolyamatok egymásba átnyúlhatnak, megkülönböztetésüket az indokolja, hogy más mechanizmusok dominálnak az egyes részfolyamatok esetén.

Az **aprítás**, előpuhítás esetén a keverőgépbe jutott anyagokat a keverőrendszer felaprítja, ezzel megnöveli a komponensek érintkezési felületét, a nagy súrlódó hatások miatt keletkező hő csökkenti a kaucsuk viszkozitását, és a rugalmas anyag plasztikussá alakul, amely alkalmas a töltőanyag részecskék befogadására.

A **befogadás**, az inkorporáció alatt a plasztikus kaucsuk befogadja a töltőanyagot, az elkülönülő koromszigetek helyett egyfázisú kaucsuk–korom rendszer alakul ki. Ha ez a lépés elmarad, a töltőanyag változatlanul kering a rendszerben, anélkül, hogy eloszlana abban.

A **szétosztatás** szerepe abban áll, hogy a kaucsukba befogadott korom (vagy egyéb töltőanyag) részek mérete és szerkezete megtartja az eredeti tulajdonságokat, ezeket szét kell roncsolni, szét kell osztani. Ebben a fázisban tehát a koromszemcsék apró, a kaucsukmolekulákkal azonos nagyságrendű részecskékké oszlanak szét, de még egymás közelében maradnak, azaz még nem oszlottak el a rendszerben

A **homogenizálás** során a szétosztatás során keletkezett aprított koromrészecskék egyenletes elosztatása, homogenizálása történik. A folyamat végén a keverék homogéneen elosztatott mikroszemcsés koromból, lágýtószerrel duzzasztott kaucsukmolekulákból áll, amelyben molekulárisan elosztatott kemikáliák és adalékanyagok vannak egyenletes eloszlásban.

A **keverés sorrendje**: A keverékek komponenseit általában nem egyszerre, hanem valamilyen sorrendben juttatják a keverőgépbe. Amennyiben a kaucsuk puhítást igényel, célszerű mindenek előtt a kaucsuk előpuhítását elvégezni. Ez történhet egy külön munkafázisban bordás hengerszéken, vagy a keverési művelet első részeként. A többi komponens beadagolása a következő sorrend szerint történhet:

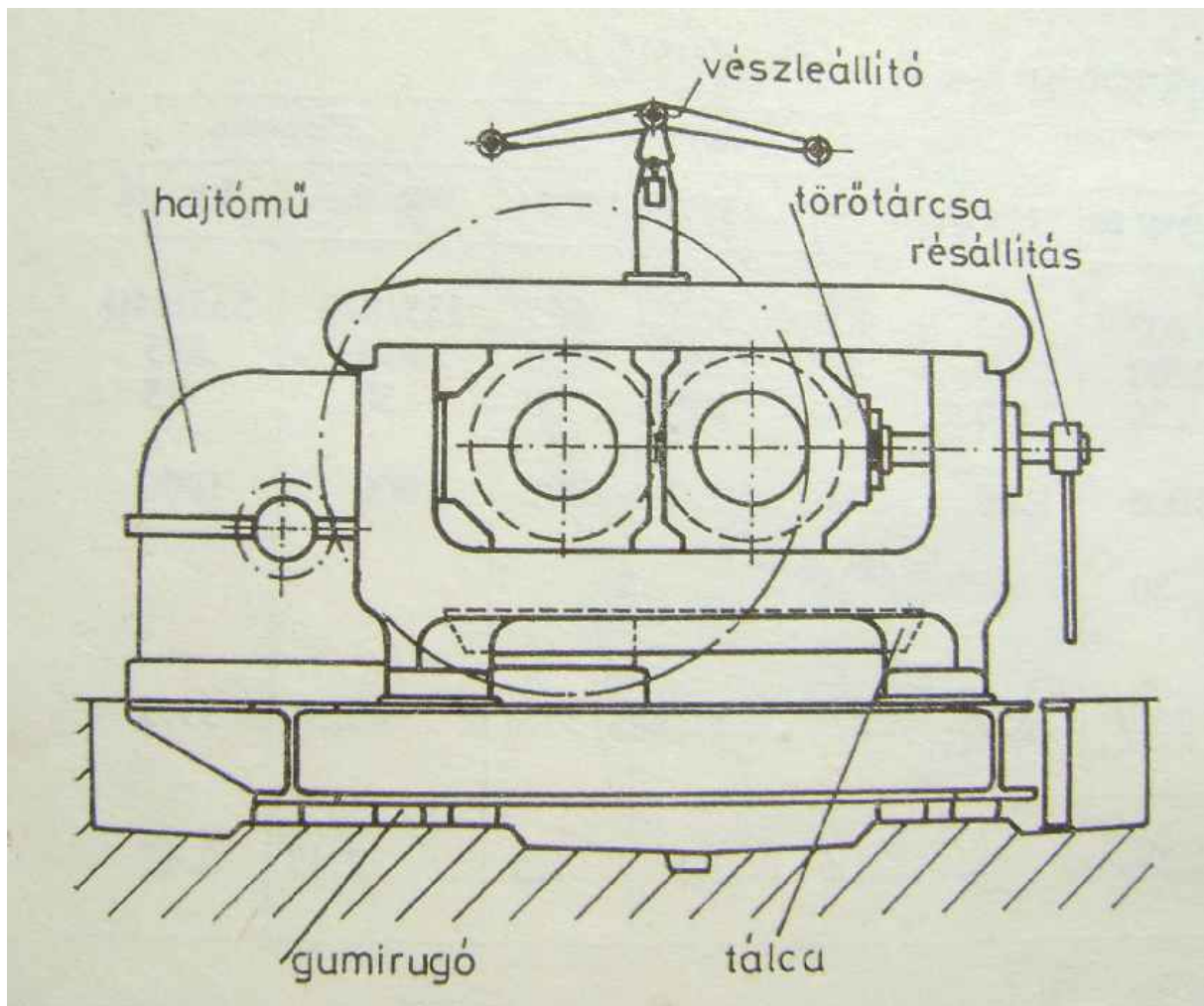
- *Hagyományos* sorrend esetén először a kaucsukot, majd a kormot és az adalékokat keverik össze, majd a lágýtószer következik. A korom és a kaucsuk, vagy a korom és a lágýtószer adagolható együtt is a technológiai leírástól, a keverék típusától és a keverék összetételtől függően
- *Fordított* sorrend esetén először a kormot, a lágýtószert és az adalékokat keverik össze, majd ehhez keverik a kaucsukot. Ezt a sorrendet akkor alkalmazzák, ha nagy a töltőanyag mennyisége a keverékben, és nem túl nagy a keverék viszkozitása.
- *Félfordított* sorrend keverés esetén először megkeverik a kormot, az adalékokat és a lágýtószer felét, majd hozzáadják a kaucsukot. Ezek összekeverése után puhítják meg a rendszert a második rész lágýtó hozzáadásával. Ez a módszer akkor alkalmazzák, ha problémák vannak a korom szétosztatásával a rendszerben

A keverés folyamatában lényeges paraméter a **fázisszám**, vagyis a készkeverék elkészítéséhez alkalmazandó keverési fázisok száma. Az esetek többségében a mesterkeveréket állítanak elő, amely sokáig eltartható, majd a további feldolgozás előtt egy második fázisban keverik bele a vulkanizálószerkeket. Ekkor a fázisszám kettő. Kismennyiségű speciális keverékek előállításakor egy fázisban keverik össze a vulkanizálásra alkalmas kész keveréket. Előfordulhat, hogy az első keverőfázist két lépésben kell megoldani – például, ha két egymással nem teljesen összeférhető kaucsukból kell az alapkeveréket elkészíteni, ilyenkor három, vagy ennél több is lehet a fázisszám.

### A keverés gépei és berendezései

A gumiipar gépeit a már meglévő és bevált technikákat alkalmazó malomiparból és élelmiszeriparból vették át. A gumiipar egyik legrégebben használt eszköze

a hengerszék



1. ábra. Hengersizék szerkezete!

amely önállóan alkalmas készkeverék gyártására. A hengersizéket a következő feladatok végrehajtására alkalmazzák:

- Keverékkészítés
- Homogenizálás
- Puhítás, előmelegítés
- Lemezhúzás
- Finomítás

A hengerszék fő szerkezeti elemei a következők: műveleti szempontból alapvető szerkezeti elem a két egymással szemben forgó acélhenger. A két henger közötti távolság az ún. réstávolság adott határok között változtatható egy orsó segítségével. A hengerek között történik meg az anyag keveredése, amely során a nagy súrlódások miatt komoly hőfejlődéssel kell számolni, amely a keverendő anyagot felmelegíti. Ez a folyamat részben hasznos, hiszen csökkenti a keverék viszkozitását, így könnyíti a homogenizációt, de egy bizonyos határon túl, ha nagy viszkozitás különbségek alakulnak ki az egyes komponensek között, a keveredést megnehezíti. Másrészt a túlmelegedett keverékben megindulhatnak a vulkanizálási folyamatok amely a keveréket tönkretesz. Ezért a hengereket hűteni kell, amit víz hengerbe vezetésével, keringetésével érnek el.

A hengerszék működésének jellemzésére a következő paramétereket szokás megadni: a hengerek hossza, fordulatszám és az ún. frikció, a két henger kerületi sebességének aránya. Az eltérő fordulatszám következtében a hengerek közötti résben – ahol a keveredés létrejön, nagymértékű nyírás keletkezik, amely segít a keverésben.

A hengerszék különböző feladatok elvégzéséhez használják:

- Keveréshez és homogenizáláshoz (keverő-homogenizáló hengerszék)
- Puhításhoz, molekulaméret csökkentésére (törő / bordás hengerszék)
- Keverékek finomítására (finomító hengerszék)
- Kísérletek végzéséhez (laboratóriumi hengerszék)

A különböző feladatokhoz különböző típusú, méretű, felületi kiképzésű hengereket használnak, és különböző mértékű frikciót alkalmaznak.

A leggyakrabban alkalmazott hengerszék a **keverő/homogenizáló** típus. Ennél a frikció viszonylag alacsony: 1,05 és 1,35 között változik. A hengerek felülete sima, a hengerek belsejét belülről hűtik. Általában a keverékek készítéséhez feldolgozásra történő előkészítéshez használják.

A **törő/bordás** hengerszékben a hengerek felülete bordázott. Mivel a feladat elvégzéséhez, azaz az anyag puhításához nagy súrlódó erők szükségesek, nagy nyírásra, tehát nagy frikcióra van szükség. Jellemző értéke 1,5–3,3 között van. Ezeket a hengerszék használják gumihulladék szétmorzsolására, kemény, szívós keverékek puhítására, letörésére. Általában hengerszék sor első elemeként használják, ami előkészíti keverésre a túl kemény – azaz nagy molekulatömegű, vagy kristályosodó kaucsukok puhítására.

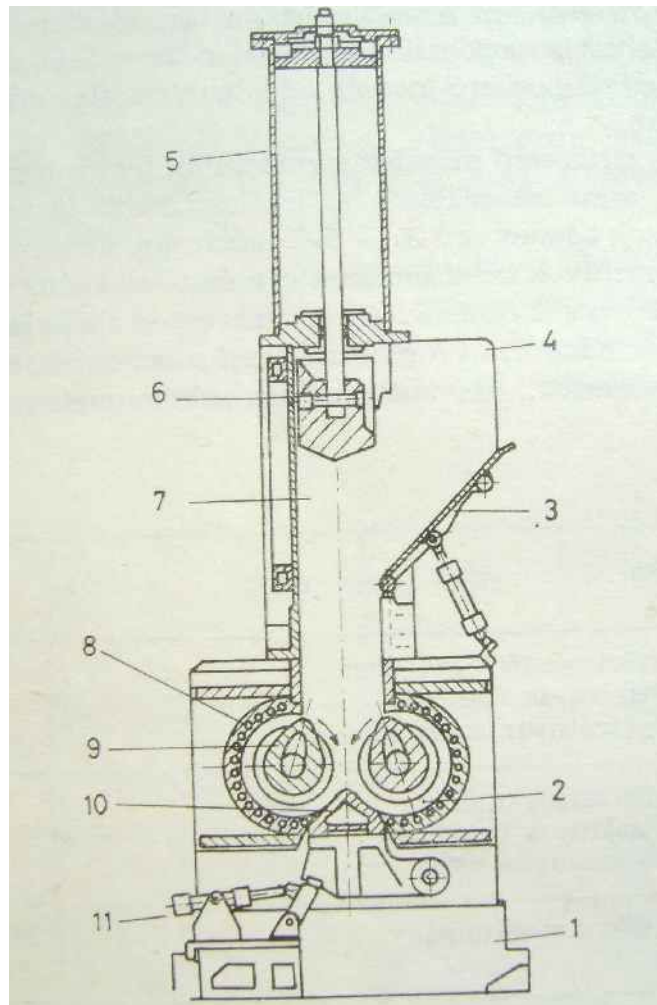
A **finomító** hengerszék beégett, csomós keverékek feldolgozására, finomítására használják, aprított vulkanizált gumihulladék felületi kezelésére, "regenerát" gyártásra használják. A keveréket szűk (0,05mm) résen nagy frikció mellett dolgozzák meg, míg az a megfelelő reológiai tulajdonságokat el nem éri. Igen magas frikciót használnak, melynek értéke 2,5–3,5-öt is elérheti.



A **laboratóriumi** hengerszékeket kísérleti célokra használják, általában kis méretűek, kilogrammos mennyiségek feldolgozására is használhatóak. Mivel a kísérletek megkívánhatják a hengerek fűthetőek, vagy hűthetőek, attól függően, hogy a kísérleti program mit kíván.

### Zártkeverők

A hengerszékek kezelése állandó felügyeletet, és keveréskor egy operátor aktív közreműködését kívánja. Ezért ma már a nagy gumigyárak, és keverőüzemek zártkeverőket használnak a keverés első fázisához. A zártkeverők termelékenysége az egy keverési ciklussal megdolgozható anyagmennyiség – azaz a nagyobb csomagsúly – és az ehhez szükséges idő – az ún. ciklusidő – rövidebb volta miatt jóval nagyobb, mint a hengerszék esetében. További előnyt jelent, hogy a keverési folyamat zárt térben folyik, és ezért megfelelően méretezett és telepített elszívó rendszerekkel felszerelt zártkeverőknél az üzemi környezet lényegesen tisztább lehet, mint a hengerszéknél. Hátránya viszont a hengerszékekkel szemben, hogy amíg a hengerszékről a keveréket lemez formájában lehet levenni, a zártkeverőből a keverék tömbben távozik, amit további alakadó művelettel kell tovább feldolgozásra alkalmassá tenni.



2. ábra. Zártkeverő felépítése: 1.alaplap, 2 keverőtér, 3.csapóajtó, 4.adagológarat, 5. pneumatikus henger, 6.felső zárótest, 7.garat, 8.oldalfal, 9.rotorok, 10.alsó zárótest, 11.zárómechanizmus<sup>2</sup>

A zártkeverő keverés szempontjából legfontosabb része a keverőtér. A keverőtér alakja két egymásba hatoló henger által kijelölt térfogat, amelyek tengelyébe egymással szemben forgó Z alakú keverőkarok, az ún. **rotorok** vannak.

<sup>2</sup> Gumiipari Kézikönyv, TAURUS-OMIKK, Budapest, 1988. 313. oldal.

A keverőtér palástjának alsó része nyitható, ez az ún. **alsó kapu**, és a kész keverék ürítésére szolgál. A palást felső része függőleges csatornában folytatódik, amelyen egy csapóajtó van, amit kinyitva az alapanyagok keverőbe juttatása elvégezhető. A függőleges csatornában egy dugattyúszerű súly, a felső zárótest van elhelyezve, amit az adagolónyílás nyitása előtt felhúznak, a keverés ideje alatt viszont leeresztenek, és az a funkciója, hogy az anyagot a rotorok közé nyomja. A modern rendszereknél keverőtérbe a szilárd anyagok – a korom kivételével automatikus mérlegről szállítóheveder segítségével jutnak az adagoló kapuhoz, a folyadékok csővezetékeken keresztül jutnak be a keverőtérbe. A töltőanyagként használt kormot zárt silókból zárt rendszeren fluidizált állapotban juttatják a keverőtérbe. Mivel a keverő-berendezés összes eleme elektromechanikusan vezérelhető, a keverési technológia teljesen automatikussá tehető.

A keverés a rotorok forgásának következtében kialakuló nyíróerők és áramlások hatására zajlik le, ezért igen fontos a rotorok alakja és kiképzése. Kétféle rotortípus terjedt el: a Bunbury féle **tangenciális** rotorpár, amely két ellentétes irányban különböző fordulatszámmal forog, és az összezáródó, ún. **interlocking** rotorpár, amelyek tagjai egymás forgási terét átmetszik, így csak azonos fordulatszámmal tudnak forogni.

Mivel a keverés itt is hőfejlődéssel jár, mind a keverőkamra palástját, mind a rotorokat hűteni kell. A hűtés a hengerszékekhez hasonló eszközökkel valósul meg, a hűtőközeg víz.

Mind a hengerszék, mind a zártkeverő rendelkezik azzal a hátránnyal, hogy csak szakaszos üzemben működnek. Ennek kiküszöbölésére is születtek elképzelések, a leggyakrabban használt módszer

### a keverőextruderek

alkalmazása. Az extrudert magyarul csigaprésnek hívják, mivel a fő szerkezeti eleme egy hengerbe zárt csigatengely, ami forgó mozgást végez az extruder hengerhez viszonyítva. Az eszköz a háztartásokban használatos húsdarálók vagy paradicsompasszírozók belső szerkezetére hasonlít, csak azoknál jóval nagyobb. A forgó csiga és az álló henger közötti térben az anyag az extruder bemeneti része felől a csiga másik végének irányában halad, közben áramlik a hengerpalást és a csiga között bezárt térben, valamint a hengerpalást és a csiga taréja közötti részben is. Háromféle mozgás alakul ki: egyrészt a csigatengellyel párhuzamos, másrészt a csiga menetei között forgó mozgás, másrészt a csigamenetek taréja és a hengerpalást között a hengerpalásttal párhuzamos irányú áramlás. Ezek az áramlások az anyagban olyan erős nyíróhatásokat eredményeznek, hogy az anyagban lévő inhomogenitások eloszlanak, az el nem keveredett agglomerátumok széttöredeznek, és a csiga végére jutva az anyag homogén nyerskeverékké válik.

A keverő extruderek a gumiiparban használt extruderek között a leghosszabbak. Az extruderek jellemzésére az u.n. **L/D viszonyt** szokták használni, azaz a csiga hosszúságának és átmérőjének arányát. Ez a gumiipari alakadó extrudereknél 3–4 szokott lenni, a keverő extrudereknél 6–10, sőt az u.n. hidegetetésű extruderekben a 15–20 nagyságot is eléri. Keverő extruderek esetén a kétcsigás extruderek is használatosak, ezekben egymás mellett egymással szemben forog két csiga. Ezek részben homogenizálják az anyagot, részben továbbítják az extruder "etető részéből a kimeneti nyílás felé. Ilyen megoldás a Farrel cég FCM berendezése, amelyben a folyamatos anyagellátást egy az etetőgaratban elhelyezett extruder csigapár biztosítja, amely az anyagot a két tangenciálisan elhelyezett rotor terébe juttatja. Az anyag ezen a szakaszon végighaladva megkeveredik, majd a keverőzóna végén egy ürítőnyíláson távozik. Ennél a megoldásnál az anyagtovábbító csiga és a keverőrotor ugyanazon a tengelyen van elhelyezve és együtt forog.

Egy másik folyamatos keverőmegoldás a Farrel cég **MX** berendezése. Az MX a Mixing-Venting-Extruding szavakból ered, jelentése: keverés-elszívás-ürítés. Ennél a megoldásnál is egy zártkeverőt házasítottak az extruderrel, csak itt a zártkeverőt az extruder csiga fölé, arra merőlegesen helyezték el. Az anyag a felső etető nyíláson jut a keverőtérbe, ahol megtörténik a keverés, majd az ürítőnyíláson keresztül közvetlenül az extruder csigába jut, ahonnan egy alakadó szerszámon keresztül távozik. A rendszert erőteljesen szellőztetik, hogy ne kerüljenek a porszerű alkotórészek, valamint a képződött gázok és gőzök a környező légtérbe. Mivel az extruder csiga végén valamilyen alakadó szerszámot is el lehet helyezni, az eszköz alakadásra is alkalmas, így megoldja a zártkeverők azon problémáját, hogy azokból az anyag tömbben távozik.

A **transfermix** extruder egy speciális kialakítású keverő berendezés. Itt nemcsak a csigán vannak menetek, de a henger belső palástján is. A csiga menetmélysége és a hengerpaláston elhelyezett menetek közötti térfogatrészek nagysága ellentétesen változik. A rövid etetőzóna után az anyag a hosszú keverőrészbe jut, ahol a csigamenetek közötti áramlás során átáramlik a hengerpaláston lévő menetek közé, és mivel a térfogatok az említett módon változnak az anyag pedig összenyomhatatlan, kénytelen áramlani a hengerpalást és a csiga menetei között. Eközben a csiga forog, és állandó nyírásnak teszi ki anyagot a hengerpalást és a csiga taréj síkja között.

Mivel az extrudereknél is nagy nyíróerők hatnak, a súrlódás miatt felmelegedésre számíthatunk, ezért mind a csigát, mind az azt körülvevő hengert hűteni szokták.

Mint arról már szó volt, ahhoz, hogy a keveréket kényelmesen tudják kezelni, valamilyen ehhez szükséges alakra kell hozni. Az extrudereknél ez a feladat könnyen megoldható az extruder kivezető részénél, az u.n. fejnél elhelyezett szerszám segítségével. Amennyiben az extrudre fejre **pelletizáló** szerszámot helyezünk, a keverék az extruderből pellet formájában távozik. A pelletizáló szerszám egy perforált tárcsából és egy előtte forgó késből áll. Igen hasonló az otthoni húsdarálóhoz, csak itt a kés a perforált lap után helyezkedik el. Az extruder fejből kiáramló anyagot az extruder nyomása átpréseli a perforált lemez nyílásain, abból csík alakjában távozna, amit a forgó kés pelletekre vág. A pelletek ragadás gátlóval telített vízbe hull, ahol lehűl, majd szárítás után tapadás gátlóval kezelt részecskéként kezelhető és könnyen tárolható, szállítható.



A másik kedvelt raktározási forma a lemez formában történő tárolás. Ehhez lemezeket kell előállítani. Ha az extruder fejre két egymással szemben forgó hengert szerelnek, az. u.n. **roller die** extruderhez jutunk, amely a csigatérből kikerülő anyagot lemezzé nyújtja, s a lemezt folyamatosan elvezetik.

Ugyancsak lemezek előállítására szolgál a **csőextruder**, amelynek szerszámja nagy átmérőjű (10 cm-nél nagyobb) cső előállítását teszi lehetővé. Az előállított csövet hosszában felvágják, így síklemezt kapnak. A cső extrudálására alkalmazott szerszám egy olyan henger, amelynek belsejében egy koncentrikus kör keresztmetszetű magot rögzítettek.

Egyes esetekben, különösen a kisméretű keresztmetszetek alkalmazásánál és előállításánál igen fontos, hogy a keverék ne tartalmazzon mechanikus szennyezést. A keverékek tisztítását **szűrő extruderrel** lehet elvégezni. Ennek lényege, hogy az extruder fejben egy szűrőszitát helyeznek el, amely egy adott méretnél nagyobb inhomogenitást nem enged át. A sziták a szennyeződések mennyiségétől függő idő után eltömődnek, cserélni kell őket. Ezért a szűrőfejet könnyen levehető és szerelhető módon kell tervezni és megépíteni.

A gumigyárak keverőüzemeiben az esetek többségében zártkeverőket, alakadó extrudereket és hengerszékeket egymással kombinálva egy sorban alkalmazzák. A rendszer első eleme általában a zártkeverő, majd erről vagy egy alakadó extruderre kerül az anyag, vagy egy hengerszékre. Amennyiben a keveréket további keverékek előállítására használják, az alakadás után tapadás gátlóval vonják be az anyagot, majd a raktárba szállítják további felhasználásra. Amennyiben a keverék közvetlenül feldolgozásra kerül, extruderrel, vagy hengerszékkel vagy ezek kombinációjával állítják elő a vulkanizációra alkalmas anyagot, majd innen kerül a félkész termék vagy nyers gumitermék előállításához szükséges eszközökre.

A zártkeverő, a hengerszék és a keverő extruder közül a keverő extruder beállítási paraméterei a legérzékenyebbek a keverék milyenségére, ezért a keverő extrudereket főleg ott alkalmazzák, ahol ritkán váltanak keveréket, pl abroncsgyárakban, vagy olyan termékek előállításánál, amelyek nagy szériában, hosszú ideig változatlan minőségben nagy mennyiségben készülő termékeket állítanak elő.

### A keveréshez szükséges kiegészítő berendezések

A modern keverőüzemekben a keverőgépek kiszolgálására az anyagok tárolása és bemérése automatizált. Amennyiben a kaucsuk bala alakjában áll rendelkezésre, azt először feldarabolják, kimárik, és az adott recept szerinti további anyagokat már az automata rendszer adagolja. Amennyiben a kaucsuk pellet formájában érkezik ennek bemérése is automatikusan történhet. A keverőgépek és a kiszolgáló egységek egyetlen közös rendszert alkotnak, amelyeknek összehangolt működése a keverékgyártás minőségi megbízhatóságának alapfeltétele.

Az alapanyag tárolására és bemérésére szolgáló berendezések összességét anyagkezelő rendszernek nevezzük. Egy ilyen rendszer a következő feladatokat látja el:

- Korom tárolása, szállítása a tároló és a keverőrendszer között és bemérése
- Ásványi töltőanyagok tárolása , szállítása és bemérése
- Lágyítószeres tárolása, szállítása és bemérése
- Kaucsukok kezelése

**Koromrendszerek:** Mivel a korom a legnagyobb mennyiségben használt töltőanyag, és a levegőbe jutott korom látványos szennyezést okoz, szállításának, raktározásának kezelésének módja alapvetően meghatározza a gumigyár és környezete arculatát. A gumigyárig történő szállítás vagy tartálykocsikban, vagy fémkonténerekben, gumirozott szövet konténerben, vagy műanyagzsákban (big-bag) történik. Régebben papírszakokat is használtak, de a mai környezetvédelmi előírások nem teszik lehetővé ezt az igen sérülékeny és vízérzékeny tárolási és szállítási módot. Egyes esetekben olyan műanyagból készült szakokat alkalmaznak (EVA), amelyek elkeverednek a gumirendszerben, és a gumi tulajdonságait nem befolyásolják. Ez a módszer viszonylag tiszta, és megbízható.

Amennyiben a korom vasúton, vagy közúton konténerben érkezik, a gyárban először silókba fejtik zárt szállítórendszerrel csigák, szállítóhevederes, vagy serleges elevátorokkal, és itt tárolják további felhasználásig. A silókból a kormot általában fluidizált állapotban csővezetéken pneumatikus úton továbbítják. A tisztán pneumatikus rendszereknél a mérleges feltöltése szelepeken keresztül történik, tehát mechanikus szállítóelemek nincsenek. A pneumatikus rendszerek szívással, vagy túlnyomással történik. A vákuum alatt működő rendszerek (szívás) előnye, hogy a környezeti szennyezés kicsi, hiszen tömítetlenség esetén az anyagáram a külső térből befelé irányul. Hátránya, hogy a rendszert működtető nyomáskülönbség max. 1 bár lehet. A Nyomás alatt működő rendszerek működhetnek viszonylag kis nyomáson (kisebb, mint 1 bár, ), vagy ennél nagyobb nyomáson (4–6 bar). Az első esetben viszonylag nagy sebességű levegővel szállítanak viszonylag kis koncentrációban, míg a második esetben viszonylag kis szállítási sebességgel szállítanak viszonylag nagy koncentrációban. A koromkirakódások megszüntetéséhez segédlevegő befúvásokat alkalmaznak. A kirakódás veszélyes helyeknél nyomásmérőket helyeznek el, hogy a nagymértékű dugulásokat azonnal érzékeljék és el tudják távolítani.

**Ásványi töltőanyagok kezelése** Ásványi töltőanyagokat fehér vagy világos színű keverékek előállításához használnak. Általában hidrophil anyagokról van szó, így döntő fontosságú az anyagok nedvességtartalmának ellenőrzése és tartása. Tárolásuk általában zsákokban történik, kontrollált nedvességtartalmú helyen, üzemben belüli szállításuk a modern gyárakban pneumatikus úton történik.

**Lágyítószeres bemérése:** A lágyítószeres – általában olajok, vagy nagy molekulájú észterek – tárolása földalatti, vagy föld feletti tartályokban történik. Nagy gondot kell fordítani arra, hogy ne kerülhessen a talajba, így a földalatti tartályban való tárolás gyakori ellenőrzést igényel. Föld feletti tárolás esetében a tartályt cseppfogó tálcákon kell elhelyezni. Mivel nagy molekulatömegű anyagokról van szó, a megfelelő viszkozitást fűtéssel kell beállítani.

A lágyító szereseket vezérlő programnak megfelelő mennyiségben egy perisztaltikus szivattyú segítségével nyomják egy adagoló tartályba, amely szintén fűthető és túltöltés védelemmel van ellátva. Az adagoló tartályból egy szivattyú nyomja az anyagot a keverőbe.

**A kaucsuk kezelése:** A kaucsukok általában bálák formájában érkeznek, és így tárolják. Ahhoz, hogy a bálák könnyen vághatók legyenek, és kristályosodó kaucsukok esetén a dekrisztallizáció megoldására előmelegítést alkalmaznak. Ez történhet egyszerűen egy 60–80° C hőmérsékletű térben történő 3–4 napos tárolással, vagy egy kimelegítő alagúton történő átszállítással – ez utóbbi esetben a művelet folyamatosan üzemeltethető. A folyamatos rendszernél a kaucsukbálát először feldarabolják, majd kis darabokban helyezik el a szállítóhevederen, amin 6–8 óra alatt 70–800 C-on eléri a megfelelő kimelegedett állapotot. A modernebb gyárakban mikrohullámú kimelegítő rendszereket alkalmaznak, ezzel a kimelegítéshez szükséges idő jelentősen lecsökken, hiszen a kaucsuk anyagában melegszik, a rossz hővezetés miatti átmelegítésre nincs szükség.

**Bálavágó gépek:** A kaucsukbála 100–110kg tömegű tömbök, amelyek mozgatása, bemérése, a keverőbe juttatása csak aprítás után lehetséges. A szokásos adagolás 15–20 kg tömegű darabokban történik. A vágógépek pneumatikus, hidraulikus, vagy mechanikus rásegítéssel állítja elő a daraboláshoz szükséges 300–1000KN erőt.

A bálavágó gépek viszonylag szűk mérettartományban (500–1200mm) készülnek, mint ahogy a nyersgumi bálák méretei sem nagyon változatosak. A hidraulikus és pneumatikus hajtású gépek szerkezete igen hasonló, a különbség, hogy az energiaátvivő közeg az egyik esetben folyadék, a másik esetben gáz. Mivel azonban a gázok a folyadékokkal szemben összenyomhatók, és így nagyobb energia tárolására képesek, a tömítetlenségek nagyobb veszélyeket jelenthetnek, így a biztonsági előírások is szigorúbbak. A pneumatikus gépeket általában a gyári sűrített levegő hálózatról működtetik, ez behatárolja az alkalmazott nyomást – 6–10 bár –, ami a vágógép teljesítményének is határt szab. Ezek a berendezések általában kisebbek, közvetlenül a zártkeverő előtt helyezik el őket, és a beméréshez használják.

A hidraulikus gépek nagyobb teljesítményűek, ezért ezekben többkéses megoldást is alkalmaznak. Elrendezésük lehet horizontális, vagy vertikális, van állókéses és mozgókéses rendszer. A gép elrendezése hasonló a présekéhez, csak itt a présszerszám helyett kések illetve a daraboló asztal van. A vágáshoz szükséges nyomóerőt a gép mellé telepített hidraulikus tápegység biztosítja.

A vágógépek fokozottan balesetveszélyes szerkezetek, ezért kiemelten fontos a balesetvédelmi eszközök megléte és működése. Egyrészt olyan rácsokat helyeznek el, amelyek működés közben lehetetlenné teszi a gépek közelébe férést, másrészt olyan leállító kapcsolókat és érzékelőket iktatnak a rendszerbe, amelyek idegen test kések közelébe hatolása esetén azonnal leállítja a szerkezetet. Ezen intézkedések ellenére a vágógépekkel különösen gondosan kell dolgozni, a balesetvédelmi szabályok szigorú betartásával, és a biztonsági berendezések gyakori ellenőrzésével.

**Hűdaraboló és tárolásra előkészítő berendezések:** A hengerszékről lekerülő végtelen lemez formájú nyerskeveréket hűteni kell, ragadás gátlóval kezelni és szállításra, tárolásra alkalmassá kell tenni. Erre a célra szolgálnak a hűtődaraboló berendezések. A hengerszékről távozó lemezt egy ragadás gátló oldattal töltött kádba merítik, majd innen egy "girland"-képző sorra kerül. Ennek feladata, hogy a keverékmezt hurkok, "girlandok" alakjában juttassa a hűtőpályán áthaladó pálcás hevederre. Ezt úgy érik el, hogy a lemezvezető pálcák állnak addig, míg a girland ki nem alakul, és akkor indulnak el, mikor a hurok a megfelelő méretet elérte. Az így lógatott lemezek aztán a hűtősorba kerülnek ahol a haladásra merőleges irányban levegőt fújnak fűtőventillátorokkal a girlandolt lemezekre. A hűtősoron áthaladva a nyerskeverék lemez lehűl és megszárad, felülete pedig nem ragad, tehát tároláshoz összehajtogatható, vagy vágószerkezettel felvágva lapokban egymásra rakható. A hűtősor végén tehát raklapot helyeznek el, amire vagy egy erre kialakított szerkezettel "wig-wag" alakban helyezik el, vagy egy vágószerkezet segítségével a raklap méretével megegyező lapokra vágják. A "wig-wag" formában való tárolás előnye, hogy a további feldolgozás könnyebben automatizálható.

### Keverősorok

A keverőüzemekben a keverésre szolgáló gépek általában nem egymagukban, hanem egymás után sorban vannak elhelyezve, hogy egy folyamatos technológiai keverő folyamat minden elemét meg tudják valósítani. A keverősor részei:

- Alapanyag tároló és bemérő rendszer
- Zártkeverő
- Utókeverő berendezés, általában hengerszékekből vagy extruderekből, vagy ezek kombinációjából áll
- Hűtődaraboló, vagy egyéb formaadó berendezés

A keverősorok megkülönböztetése az utókeverő berendezések jellege szerint történik. Mint arról már volt szó, a zártkeverőből az anyag tömb formájában távozik, amit továbbdolgozható formába – lemez, csík, vagy granulátum alakra – kell hozni. Így az utókeverő szakaszra mindig szükség van. Attól függően, hogy az alakadás hogyan történik két alapvető formát szokás megkülönböztetni:

- a hengerszékes keverősort és
- az extruderes keverősort.

**A hengerszékes keverősor** a hagyományos elrendezés. Olyan helyeken alkalmazzák, ahol sokféle keveréket kell kis szériákban előállítani és a szükséges kapacitások legfeljebb közepes méreteket tesznek szükségessé, ugyanis könnyen és gyorsan át lehet állni az egyik keveréktípusról a másikra. Igen sokrétűen és változatosan lehet alkalmazni, különösen akkor, ha a zártkeverő után elhelyezett hengerszék adatai ( résméret, fordulatszám és frikció) könnyen és gyorsan szabályozható. A hengerszékes keverősor előnyös tulajdonságai mellett hátrányai is vannak:



- Kis átbocsájtó képesség, mivel a hengerszékre felvihető anyag mennyisége korlátozott, a ciklusideje hosszabb, mint az őt kiszolgáló zártkeverőé, , a két gép működését megfelelően össze kell hangolni.
- Az emberi tényezők szerepe nagy, különösen, ha a hengerszéken semmiféle automatizáció nincs, az anyag visszavezetést kiszolgáló operátor végzi. Ezért a belső keverő után működő hengerszékot segédberendezésekkel szokták ellátni ( terelőelemek, ferde henger, hűtődob, stb). ezzel csökkentve az emberi beavatkozás pontatlanságait.

**Az extruder keverősor** esetén a zártkeverő ürítő nyílása alá helyezik az extruder etető garatját, és az extruder egy roller dye fejben végződik, ami lemezt állít elő. A lemezt aztán hűtődarabolóba vezetik, amely a megfelelő utókezelő műveleteket elvégzi.

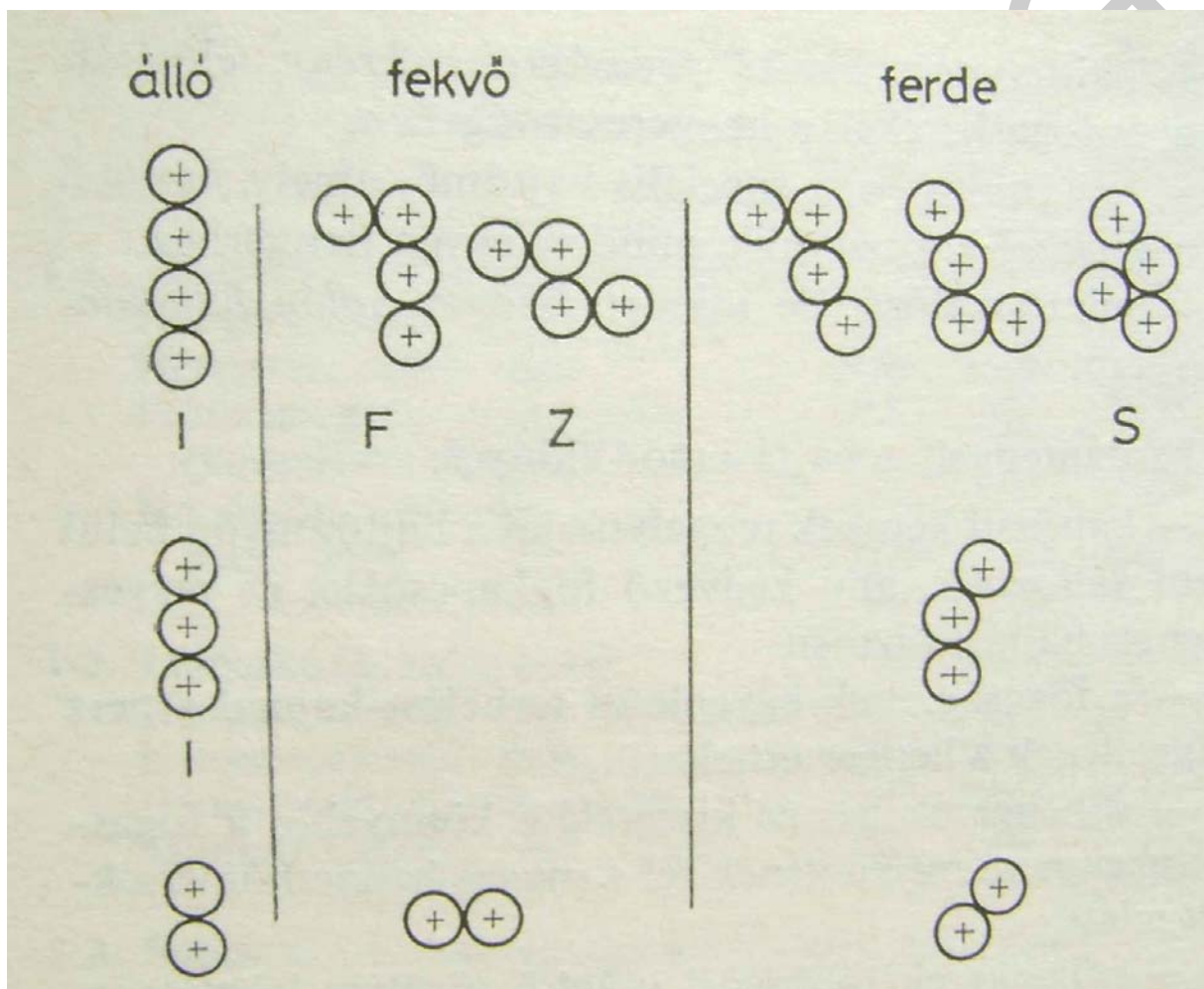
Az extruder keverősor döntő előnye, hogy a termelékenysége nagy, és könnyen automatizálható. 250–300 literes keverőtérfogatnál nagyobb kapacitású zártkeverők esetén a tovább feldolgozás már csak extruder sorral lehetséges, mert a hengerszék átbocsájtó képessége már nem elégséges a további feldolgozáshoz. Az extruder kapacitását úgy kell megválasztani, hogy megfeleljen a keverőgép térfogatának és ciklusidejének.

Az extruder szerszámját annak megfelelően kell megválasztani, hogy milyen formában kívánjuk a keveréket tárolni és szállítani. Ha lemezformát kívánunk előállítani, a roller-dye szerszámot alkalmazunk, ha pellet formában kívánunk tárolni, pelletizáló fejre van szükség. Ebben az esetben a pelletet ragadás gátló oldattal telt kádba ejtik, majd onnan szárítás után tárolótartályba, vagy fluidizáló szállító berendezésbe juttatják, ahol a tovább feldolgozó gépek bemenetére kerül.

## ALAKADÓ MŰVELETEK, FÉLKÉSZ TERMÉK GYÁRTÁS

### A kalanderezés

**A kalanderek típusai és szerkezete:** A kalanderezés olyan alakadó technológia, amelynek során a keveréket két, vagy több egymással szemben forgó henger között vezetik át, és ennek hatására az végtelen lemezzé, vagy profilcsíkká alakul, attól függően, hogy a hengerek palástja sima, vagy profil keresztmetszetű bemélyedéseket tartalmaz. A lemez vastagságát vagy a profil alakját az egymással szemben forgó hengerek közötti rés, illetve a hengerbe mart profil határozza meg. A kalanderezés egyéb funkciók ellátására is alkalmas, mint nyersgumi és szilárdsághordozó anyagok összepréselésével felpréselt szövetszőnyegek létrehozása, vagy gumírozott szövetek gyártása.



3. ábra. Kalander hengereinek szokásos elrendezése<sup>3</sup>

<sup>3</sup> Gumiipari Kézikönyv, TAURUS-OMIKK, Budapest, 1988. 349. oldal.

A kalanderezés eszközei a kalanderek, amelyeket a hengerek száma szerint osztályozunk. Ennek alapján kettő, három és négyhengeres kalandereket használnak a gumiiparban. Néhány speciális feladat megoldására ennél több henger alkalmazása is lehetséges, de az ilyen kalanderek ritkák – különösen a gumiiparban. Vannak olyan feladatok, amikor a négyhengeres kalanderen valamelyik henger mellé segédhengert alkalmaznak, pl szorítóhengert az anyag hengerre történő simítására. A kéthengeres kalander hengereinek elrendezése lehet álló, vagy fekvő, a többhengeres kalanderek esetében az elrendezés I, F, Z, vagy S alakú lehet, attól függően, hogy milyen feladatot kell a géppel elvégezni.

A kalanderek hengereit belülről temperálják – fűtik, vagy hűtik, attól függően, hogy a technológia közben hő fejlődik, vagy fűtéssel a keverék viszkozitását csökkenteni kell, vagy a hengerpaláston kialakuló gumiréteg tapadását kell befolyásolni.

A kalander hengerek öntöttvasból készülnek és a nagy keménységű palástot erre a magra zsugorítják. A hengerek méretpontossága és centrikussága alapvető fontosságú a gyártott félkész termék egyenletessége és minősége szempontjából. Az excentricitás maximális mértéke 0,02mm lehet. Ha egy 2500mmhosszú 850mm átmérőjű hengerre gondolunk, ez a tűréshatár szinte betarthatatlannak tűnik. Ugyanilyen fontossággal bír a hengerek csapágyazása is, bármiféle kotyogás, kopás egyenetlenség minőségi problémákat okoz.

A kalander hengerei közötti réseket menetes orsókkal állítják be, a modern berendezéseknél ez a művelet motoros meghajtással automatizáltan történik.

A kalander hengerek meghajtására egyenáramú motorokat használnak, amelyek fordulatszámuk viszonylag tág határok között állítható. A motor és a hajtott henger között erőátviteli rendszer – általában fogaskerékátvitel van. Régebben a hengerek hajtásához egy motort, és fogaskerék áttéteket használtak. A mai berendezésekben minden hengert külön motorral hajtanak, és az erőátvitelt kardántengellyel oldják meg. Így a hengerek ki és beszerelése gyorsan és könnyen végrehajtható, a hengerpalást kiszerelese, javítása, cseréje, gyorsan elvégezhető. A hengerenkénti hajtás lehetővé teszi a hengerek közötti frikció fokozatmentes állítását.

**A kalander kiegészítő berendezései:** A kalanderek típusától és az elvégzendő feladatoktól függően a kalanderek környezetében különböző kiegészítő berendezéseket alkalmaznak. Ezek teszik a gyártósort képessé azon technológiák megvalósítására, amelyek a félkész termékek előállításához vezetnek.

Amennyiben szövetre kívánunk gumit préselni, szükség van egy szövet tárolására és a kalanderbe eresztő berendezésre. Ez az egység egy olyan több szövetkeercs elhelyezésére és mozgatására alkalmas forgatható berendezés, amelynek egyik karján elhelyezett szövetkeercsről a szövet folyamatosan jut a kalanderbe, míg a többi karjain vagy tárolják, vagy éppen cserélik a szövetkeercseket. A leeresztési sebesség egyenletességének biztosítására elektronikus szabályozó, fékező eszközöket alkalmaznak. Hasonló berendezést használnak a kalander kimenő oldalán is, de ennek a szerepe a félkész termék (lemez, vagy felpréselt szövet) feltekerése tároláshoz, további felhasználáshoz.

A folyamatos üzemhez biztosítani kell a szövetáramot arra az időre is, amikor az ellátó tekercseket, vagy a kimenő oldali tárolókat cserélni kell. Erre a célra szerkesztették a kompenzátorokat. Ezek függőleges irányban mozgatható hengerek, amelyek közül minden második a rendszer alsó helyzetében van normális esetben. Amikor valamilyen ok miatt a szövetellátás megáll (tekercs csere, végtelenítés) ezek a hengerek felfelé mozognak, és a köztük lévő szövet biztosítja az anyagellátást. Amikor az megtörtént, biztosítják, hogy a hengerek lefelé mozogjanak, így a kompenzátor feltöltődjön anyaggal.

A szövet tekercsek cseréjéhez biztosítani kell a régi és az új anyag közti folytonosságot, azaz a szövetet végteleníteni kell. Ehhez vagy varrógépet, vagy nyersgumi szalagot és prést alkalmaznak.

A szövet irányának és szélességének tartásához korrigáló eszközöket helyeznek el a kalander henger előtt, amelyek megakadályozzák, hogy a szövet középvonala elmozduljon, vagy a szálsűrűség egyenetlenné váljon.

A kalanderezés közben létrehozott gumivastagságot ellenőrizni kell, és az eredménynek megfelelően módosítani kell a technológiai paramétereket. Ehhez folyamatos vastagságmérőket alkalmaznak mind a hengereken, mind a hengerekről távozó lemeznél. Ehhez vagy valamilyen radioaktív sugárzás extincióját, vagy refrakcióját mérik, vagy egy lézersugár árnyékának segítségével vizsgálják a rétegvastagságot.

**A kalander hengerek deformációja:** A kalander hengerek között működés közben nagy nyomás alakul ki, amely kis mértékben ugyan, de a hengerek deformációját idézi elő. Ennek lényege, hogy a rés mérete a kalander végektől a közepe felé kismértékben nő. Ez a jelenség azt eredményezi, hogy a hengerek közül kikerülő lemez vastagsága a szélektől a közepe felé nő. A jelenség kiküszöbölésére háromféle módszer alkalmaznak:

- *Bombírozás*, melynek során a hengereket a résnyomás változásával azonos irányban növekvő átmérővel készítik, vagyis nyugalmi helyzetben a hengerek kissé hordó alakúak. A résnyomás miatti kihajlást ilyen módon kompenzálható a képződött lemez vastagságában. Többhengeres kalander esetében ez a módszer csak komplikált megfontolások útján alkalmazható, és mivel a résnyomás nagymértékben függ a feldolgozott anyag viszkozitásától, egy adott korrekció csak egy adott keverék esetén használható, vagyis csak olyan kalander esetén, ahol a keverék minősége mindig azonos.
- *Az ellenhajlítás* (roll-bending) lényege, hogy a henger mindkét oldalán két csapágyat alkalmaznak, amelyek közül az egyik fix, a másik kismértékben elmozdítható, és ezt a kihajlással ellentétes irányban húzva a henger kihajlása kompenzálható. Ez a módszer jól használható változó keverék összetétel esetén, de csak kardánhajtásos hengereknél alkalmazható, ahol a forgástengely elmozdítható, és a nagy ellennyomás miatt a csapágyak nagy terhelésnek vannak kitéve, tehát nagyon kopnak. Ezzel a módszerrel csak kis deformációk kompenzálhatók.



- Az *elfordítás* esetében a két henger forgástengelyét egymáshoz képest kis szögben elfordítják, így a két henger közötti távolság a hengerek végétől a közepe felé csökken a szögelfordítás mértékétől függően. Ezzel a módszerrel lehet a legkisebb műszaki változtatásokkal a legnagyobb vastagságkiegyenlítést elérni, így előszeretettel alkalmazzák a probléma kezelésére. Természetesen változtatható kiegyenlítést csak kardánhajtásos berendezésen lehet alkalmazni. Többhengeres kalanderek esetén valamelyik középső hengert fordítják el: háromhengeres kalander esetén a középsőt, négyhengeres kalander esetén a harmadik hengert fordítják el. ( a hengerek számozása az anyag belépésénél kezdődik, azaz az anyag az 1 és 2 hengerek között lép be.)

**A kalanderezés műveletei:** A kalandereken alakadás folyik, tehát a nyerskeveréket megfelelő módon előkészítve, megfelelő hőmérsékleten, képlékeny állapotban kell a kalanderbe vezetni. Ezért a kalander előtt előkészítő gépeket alkalmaznak. A nagy termelékenységű eljárásoknál a kalander előtt három hengerszék dolgozik, az első a puhítást, a másik kettő a homogenizálást, illetve az etetést biztosítja. A hengerszékek között az anyagot csíkban, szállító hevederrel továbbítják. A második és harmadik hengerszékeket terelő, visszatápláló berendezésekkel látják el a hatékonyabb keverés céljából. A hengerszékek helyett hidegetetésű keverő extrudereket is használnak a kalanderek kiszolgálására, a hideg etetés azt jelenti, hogy az extruderbe az anyagbevitel hidegen történik és a megfelelő hőmérséklet az extruderben alakul ki.

**Lemezek készítése:** A lemezkészítés technológiája attól függ, hogy milyen vastag lemezt kívánnak előállítani. Vékony lemezek ( 0,1–1,5mm vastag) előállítása egy lépésben két vagy háromhengeres kalanderen gyártják. A vastag lemezeket ( 1,5mm-nél vastagabb) általában két lépésben állítják elő, mert a lemezhúzás közben nagy a veszélye a hólyagképződésnek, és egyenetlenségek kialakulásának. Háromhengeres kalanderen 0,3–1,3 mm vastag lemezeket gyártanak, ha négyhengeres kalander áll rendelkezésre, ez a tartomány 0,1–1,5mm-re bővíthető.

A gyártás beállítható paraméterei a hengerek hőmérséklete és a frikció. A hőmérséklet beállítására vonatkozó szabály az, hogy amennyiben a keverék a kevésbé meleg hengerre tapad erősebben ( hidegen tapadó ), – mint a gumikeverékek többsége esetében – akkor a keverék belépésétől távolodva csökken a hengerek hőmérséklete. Melegen tapadó keverékeknél a sorrend fordított. Három hengeres kalander esetén pl az 1.és 2. henger hőmérséklete egyforma, míg a harmadiké ennél alacsonyabb.

A frikciót a belépő résnél 1:1,1 és 1:1,3 közé állítják be, a feldolgozott anyag minőségétől, a lemez vastagságától és a húzási sebességtől függően. Nagyobb viszkozitású keveréknél előnyös a nagyobb frikció alkalmazása, azonban a súrlódás miatt fellépő melegedés miatt vigyázni kell, hogy a keverék ne kapjon túlzott hőterhelést, a vulkanizáció idő előtt meginduljon.

A lemezhúzásnál gondoskodni kell arról, hogy a kalanderről távozó lemez felülete ne ragadjon, ezért a kalander után általában tapadás gátló oldatba merítik a lemezt, majd szárítás után tekerceslik fel, vagy a lemez felületére tapadás gátló port ( talkum, vagy cink sztearát) alkalmaznak, de további beépítés esetén a lemezt kísérőfólia ( általában polietilén fólia) társaságában tekerceslik fel.

*Vékony lemezek* gyártásánál nagy fontosságú a kalander hengereinek és hajtásának állapota. Nagyon kis hibák a henger felületén durva hibákat okoznak a vékony lemezen. A csapágyazás kopása azt eredményezheti nagy viszkozitású keverékek esetén, hogy bizonyos húzási sebességnél nem a henger nyomja az anyagot megfelelő vastagságúra, hanem az anyag emeli és tartja a hengert. Ez a "lebegés" jelensége, aminek következtében az anyag vastagsága esetlegessé válik. Ilyenkor csökkenteni kell a húzási sebességet, vagy megemelni a hőmérsékletet, vagy többletterhelést adni a felső hengerre.

Vékony lemezek igen érzékenyek a technológiai beállításokra, különösen a hőmérsékletre, mert ha a hőmérséklet nem megfelelő volta miatt a lemez ragadóssá válik, a felülete csúnya lesz. A keveréknek szemcsementesnek, homogénnek kell lenni, ezért célszerű azt feldolgozás előtt szűrni.

*Vastag lemezek gyártása* esetén a fő probléma a hólyagok, légzárványok kialakulása. Ezért a vastagabb lemezeket több lépésben szokás előállítani. Ezt a célt szolgálja a dublázás. Ennél a módszernél először előállítanak egy vékony lemezt, majd erre rápréselnek még egy gumiréteget. A gyártást háromhengeres kalanderen valósítják meg, amelynek 1. és 2. hengerei közé vezetik a nyerskeveréket, a 2. és 3. hengerek között kialakul a gumilemez, amit a 3. hengerhez illesztett nyomóhengerrel préselnek az előzőleg elkészített másik lemezre. Természetesen a technológia négyhengeres kalanderral is megoldható, ekkor nincs szükség segédhengerre, mert annak szerepét a 4. henger átveszi.

**A szövetfelpréselés** során az erősítő vázanyagokat (textilszál, szövet vagy acélkord) nyersgumival vonják be. A felpréselt szövet az erősített műszaki gumicikk és az abroncsgyártás egyik legfontosabb félkész terméke. A felpréseléshez legalább három hengerre van szükség. Amennyiben a felpréselés egy oldalról történik, a nyersgumit az 1. és 2. kalanderek közötti részbe vezetik, itt alakul ki a felpréseléshez használt lemez, majd a 2. és 3. henger között az ide vezetett szövetre préselik az így előállított nyersgumi lemezt. Négyhengeres kalanderral kétoldali felpréselés is lehetséges. Ekkor az 1. és 2., valamint a 3. és 4. hengerek közötti részbe adagolják a nyersgumit, a 2. és 3. rész közé pedig a szövetet. A két oldalon lévő hengerréseken előállított lemezeket a 2. és 3. henger közötti részben rápréselik a szövetre. A 3. hengerhez illesztve egy segédhengert is használnak, amelyik rápréseli a keveréket a belépő szövetre.

A felpréselő sor alkalmazza mindazt a kiegészítő berendezést, amiről a korábbiakban szót ejtettünk: a sor első eleme egy leeresztő szerkezet, ahonnan a szövet a tároló tárcsáról letekeredik, majd a egy végtelenítő présen keresztül jutva éri el a kompenzátor hengereket, majd a 140–170°C hőmérsékletű szárító dobokat. Ezek nagy átmérőjű fűtött fémhengerek és az a feladatuk, hogy a szövet nedvességtartalmát minimálisra csökkentsék, és a szövetet előmelegítsék.

A hengerszék különböző pontjain folyamatosan mérik a gumiréteg vastagságát. A hengerről kilépve a felpréselt szövet hűtődobokon megy keresztül, majd a kompenzátor rendszerbe kerül, s innen a feltekerceselő dogokra.

A felpréseléshez alkalmazott nyersgumit a 4-5 hengerszéken készítik elő. Ezekből 2-3 párhuzamosan működő puhító hengerszék, ugyanis a kalander feldolgozó kapacitása sokkal nagyobb, mint a puhító hengerszéké. A puhított keverék egy homogenizáló és egy etető hengerszék után kerül a kalanderbe. A kalanderbe egy etető hevederen kerül az anyag, amely ingázó mozgást végez a kalander hengerek tengelyével párhuzamosan a kalander rések fölött.

A kalander hengerek résméretét a felpréselő gumivastagság és a szövet vastagságának függvényében állítják be, általában 0,2-0,4mm vastag gumiréteget préselnek a szövet mindkét felére. A hőmérsékletet 65 és 95°C között állítják be, gyakorlatilag minden hengeren egyformán. A frikció a lemez kialakításánál 1:1,1 és 1:1,4 közötti érték, a felpréselő részben a hengerek kerületi sebessége azonos.

**Acélkord felpréselés:** Az acélkord esetében az esetek döntő többségében nincs vetülékszál, ami a kordszálakat összetartja, és távolságukat megadja. Ezért az acélkord szálak felpréselésénél a 40-110 különálló szálát önálló csévékről vezetik a felpréselő kalanderhez, a szálak a hengerek előtt egy feszítőrendszeren és egy szálrendező fésűn haladnak át. Természetesen itt is szükség van végtelenítő présre, valamint a kalander után hűtődobokra, kompenzátorra és feltekerceselő berendezésre.

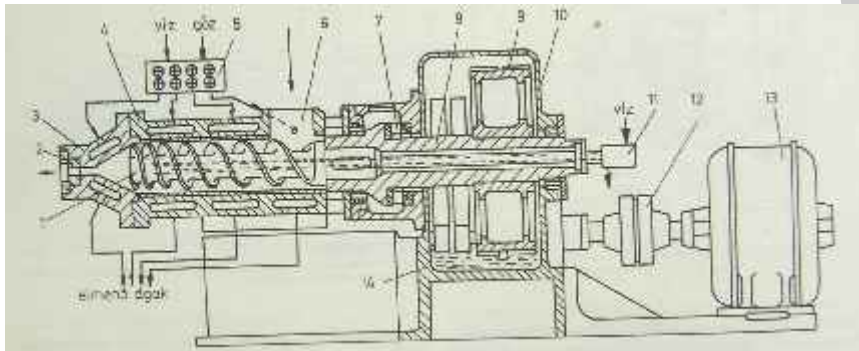
A szálak előkészítése kényes művelet, a tárolás klimatizált, kontrollált hőmérsékletű és nedvességtartalmú térben történik. Kétféle felpréselési eljárást alkalmaznak, az egyik az u.n. meleg eljárás, aminek kalander megoldása azonos a textilkord felpréseléséhez. Ekkor tehát a gumilemezt a felpréseléssel egy lépésben állítják elő. Itt tehát négyhengeres kalander alkalmazása szükséges. A másik, a hideg eljárás, amikor az acélkordra előre elkészített nyersgumi lemezeket préselnek egy kéthengeres kalanderen két oldalról. A két eljárást összehasonlítva elmondható, hogy a hideg eljárás kisebb beruházás igényű, pontosabb szálbeállítást tesz lehetővé, de a meleg eljárásnál a keverék jobban behatol a kordszálak közé, és termelékenysége kisebb.

**Profilkalanderezés:** A profil kalanderek olyan három vagy négyhengeres kalanderek, melynek utolsó hengerének palástjába alakadó profilokat martak. Az 1-2 henger közötti részben kialakult nyersgumi lemez ezen a hengeren áthaladva profilcsíkká alakul, amelyeket lehűtenek, tapadás gátlóval ellátnak, és további felhasználásra tárolják. A profil kalanderezést ma már majdnem teljesen kiszorította az extrúzió, annak ellenére, hogy termelékenysége jóval nagyobb annál, a gyártott profilok egyenletessége jobb, és nagy viszkozitású, hőre érzékeny keverékek feldolgozása esetén nagyobb biztonsággal alkalmazható.

Az extrudálás olyan feldolgozó művelet, amelyben a nyerskeveréket zárt térből nyomás segítségével alakadó szerszámnyíláson át kipréseljük, és a távozó anyag felveszi a szerszámnyílás keresztmetszetét, végelen profilt alakítva ki. A nyomás biztosítása történhet dugattyúval – dugattyús extruderek, vagy csigapréssel – csigás extruderek.

A dugattyús extruderek néhány előnyük ellenére ma már nem, vagy igen ritkán használatosak, és ennek fő oka, hogy a dugattyútér anyaggal való feltöltése csak szakaszosan történhet, így ez az extruder típus csak szakaszos üzemben működhet.

#### Csigás extruderek felépítése és részei



4. ábra. :1. csiga, 2. szerszám, 3. fej, 4. henger, 5. hűtés/fűtés szabályozó, 6. etető garat, 7. csapágy, 8. hajtótengely, 9. fogaskerék áttét, 10. hajtómű, 11. csigahűtés, 12. tengelykapcsoló, 13. motor, 14. alapzat<sup>4</sup>

Az csigás extruder ek fő részei az etetőgarat, a csiga, a csigahenger és az extruderfej a szerszámmal. A nyerskeveréket az etetőgaraton keresztül adagolják a gépbe, gumiipari extruderek esetében ez vagy csíkokra vágott hideg, puhíthatlan keverékkel történik – *hidegetetésű extruderek*, vagy hengerszéken előpuhított meleg nyersgumi csíkokkal történik – *melegetetésű extruderek*. Az extruderbe adagolt anyagot forgó csiga előre viszi, miközben az felmelegszik képlékennyé válik, keveredik, homogenizálódik, majd a fejen elhelyezett szerszámon formát kapva távozik további feldolgozásra.

<sup>4</sup> Gumiipari Kézikönyv, TAURUS-OMIKK, Budapest, 1988, 362. oldal.



Az *extrudercsiga* hossza mentén különböző geometriájú és funkciójú szakaszok különíthetők el: a garatnál néhány menet etetőzóna van, amelynek funkciója az anyag elvezetése a garatból, és továbbítása a kompressziós zónába. A kompressziós zóna feladata a préshatáshoz szükséges nyomás előállítása, és ezt a csiga menetei között lévő térrész térfogatának csökkenésével éri el. A térfogat csökkenése kétféle megoldással érhető el: vagy a csiga menetemelkedését csökkentik – ez az u.n. menetprogresszív megoldás, vagy a csatornamélységet csökkentik – ez az u.n. magprogresszív megoldás. Az első és utolsó menetek közötti térfogatok aránya az u.n. kompressziós viszony, amelynek értéke a gumiiipari extrudereknél 1,4–1,6 között van. A kompressziós zónában az anyagból eltávoznak a levegőzárványok, az anyag tömörödik, hőmérséklete és ezzel viszkozitása csökken, plasztikussá, deformálhatóvá válik. A csiga és a hengerpalást közötti térben kialakuló áramlások következtében a keverék homogenitása nő, így a következő, u.n. kitoló zónából, amely egyszerű csavarszivattyúként működik és az anyagot állandó sebességgel a szerszámra juttatja, teljesen homogén és plasztikus anyag távozik.

A három zóna geometriai adatai meghatározzák az extruderben kialakuló nyomás és áramlási viszonyokat. A melegegetetésű extrudereknél a csigák egy, vagy két bekezdésűek, előfordul olyan eset is, hogy a csiga etetőzónája egy bekezdésű, míg a kitoló zóna két bekezdésű, hogy a csiga nagyobb nyomással tudja továbbítani az anyagot a szerszámhoz.

A hidegetetésű extruderek esetében az extruder feladata keverék puhítása, felmelegítése és homogenizálása is. A hidegetetésű extrudernél ezért a csigakonstrukció egyik legfontosabb funkciója az anyag felmelegítése és puhítása, amihez szabálytalan csigageometriákat, áramlástörő és nyírásfokozó eszközöket szerkesztenek. Az egyik legelterjedtebb megoldás az u.n. Mailfer csiga, amelynél eaz állandó menetemelkedésű csigacsatornában egy második, az előzőnél nagyobb menetemelkedésű és kisebb mélységű menet van beépítve. A menettérfogat csökken a haladási irányban, aminek hatására az anyag átáramlik a csigataréj és a henger fal közötti résen. Több ilyen zóna alkalmazása nagy nyíróhatásokat, és ezzel jó homogenizáló, keverő hatásfokot eredményez.

Az extruder csigákat a hossz/átmérő viszonysszámmal jellemzik. A gumiiiparban alkalmazott csigák esetében ez a viszonysszám melegegetetésű gépek esetén 4–6, míg a hidegetetésű extrudereknél a 20 értéket is elérheti. Az extruder csigákat a modern berendezésekben temperáló lehetőségekkel látják el.

A csiga az extruder hengerben forog, amelynek a felületét érdesre képezik ki, vagy valamilyen mintázattal, huzagolással látják el. Ennek oka, hogy a csiga az anyagot csak akkor tudja továbbítani, ha az anyag súrlódási együtthatója a hengerhez képest nagyobb, mint a csigához képest. Ellenkező esetben a keverék a csigával együtt forog, és nem halad. A hengert is temperálni kell, ehhez hűtő/fűtő egységeket alkalmaznak.

Az *extruderfej* a gép végső eleme, erre csatlakozik az a szerszám, ami a keveréknek az alakot adja. Egyeztrű esetben ez egy vonószerszám, azaz egy lemez, amibe a kívánt profil alakú luk van kimunkálva, s ezen áthaladva az anyag felveszi a profil formáját. Amennyiben üreges profil előállítás a cél, a szerszámba az üregnek megfelelő alakú magot rögzítenek keresztirányú segítségével (pl. cső extrudálásához henger alakú magot). Ilyen feladatnál gondot okozhat az extrudátum belső falának összetapadása, ezt megakadályozandó a termék belsejébe egy csövön keresztül levegőt, vagy síkporos levegőt fújnak.

Abban az esetben, ha az extruder segítségével valamilyen más anyagot (pl. acélkordot) akarnak bevonni nyersgumival, az extruder fejben a csigára valamilyen szögben (45, 60 vagy 90°) helyezik el a szerszámot, ez az u.n. keresztfejes extruder – és a szerszámon áthúzott szárra rápréselik az anyagot. A réteg vastagságát a szerszám mérete határozza meg. Különösen vékony falú termékek vagy rétegek előállításánál a fejben szűrőt és/vagy törőtárcsát helyeznek el, így jobb homogenitást és egyenletesebb anyagáramot lehet elérni.

*Speciális célokra speciális extrudereket* alkalmaznak. Ilyen extruderek a *vákumextruderek*, amelyeket akkor alkalmaznak, ha a keverékből gázok távozhatnak el. A vákumextruder csigáján van egy szakasz, ahol intenzívebb keverést és nyomásmentes állapotot idéznek elő, és ebből a zónából elszívót is beépítenek, ahol a képződött gázok távoznak.

Másik speciális típus az u.n. *keresztáramlásos* (QSM=qwerstormmisch=keresztáramú keverés) extruder. Itt az extruder hengerből tüskék nyúlnak a csigamenetek közé, és természetesen a tüskék helyén a csigamenetek át vannak vágva. A tüskék az anyagáramot megtörik, és igen erőteljes keveredést idéznek elő. Ezt a típust ott alkalmazzák, ahol az anyag homogenitása további finomítást igényel.

A *Nyírófejes extruder* (SSK=Scherspritzkopf=nyírófej) esetében az extruderfej henger alakú és fűtött, és benne fűtött henger alakú mag szabályozható fordulatszámmal forog. A keverék a henger és a forgó mag közötti résen áthaladva a nyíróhatás miatt felmelegszik. Így a vulkanizáció már megindulhat a nyírófejben, az extruder után elhelyezett folyamatos vulkanizáló kamrában pedig kiteljesedhet.

A *hengerfejes extruder (roller head)* egy olyan extruder, amelynek a feje egy kéthengeres kalanderben végződik, így lemeztermékek előállítására alkalmas. Amennyiben az extruder hideg etetéses, alkalmas nyerskeverékből előzetes puhítás és finomítás nélkül lemezek előállítására.

Létezik olyan megoldás is, ahol a lemez kialakítását egy henger, és vele párhuzamosan elhelyezett vonóléc végzi. Ez az u.n. egyhengeres (einwartzkopf) extruder, amit kisebb szélességű lemezek, csíkok előállítására szoktak használni.

Nagyobb gumigyárakban olyan feladatok megoldására, ahol többféle keverékből kell valamilyen profilt előállítani (pl. abroncsgyártásnál) összetett extruder rendszereket használnak. Ezek a duplex, vagy triplex rendszerek, az első esetben két extruder, a második esetben három extruder szállítja a keveréket egy közös szerszámba, ahol a különböző típusú és funkciójú gumikeverékeket egy profillá dolgozzák össze.

*A dugattyús extruderek szerepe kicsi.* Az anyag továbbítását és az ehhez szükséges nyomást hidraulikusan hajtott dugattyúval érik el egy hengerben, amelynek végén az alakadó szerszám van. A csigás extruderekkel szemben egyetlen előnyük az, hogy a szállítási sebesség jobban szabályozható és konstans értéken tartható, viszont mivel az etetés csak szakaszosan történhet, a termelékenységük kicsi, és kezelésük bonyolult.

*Profilok torzulása:* Az extrudálás során a keverék tömörödik, a nyerskeverékben lévő makromolekulák kényszerkonfigurációkat vesznek fel, és a szerszámon való áthaladás közben az áramlás irányában orientálódnak. Amint az anyag kikerül a szerszámból, a kényszer megszűnik és igyekszik felvenni a molekulák számára legkisebb energiával, legnagyobb rendezetlenséggel járó alakot. Ennek következtében az extrudált profil lineáris méretei eltérnek a szerszámnyílás méreteitől, az anyag általában hosszirányban zsugorodik, keresztirányban tágul. Az eredmény az, hogy az extrudátum alakja nem egyezik meg a szerszám alakjával. Kör keresztmetszetű terméknél csak a méret változik meg, de anizometrikus keresztmetszetek esetén a keresztmetszet is torzul. A négyzet alakú szerszámból például párnaalakú profil keletkezik. Ezt a hatást kompenzálni kell, és az a szerszám alakjának megfelelő kialakításával történhet. Mivel a torzulás a méretnövekedés miatt általában konvex, a szerszámnyílást ennek megfelelően konkáv alakúra kell tervezni. A torzulás anyagi minőségtől függő, így egy bizonyos korrekció csak egy anyagi tulajdonságra alkalmas, azaz csak azonos reológiai viszonyok esetén használható.

Az extruderek általában valamilyen gyártósor részeként vesznek részt a technológiában. A gyártósor elemeit azt határozza meg, hogy milyen keverékből milyen célra, milyen terméket akarunk előállítani. Az extruder sor általában az alábbi fő termelőegységeket tartalmazza:

- Etető berendezés
- Extruder hőmérséklet és nyomásszabályozással
- Méretellenőrző berendezés ( vagy folyamatosan működő mérleg, vagy lézeres vastagságmérő egységek)
- Hűtőegység, amely általában magában foglalja a tapadásmentesítő funkciót is
- Feltekerceselő, vágó, vagy egyéb tovább feldolgozásra előkészítő egység
- Vezérlések és automatikák az input és output oldalon, valamint az extruder paramétereinek beállításához.

## A VULKANIZÁLÁS

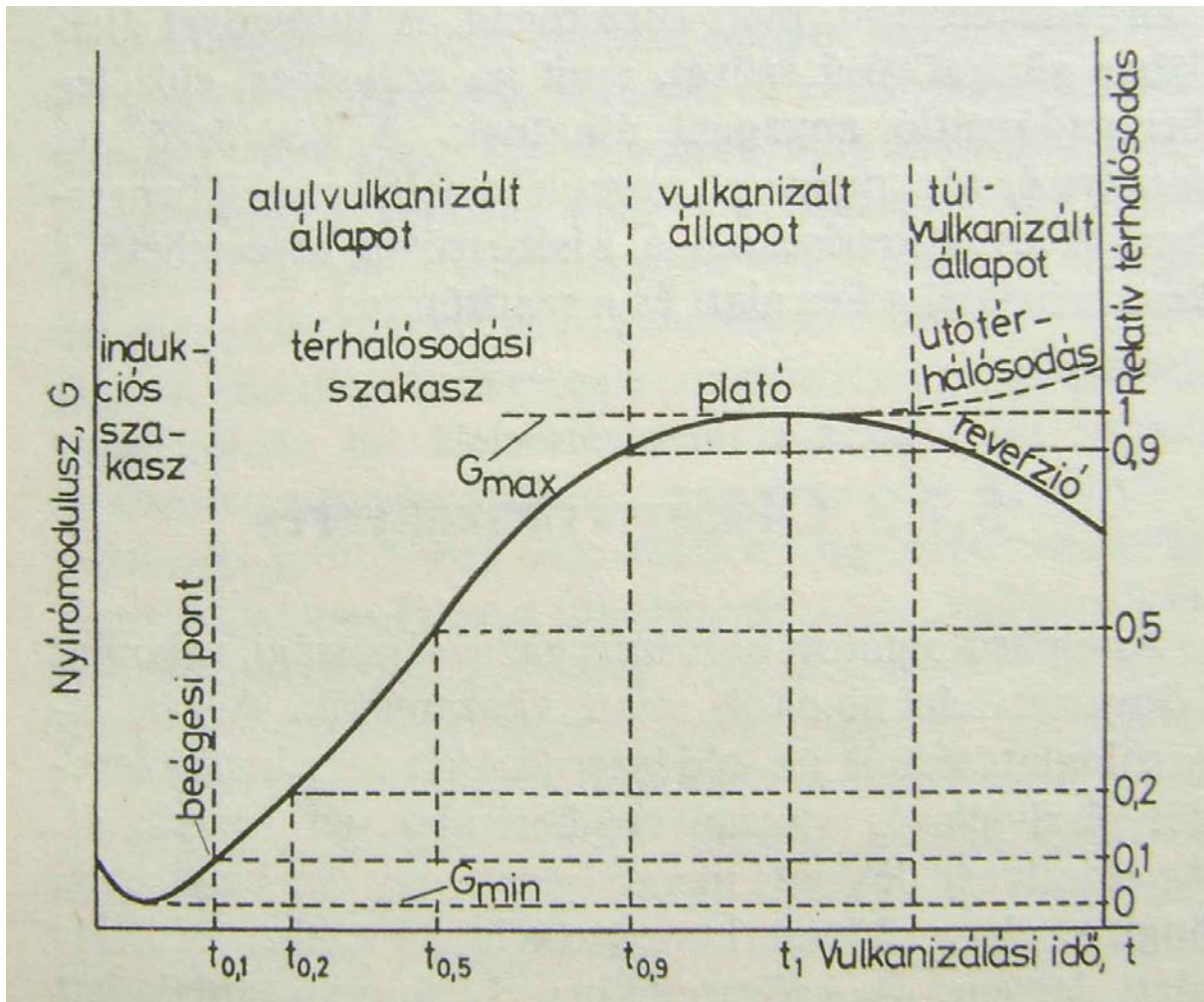
### A vulkanizálás műveletei szakaszai és vizsgálata

A *vulkanizálás* az a művelet, amelynek során a nyers félkész termékből kész gumitermék lesz. Itt játszódnak le azok a kémiai folyamatok, amelyek a plasztikus nyerskaucsukból gumirugalmas gumitermékeket alakítanak. Kémiai folyamat tekintetében térhálósodásról van szó, azaz a lineáris polimer molekulák között keresztkötések alakulnak ki. A keresztkötések kialakulásához térhálósító szerre van szükség, ez az esetek nagy többségében kén, vagy olyan vegyszer, amelyből kén tud leválni és a polimer molekulára kötődni. A kénen kívül minden olyan vegyszer szolgálhat térhálósítóként, amelyek keresztkötés kialakítására képesek a polimer molekulák között. Ilyenek a peroxidok, vagy az epoxi származékok.

MUNKANYAG

A *vulkanizálás* előre haladtával az anyag fizikai, mechanikai tulajdonságai változnak, a rugalmassági modulusz, a keménység nő, az anyag oldószerekben való oldhatósága, duzzaszthatósága csökken. A vulkanizálás előre haladtát tehát ezekkel a tulajdonságokkal lehet követni. A vulkanizálás követésére kidolgozott műszerek az u.n. **vulkaméterek**, amelyek segítségével szabályozott hőmérsékleten folyamatosan lehet valamelyik mechanikai tulajdonságot – általában a nyíró moduluszt – vizsgálni az idő függvényében. A modern vulkaméterekben egy álló és egy oszcilláló mozgást végző tárcsa közé helyezik a nyerskeverék lemezt, és méri azt a nyomatékot, amely az állandó sebesség fenntartásához szükséges. Ez a nyomaték egyértelmű kapcsolatban áll a keverék moduluszával. A vulkaméterek által felvett diagramm az u.n. vulkanizációs görbe a következő szakaszból áll: a mérés kezdete után egy rövid szakaszban a modulusz csökken, ekkor az anyag megömlik, és megindulnak azok a folyamatok, amik a térhálósító szer beépülését elindítják. Ez az u.n. indukciós periódus. Ezután a modulusz meredeken nőni kezd és egy szigmoid görbe szerint ér el egy platót, ahol már csak csekély változás történik. Az aminimális és a maximális modulusz közötti különbség 10%-ának eléréséhez tartozó időt a beégési pontnak nevezik, ahol a térhálósodási folyamat már olyan mértékben haladt előre, hogy az anyag már keverékként nem dolgozható fel újra. A 20%-hoz tartozó időértéket porozitási határnak nevezzük, ezen túl a rendszerben már nyomás nélkül sem keletkeznek buborékok és légzárványok. A 90%-os moduluszhoz tartozó idő a vulkanizáció befejezésének tekintik, mert a maradék 10% már a további állás közben is kialakul a rendszerben. A 10 és 90% közötti szakaszt tekintik a térhálósodási szakasznak. A plató után a modulusz vagy újra növekedni kezd, jelezve, hogy utótérhálósodás következett be, vagy csökken, amikor reverzióról beszélünk, ez a polimer molekulák lebomlását jelzi.



5. ábra. Vulkanizációs görbe<sup>5</sup>

A vulkanizáció menete a technológiai paramétereiktől függ. A *hőmérséklet* a vulkanizáció sebességét határozza meg, a folyamat sebességi állandója  $10^{\circ}\text{K}$  emelés hatására kétszeresére növekszik. Ez egyrészt a termelékenység szempontjából fontos, másrészt viszont a keverékkészítésnél lejátszódó térhálósodás meghatározásához használható. A térhálósodás ugyanis azonnal elkezdődik, ahogy a kaucsuk a térhálósító szerrel kapcsolatba kerül. Ezért alkalmaznak inhibitorokat és aktivátorokat párhuzamosan a keverékekben, ugyanis ilyen módon elérhető, hogy a térhálósodás a keverés és alakadás során csak kismértékben, a vulkanizáló berendezésben viszont teljes mértékben lejátszódjon. A vulkanizálási művelet során a paraméterek beállításakor (hőmérséklet, idő) azonban a keverék előéletét, és az elszenvedett hőhatásokat minden esetben figyelembe kell venni.

<sup>5</sup> Gumiipari Kézikönyv, TAURUS-OMIKK, Budapest, 1988, 394. oldal.

A nyomás gyakorlatilag nincs hatással a vulkanizáció menetére – hiszen a térfogatváltozás elhanyagolható nem túl nagy nyomások (néhányszor 10MPa-ig) esetén. A vulkanizáció eszközökben mégis túlnyomást alkalmaznak, és ennek oka, hogy nyomás nélkül a reakció közben felszabaduló esetleges gázok és vízgőz miatt az anyag nyomás nélkül porózussá válna. A vízgőz pórusképző hatását ki lehet küszöbölni azzal, ha a nyomást az adott hőmérséklethez tartozó telített vízgőz nyomása fölé emeljük. A vízgőz képződését meg lehet akadályozni azzal, ha a keverékbe víz megkötő adalékot tesznek (PbO, vagy CaO), ilyen megoldásokat alkalmaznak, ha nyomás nélkül kell vulkanizálni (pl. folyamatos eljárások, vagy belső bevonatok).

A nyomás igazi szerepe az alakadásban van, ugyanis a plasztikus gumi nagy viszkozitása miatt csak nyomás hatására tölti ki azokat a formarészeket, amelyek különösen bonyolult formák esetén a szűk keresztmetszetek miatt nehezen elérhetők. Gondoljunk például a gumiabroncsok mintázatára.

### A vulkanizálás eszközei és módszerei

A vulkanizálás általában magas hőmérsékleten történik, de egyes speciális alkalmazások esetén szobahőmérsékleten kell a reakciót véghezvinni. Ilyenkor vagy a vulkanizáló szert választják meg úgy, hogy a reakció szobahőmérsékleten is gyorsan végbemenjen, vagy valamilyen energiasugárzással (UV, radioaktív sugárzás) indukálják a kémiai reakciót.

A *meleg vulkanizálás* esetén a hőközlő közeg az esetek többségében vízgőz, vagy túlhevített víz. Folyamatos vulkanizálási eljárásoknál használják a sóolvadékokat, vagy magas forráspontú folyadékokat (pl. glicerin). Prések esetén a hőközlő közeg a présszerszám, amelyet általában elektromos fűtőpatronokkal fűtenek. Nyomás nélküli vulkanizálási eljárásoknál alkalmazzák a mikrohullámú fűtést, az infravörös sugárzást, vagy az u.n. fluidágyas eljárást, ahol nagysebességű levegőáramban lebegtetik a felforrósított homok vagy üveggyöngy szemcséket a vulkanizálandó gumi terében. A nyomás nélküli vulkanizálási módszereket általában a folyamatos eljárásoknál használják.

A szakaszos eljárásoknál alkalmazott eszközök az *autoklávok*, és a *kazánprések*.

Az autoklávok lehetnek fekvő elrendezésűek, és ekkor a vulkanizálandó termékeket tálcán, vagy csillén töljék a kazánba, ahol a megfelelő hőmérséklete és nyomást vagy túlhevített gőzzel, vagy forró sűrített levegővel állítják elő. Autoklávot használnak az abroncsok újrafutózásánál, az u.n. hideg eljárásnál, a műszaki tömlők gyártásánál, az egyes lemeztermékek vulkanizálásánál feltekercselt állapotban, az apróbb formacikkek és profiltermékek gyártásánál, a hengergumizásnál, stb. A kazán mérete és alakja a gyártott termékektől függ: teherabroncsok újrafutózásához kb. 2m átmérőjű 3–4m hosszú kazánt alkalmaznak, kisebb termékekhez álló helyzetű, felülről nyitható üstkazánt, 1m átmérővel és mélységgel, műszaki tömlőkhöz 30–40m hosszúságú kazánt is használhatnak, melynek átmérője a műszaki tömlő átmérőjétől függ.

A kazánban történő vulkanizáláshoz különösen a nagy műszaki tartalmú termékek esetében a formaadást és többletnyomást adnak azzal, hogy a terméket nedves poliamid szövetcsíkkal betekercselik, ami a meleg hatására zsugorodik. A reakció befejezése után a bandázst eltávolítják.

A *vulkanizáló kazánprés* a kazán és a prés kombinációja. Részei egy üstkazán, amelyhez alulról egy hidraulikus prés dugattyúrendszere csatlakozik. A présasztalt a hidraulika mozgatja, és az egyszerre több formát nyom a kazán tetejéhez. Telített gőzzel fűtve jó hőmérséklet eloszlás érhető. Nagyméretű formacikkek (tömörgumi abroncsok, amortizátorok, stb.) előállításához használják.

A *vulkanizáló préseket* lemeztermékek, hevederek és formacikkek előállítására használják. A préslapok közé formát tesznek, és a formát vagy közvetlenül anyaggal töltik ki, vagy egy transzfer kamrába helyezik az anyagot, és a prés nyomja bele a keveréket a szerszámba. A nyomást általában hidraulika biztosítja, a hőmérsékletet pedig vagy gőzfűtéssel, vagy elektromos úton biztosítják. A préslapok között lehelyezhető szerszámfészkek száma a prés méreteitől függ. Különös figyelmet érdemelnek a hevederek előállítására szolgáló prések. Ezek hossza néhány m, szélessége a heveder szélességéig, a heveder szélességéhez igazodik. A vulkanizálás szakaszosan történik, a prés két végén néhányszor 10cm hosszán hűtik a hevedert, hogy a kétszeres vulkanizálást megakadályozzák. A préshez feszítő berendezés tartozik, hogy a vulkanizálás feszített állapotban történjen.

Az *etázsprések* működése hasonló a présekével, csak a hidraulika itt több egymás fölé helyezett préslap párt nyom össze. A hidraulikus úton előállított nyomás általában két fokozatú, az első fokozatnál 30–40bar-t biztosít a préslapok mozgatásához és a forma levegőztetéséhez, a második fokozatban 200baros nyomás biztosítja a préslapok zárását. A préslapok fűtése itt is telített gőzzel, vagy elektromos úton történik.

A *gumiabroncsprések* egy flexibilis membránnal és egy darabokból álló szétnyitható forma közti térben vulkanizálják ki a nyers abroncsot. A forma nyitott állapotában a forma közepén levő membrán henger alakot vesz fel és a forma felső része felnyílik. Az alsó félbe helyezik el a nyers abroncsot, és a formát lezárják. Ekkor a formát tartó teleszkópos rúd összecsucskodik, és a membrán felveszi a nyersabroncs belső terének alakját. Ezt követően a membránt nagynyomású gőzzel feltöltik, a nyersabroncs falához nyomják, az meglágyul, és kitölti a külső forma mintázatai közti teret. Az alkalmazott nyomás 16–25 bár, a hőmérséklet 160–200 °C.

A *folymatos vulkanizálási eljárások* közül a legelterjedtebb a lemezek vulkanizálására alkalmazott forgódobos eljárás (rotocure). Ennél a kalanderről lejutó lemezt egy fűtött hengerre szorítják egy szorító fémszalaggal a hengerfelület mintegy 2/3-ában. Olyan sebességet állítanak be, hogy amíg a lemez ezen a fűtött és nyomott szakaszon áthalad, a vulkanizáció megtörténjen.

Folyamatos eljárásoknál használnak nagynyomású csőkazánokat, nyomás alatti folyadékokat, de ezek jelentősége elhanyagolható. Az elterjedtebb folyamatos vulkanizáló módszerek általában valamilyen gyorsan áramló fűtőközeg (pl. forró levegő, vagy fluidszemcsék) használatával, vagy nagyfrekvenciás sugárzással (UHF? Béta sugárzás, stb) történik és általában az extruderek után használják.

## TANULÁSIRÁNYÍTÓ

Gumiipari technikus hallgatók számára igen kevés nyomtatott forrásanyag áll rendelkezésre a tanuláshoz. A legátfogóbb mű a Gumiipari Kézikönyv, amely 1988-ban jelent meg, és amelynek tartalma túlmutat a gumiipari technikusoktól elvárható szinttől. Annak ellenére, hogy a Kézikönyv már több mint húsz éves, a mai napig használható, és használják. Ennek oka, hogy a gumiipar az alatechnológiákat tekintve csak kevéssé tér el a 20 évvel ezelőtti színvonalától, gyakorlatilag ugyanazokat az eszközöket és módszereket használják, a fejlődés elsősorban az infrastruktúrában, a vezérlésben, az robotizációban történt.

A rendszerváltás előtti években a magyar gumiipar gyakorlatilag egy nagyvállalattól állt, ez a TAURUS Gumiipari Vállalat volt, és néhány kisebb gumifeldolgozó kisiparosból, vagy TSZ melléküzemágból. A keverékellátást, a fejlesztést, a képzést és az információs szolgáltatást a TAURUS biztosította, így a technikusokhoz szükséges tankönyvek, jegyzetek is a TAURUS gondozásában jelentek meg. Aki hozzá tud jutni ezekhez a régi kiadványokhoz, olvassa el őket, címük megtalálható az ajánlott irodalom jegyzékben. A legtöbb gumigyár már létezett a TAURUS idejében – többségük a TAURUS gyára volt, ezek könyvtárában ezek a könyvek megtalálhatók, érdemes keresni őket. Aki így nem tud hozzájutni a könyvekhez, próbálja meg műszaki könyvtárakban, a könyvkiadók archívumaiban keresni a szükséges irodalmat.

A szakmai információtartalom című részt igyekeztünk olyan részletességgel elkészíteni, hogy az önmagában is alkalmas a szükséges tudás elsajátítására. Javasoljuk, hogy a tanuló először olvassa el a jelen dokumentumban összefoglalt információanyagot, amennyiben valamit nem ért, keresse meg a forrásanyagot az ajánlott irodalomjegyzék szerint, elsősorban a Gumiipari Kézikönyvet, vagy forduljon a tananyagot előadó oktatóhoz segítségért. Amennyiben úgy érzi, hogy az anyagot érti, oldja meg a következő fejezetben felsorolt gyakorló feladatokat, hogy tudását ellenőrizze. Amennyiben a feladatokat a "Megoldások" című rész szerint helyesen oldotta meg, a tananyag elméleti részét elsajátította. Nagyon célszerű, hogy a szakmai ismeretanyagban ismertetett eszközöket, és ezek működését a gyakorlatban is lássa. Ezért – amennyiben meg tudja oldani, szervezze meg, hogy látogatást tehessen olyan termelő egységeknél, ahol ezeket a technológiákat és gépeket alkalmazzák, így működésben is meg tudja szemlélni. Ehhez a gyakorlati oktatója biztosan segítséget nyújt. Célszerű az üzemlátogatáson feljegyzéseket készíteni, hogy a látottakat be tudja illeszteni az elméleti ismeretanyagba. Amennyiben ezeket a javaslatokat követi, remélhetőleg nem lesz probléma az anyag elsajátításában és a vizsga sikeres letételében.

## ÖNELLENŐRZŐ FELADATOK

### VÁLASZOLJON A KÖVETKEZŐ KÉRDÉSEKRE!

#### Történelem és technológiai alapfogalmak

1. Mi a gumiipar legrégebbi alapanyaga?

2. Ki találta fel a kénes vulkanizációt?

3. Mi változik a gumi szerkezetében vulkanizálás közben?

4. Milyen újítás vezetett a gumibroncsok kifejlesztéséhez, és kinek a nevéhez fűződik?

5. Mi a technológia?

---

---

6. Melyek a gumiipari technológia fő lépései?



7. Mik a gumikeverék fő összetevői?

**Keverés**

8. Mi a keverési folyamat lényege?

9. Milyen fázisokat különíthetünk el a nyersgumi keverék készítésekor?

---

---

10. Milyen keverő berendezéseket ismer?

11. Mik a hengerszékek fő szerkezeti elemei?

12. Milyen hengerszék típusokat ismer, és mik ezek funkciói?

13. Mi a frikció és mi a szerepe a keverékkészítésnél?

14. Miért kell hűteni a hengerszékeket?

15. Mik a zártkeverők fő szerkezeti elemei?

16. Milyen zártkeverő rotor típusokat ismer?

17. Melyik részét hűtik a zártkeverőnek?

- a) A rotort
- b) A keverőkamra falát
- c) Mindkettőt

18. Milyen folyamatos keverőket ismer?

19. Milyen keverő extrudereket ismer?

20. Milyen speciális extruder fejeket használnak a keverőüzemekben, és hogyan működnek ezek?

21. Milyen segédberendezések vannak a keverőüzemben?

22. Mik a hűtődaraboló fő szerkezeti elemei, és mik ezek funkciói?

23. Milyen részei vannak a hengerszékes keverősornak?

24. Milyen részei vannak az extruderkes keverősornak?

25. Mit értünk ciklusidő alatt?

26. Milyen adagolási sorrendeket ismer?

27. Mi a fázisszám?

28. Miért van szükség a gumi kimelegítésére?

**Alakadás**

29. Mi a kalanderezés lényege?

30. Milyen hengerelrendezéseket ismer a különböző hengerszámú kalandereknél?

31. Miért van szükség a kalander hengerek temperálására?

32. Milyen kiegészítő berendezéseket használnak a kalander üzemben?

33. Mi okozza a hengerek torzulását, és hogyan lehet ezeket kompenzálni?

34. Milyen paraméter szerint osztályozzák a lemez húzási műveleteket?

35. Mi a dublázás?

36. Milyen kalandereket alkalmaznak a szövetek felpréseléséhez?

37. Mi a technológiai különbség az acélkord és a textil szövet felpréselése között?

38. Mi a hideg és a meleg acélkord felpréselés lényege?

39. Mi a profil kalanderezés?

40. Milyen más technológia valósít meg a profil kalanderezéssel azonos feladatot?

41. Mik az extruder részei?

42. Milyen szakaszokat különböztetünk meg az extruder csigákon?



43. Milyen adattal jellemzik az extruder csigát?

44. Mi a gumiiipari extruder csiga méretei közötti különbség a hidegetetésű és a melegetetésű extrúder esetében?

45. Milyen speciális extrudereket ismer?

46. Mi a triplex extruder?

47. Hogyan működik a dugattyús extrúder?

---

---

48. Milyen problémát okoz az extrudálási duzzadás, és hogyan lehet ezt korigálni?

---

---

---

**Vulkanizálás**

49. Mi a vulkanizálás, és mi a szerepe a gumifeldolgozásnál?

50. Milyen módon lehet egy keverék vulkanizációs tulajdonságait követni?

51. Mi a vulkaméter, és hogyan működik?

52. Mi a vulkanizációs görbe, és milyen szakaszai vannak?

53. Mi a hőmérséklet hatása a vulkanizációra?

54. Mi a nyomás hatása a vulkanizáció menetére?

55. Milyen fűtőközegeket alkalmaznak a vulkanizációhoz?

56. Milyen vulkanizáló berendezéseket ismer?

57. Hogyan működik az etázsprés?

---

---

58. Hogyan működik a gumiabroncsprés?

---

---

---

---

59. Milyen folyamatos vulkanizációs módszereket ismer?

---

---

60. Mik a hideg vulkanizációs eljárások?

## MEGOLDÁSOK

- 1.A természetes kaucsuk
- 2.Charles Goodyear
- 3.A lineáris polimer molekulák rendszeréből térhálós szerkezet alakul ki.
- 4.Dunlop a kerékpárja kerekére gumitömlőt tekert a nagyobb kényelem céljából.
- 5.A technológia azon eljárások és eszközök összessége, amelyek révén a kiindulási anyagokból előnyösebb tulajdonságú végtermékeket állítunk elő.
- 6.A keverés, alakadás, konfekcionálás, vulkanizálás
- 7.A kaucsuk(ok), a töltőanyag(ok), a lágyító(k), a vulkanizáló szer(ek), a kemikáliák és adalékanyagok
- 8.A keverés közben a nyersgumiban elkeverik a többi alkotórészt, amíg az homogén masszává nem válik.
- 9.Az aprítás, a befogadás, a szétosztás, és a homogenizálás
- 10.Hengerszék, zártkeverő, keverő extruder
- 11.A hengerek, a hajtás, és a temperáló rendszer
- 12.törő/bordás, keverő, finomító, homogenizáló hengerszékek
- 13.A frikció a két hengerpalást kerületi sebessége közötti arány. Ha a hengerek mérete egyenlő, a két henger fordulatszáma közötti arány.
- 14.A keverés nagy nyíróerők hatására következik be, és az súrlódás felmelegíti az anyagot. Ez addig jótékony hatású, amíg a rugalmas állapotból plasztikus állapotba megy át, de a túlzott felmelegedés károsíthatja az anyagot és nem kívánt reakciókat indíthat el ( beégés)
- 15.Az adagoló garat az adagoló kapuval, és a lenyomó fejjel, a keverőtér a rotorokkal, és a kiömlő kapuszerkezet (alsó kapu), a hajtás, a hűtő berendezés és az anyagbevételre szolgáló automatikus anyagtovábbítók.
- 16.Tangenciális, és átmetsző (interlocking)
17. c – mindkettőt
- 18.Farrel FMC berendezés, Transzfermix, Farrel MVX
- 19.Pelletizáló extruder, lemez húzó extruder, szűrőextruder

20. Pelletizáló extruder: A szerszám egy perforált lemez, ami előtt egy kés forog. A tárcsa résein kiáramló anyagot a forgó kés apró pelletekre vágja. A roller die extruderben a fej után két henger forog egymással szemben, s a szerszámból kiáramló anyagot lemezzé préseli. A szűrő extruder fejében egy szitaszűrőt helyeznek el, amely a durva szennyeződésekkel felfogja.

21. Anyagkezelő és bemérő berendezések: koromtároló és adagoló berendezések, lágyítószer tárolók és adagoló injektorok, kaucsuk kimelegítő berendezések, bálavágók, hűtődarabolók

22. A hűtődaraboló fő szerkezeti elemei: a továbbító heveder, hűtő/ragadás gátló oldat kád, girland formáló, hűtő/szárító sor, hajtogató vagy lapvágó berendezés

23. Zártkeverő, hűtő-alakító hengerszékek, hűtődaraboló

24. Zártkeverő, extruder roller-die fejjel, hűtődaraboló

25. A ciklusidő az egy keveréshez szükséges idő, azaz az az időtartam, amíg az anyag a zártkeverőben tartózkodik a beadagolástól az ürítésig.

26. A: Hagyományos, vagy egyenes, amikor először a kaucsukot, aztán a kormot és az adalékokat, majd a lágyítót adják be. B: Fordított, amikor először a kormot, az adalékokat és a lágyítószer keverik össze és ehhez adják a kaucsukot, C: Félfordított, amikor a kormot, az adalékokat és a lágyítószer felét először megkeverik, ehhez adják a kaucsukot, majd a lágyítószer másik felét.

27. A fázisszám azon keverési ciklusok száma, amely szükséges a nyersanyagokból a vulkanizálásra kész keverék előállításához.

28. A kaucsuk kristályos részeket tartalmazhat, ami megnehezíti a feldolgozást. Ezek eltávolításához a nyerskaucsukot 60–80 fokos térben tartják néhány óráig, amíg teljes tömegében fel nem veszi a környezet hőmérsékletét.

29. A kalanderezés során a nyersgumi keveréket nagyon pontosan szabályozott forgású, hőmérsékletű és méretű hengerek között vezetik át, és ennek során egyenletes falvastagságú lemezek, vagy rétegek állíthatók elő.

30. A hengerek száma általában 2 és 4 között változik a gumiiparban. Speciális célokra használnak segédhengereket, vagy magasabb hengerszámot. A hengerek elrendezése lehet álló vagy fekvő vagy ferde, I, F, Z és S alakban.

31. A kalander hengerek hőmérsékletét pontos értéken kell tartani, egyrészt a túlmelegedés megelőzésére, másrészt a tapadási viszonyok befolyásolására, s így a szép, egyenletes felületek kialakítására.

32. Fel és letekercselő berendezések, terelő és központosító berendezéseket, végtelenítő eszközöket, gumiadagoló, etető hevedereket, falvastagság mérő műszereket.



33.A hengerek közepénél nagyobb nyomás uralkodik, mint a széleken, ez a henger kihajlását okozza. A jelenség korrigálására vagy a hengereket köszörülik ellentétes formára (bombírozás), vagy a hengereket két oldalon két-két csapággal függesztik fel, és külső csapágnál ellentétes hajlító nyomatékot adnak a hengerre (ellennyomás) vagy a hengerek forgástengelyét egymáshoz képest kis szögben elfordítják(ferdére állítás)

34.A lemezvastagság szerint: vékony lemezek 0,3–1,5mm-ig, vastag lemezek 1,5mm vastagság felett.

35.A vastag lemezek gyártására alkalmazott technológia, amelynél egy vékony lemezre préselnek egy második nyersgumi réteget.

36.Egyoldali felpréseléshez háromhengeres kalander, kétoldali felpréseléshez négyhengeres kalandert használnak.

37.Az acélkord egyedi kordszálakból áll, nincs összekötő vetülékszál. Így a kalanderbe vezetés is egyedi szálakban történik, amelyek távolságát a hengerek előtt elhelyezett fésűs szárendezővel állítják be. A szálak hőmérsékletét és páratartalmát egy klimatizált helyiségben biztosítják. A felpréselés történhet hidegen és melegen, a hidegen történő felpréseléskor kész lemezt préselnek az acélkord szőnyegre, ehhez kéthhengeres kalander is elegendő.

38.A hideg felpréselés esetében az acélkord szálakra kész nyersgumi lemezt préselnek, míg a meleg eljárásnál a szövetfelpréseléshez hasonlóan a felpréselendő lemezt a felpréselő kalanderben állítják elő nyerskeverékből.

39.A profil kalanderezés lényege, hogy a kalander utolsó hengeréne profilok vannak marva, amelyeken a nyerskeverék áthaladva végtelen profilokká válik.

40.Az extrúzió is végtelen profilokat állít elő folyamatos üzemben, de amíg a profil kalanderen egymás mellett több profilt is lehet gyártani, az extruderből általában csak egy profilt húznak.

41.Az extruder részei: az extruderház, vagy extruderhenger, a csiga, a fej a szerszámmal, a hajtás és a temperáló berendezés.

42.Etetőzóna, ahol az anyag fogadása és továbbítása, előmelegítése történik, kompressziós zóna, ahol az anyag megömlik, keveredik, homogenizálódik és a szerszámon való áthaladáshoz szükséges nyomást eléri, és a kitoló zóna, amelyik az anyagot állandó sebességgel és nyomáson továbbítja a szerszám felé.

43.A hossz/átmérő viszonytal ( $L/D$ ).

44.A hidegetetésű extruder esetében az  $L/D$  arány sokkal hosszabb: míg a melegegetetésű extrudernél 4–6, addig a hidegetetésű extruder esetében eléri a 15–20 értéket is.

45. Vákumextruder, ahol a kompressziós zóna közepén van egy kis nyomású szakasz, ahol elszívják a képződött gázokat és gőzöket, a QSM extruder, ahol a csigatérbe a hengerből tüskék nyúlnak be, a nyírófejes extruder ahol a fejből egy meleg henger forog a csigára merőlegesen, a roller-head berendezés, ahol az extruder fej után egy kéthengeres kalander van elhelyezve. Az EWK extruder, ahol a fejből kiáramló keveréket egy henger és egy vele párhuzamosan elhelyezett vonóléc alakítja lemezzé.

46. Három extruderből álló rendszer, a három extruder egy szerszámban végződik, így különböző alkotórészekből álló profilokat lehet előállítani.

47. A dugattyús extruderben a nyerskeverék szerszámon történő átrésseléhez szükséges nyomást egy hengerben mozgó dugattyú biztosítja.

48. Az extrudálási duzzadás következtében az extrudált profil alakja eltér a szerszámnyílás alakjától, annál konvexebb lesz. Ennek kiküszöbölésére a szerszámnyílást olyanra kell tervezni, hogy a duzzadással éppen a kívánt profilt érje el.

49. A vulkanizálás az a művelet, amelynek során a hőre lágyuló nyersgumi rendszerből gumirugalmas rendszer keletkezik, amely hő hatására már nem lágyul meg. A folyamat kémiai megfogalmazásban térhálósodás.

50. A keverék vulkanizációs tulajdonságait olyan mechanikai vagy kémiai tulajdonságok megfigyelésével lehet követni, amelyek a térhálósággal egyértelmű összefüggésben állnak, ilyen a rugalmassági modulus, a keménység, vagy a duzzaszthatóság. A gyakorlatban a nyírómodulus szabályozott hőmérsékleten mérhető időfüggését szokták erre a célra használni.

51. A vulkaméter a keverék nyíró modulusával arányos mennyiséget mér adott hőmérsékleten az idő függvényében. A keverékmintát kör alakú lemez alakjába helyezik két lap közé, amely meghatározott frekvenciájú oszcilláló mozgást végez. Az idő függvényében mérik azt a nyomatókat, amely szükséges az állandó frekvencia fenntartásához.

52. A vulkanizációs görbe az anyag valamilyen térhálósággal egyértelmű kapcsolatban álló fizikai tulajdonságának változását mutatja adott hőmérsékleten az idő függvényében. Általában a nyíró modulus változását mérik. Szakaszai a következők: indukciós szakasz – az anyag felveszi a műszer hőmérsékletét, megömlik, majd megindul a térhálósodás – a modulus kissé csökken, majd nőni kezd. Térhálósodási szakasz – a modulus erőteljesen, majd egyre gyengülő mértékben nő, inflexiós ponton megy át, majd egy adott értékre beáll. Plató: a térhálósodási reakció már lejátszódott, az aktív térhálósító szer elfogyott, a modulus tovább nem nő, állandó értéken áll. Utólagos reakciók: reverzió, vagy utótérahálósodás, a kaucsuk minőségétől függően további térahálósodási reakciók, vagy a kaucsuk lebomlása indul meg, a modulus az alsó esetben nő, a második esetben csökkenni fog.

53. A hőmérséklet hatására a vulkanizáció sebessége nő, sebességi állandó 10 fok emelkedés hatására kétszeresére nő.

54.A nyomás nincs hatással a vulkanizáció menetére, de egyrészt meggátolja a légzárványok képződését, másrészt benyomja a megömlött keveréket a formába, amely így veszi fel a forma alakját.

55.A leggyakrabban alkalmazott fűtőközeg a gőz, a túlhevített víz, a forró levegő, speciális megoldásoknál alkalmaznak sóolvadékok, magas forráspontú folyadékokat vagy fluidágyas megoldást.

56.Autoklávok, üstkazánok, kazánprések, vulkanizáló prések, etázsprések, gumiabroncsprések, vagy membránprések.

57.Az etázsprés esetén egymás fölött több prészszerző, vagy préslap van elhelyezve, amiket hidraulikus úton nyomnak össze.

58.A gumiabroncsprésben szétnyitható abroncsforma, és annak tengelyébe elhelyezett membrán van. A membránt a prés nyitott állapotában egy teleszkópos kar kifeszíti, ekkor a ners abroncsot behelyezik a szerzőba, majd lezárják. Ekkor a formák összezáródnak, és a membrán az abroncs belső terébe kerül. Ekkor a szerzőmot kívülről gőzzel fűtik, a nyomást pedig a membránba vezetett túlhevített gőzzel vagy vízzel biztosítják.

59.Folyamatos vulkanizációs eljárás a fogódobos eljárás, ahol a vulkanizálandó lemezt egy fűtött forgó dobra szorítják feszített fémszalaggal, a forró levegős eljárás, ahol a hőmérsékletet egy alagút kemencébe fűjt forró levegő biztosítja, amin átvezetik a vulkanizálandó terméket, a nagyfrekvenciás, vagy mikrohullámos melegítőalagutak, a nagyenergiájú elektromágneses vagy radioaktív sugárzással működő vulkanizáló eszközök.

60. A hideg vulkanizációs eljárások azok a módszerek, ahol a vulkanizáció energiaközlés nélkül is lezajlik, ilyenek a sugárzás hatására létrejövő vulkanizálás, vagy az önvulkanizáló (nagyon aktív) keverékek alkalmazásával történő vulkanizálás.

**IRODALOM JEGYZÉK****FELHASZNÁLT IRODALOM**

- Gumiipari Kézikönyv: TAURUS OMIKK, Budapest,1988, 19–23.oldal, 309–379.oldal, 394–410.oldal
- Erdős Péter: Gumiipari alaptechnológiák:Tankönyvkiadó, Budapest, 1982
- Gréczy Károly: Gumiipari Gépek, Esztergom, NIMTK, 1976
- Pap Zsolt: Gumiipari technológiai alpműveletek, Kalanderezés Taurus Gumiipari Vállalat, Műszaki Intézet, Budapest, 1991
- Pap Zsolt: Gumiipari Technológiai alpműveletek, Extrudálás Taurus Gumiipari Vállalat Műszaki Intézet, Budapest, 1992
- Pap Zsolt: Gumiipari Technológia I. Szakmunkásképző Tankönyv, Az Ipari Minisztérium megbízásából kiadta a Műszaki Könyvkiadó, Budapest,1989.
- Knirsch Györgyné: Gumiipari Technológia II., Az Ipari Minisztérium megbízásából kiadta a Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1990.

**AJÁNLOTT IRODALOM**

- Gumiipari Kézikönyv: TAURUS OMIKK, Budapest,1988, 19–23.oldal, 309–379.oldal, 394–410.oldal
- Erdős Péter: Gumiipari alaptechnológiák:Tankönyvkiadó, Budapest, 1982
- Gréczy Károly: Gumiipari Gépek, Esztergom, NIMTK, 1976
- Pap Zsolt: Gumiipari technológiai alpműveletek, Kalanderezés Taurus Gumiipari Vállalat, Műszaki Intézet, Budapest, 1991
- Pap Zsolt: Gumiipari Technológiai alpműveletek, Extrudálás Taurus Gumiipari Vállalat Műszaki Intézet, Budapest, 1992
- Pap Zsolt: Gumiipari Technológia I. Szakmunkásképző Tankönyv, Az Ipari Minisztérium megbízásából kiadta a Műszaki Könyvkiadó, Budapest,1989.
- Knirsch Györgyné: Gumiipari Technológia II., Az Ipari Minisztérium megbízásából kiadta a Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1990.

A(z) 7007–08 modul 001–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