

ÚJ TÍPUSÚ – ÉLETVÉDELMI – KÖTÖTTPÁLYÁS FÉKRENDSZERHEZ GUMI ALKATRÉSZCSALÁD FEJLESZTÉSE A KÓKAI KFT.-NÉL



NEMZETI KUTATÁSI, FEJLESZTÉSI
ÉS INNOVÁCIÓS HIVATAL

AZ NKFI ALAPBÓL
MEGVALÓSULÓ PROGRAM

Bevezetés

A Kócai Tömítéstechnikai Kft. fő profilja gumi, fém – gumi és műanyag – gumi alkatrészek gyártása. Magas technológiai színvonalú termelői gépparkkal a termékek fröccs- és préstechnológiával készülnek. Az alkatrészek autóiipari haszonjárművek és vasúti szerelvények fékrendszerébe, pneumatikus rendszerekbe, gépipari berendezésekbe, háztartási készülékbe és egyéb tömegközlekedési járművekbe épülnek be.

A legmagasabb szintű minőségi követelményeknek való megfelelést a 25 éve működő autóiipari minőségirányítási rendszer és modern mérőeszközpark segíti. Piaci és saját fejlesztésű gumi alapanyagaink révén vevőink széleskörű igényeit tudjuk kiszolgálni. A cég számos magyar és nemzetközi nagyvállalat stratégiai beszállítójaként van jelen a piacon. Termék profilunkban több mint 1000 féle termék található.

2015 óta kiemelt fókuszterületként kezeljük alapanyag - fejlesztési és prototípus - tesztelési tevékenységünket. A géppark legmodernebb eszközökkel történt bővítése lehetővé tette partnereinkkel az eddigieknél is hatékonyabb és magasabb színvonalú közös fejlesztési projektek megvalósulását. Ennek keretében zárult sikeresen az „Új típusú – életvédelmi – kötőtpályás fékrendszerhez gumi alkatrészcsalád fejlesztése” című projekt.

A vasúti, kötőtpályás alkalmazások sajátossága, hogy az alkatrészek a teljes élettartam során szélsőséges hőmérsékleti, mechanikai és környezeti igénybevételnek vannak kitéve (tartós dinamikus terhelés, rezgés, nyomásingadozás, nedvesség, szennyeződések), miközben életvédelmi funkciót látnak el. Ennek megfelelően az alkalmazott gumi anyagokkal szemben nemcsak általános mechanikai és fizikai követelmények (szakítószilárdság, szakadásállóság, rugalmasság), hanem speciális vasúti és vevői előírások (hidegállóság, öregedésállósági paraméterek) is érvényesülnek. A projekt ezeknek a magas szintű elvárásoknak való megfelelésre irányult.

Projekt munka, szakmai összefoglaló

A projekt a közösségi, kötőtpályás közlekedésbiztonság fejlesztéséhez járult hozzá. A megvalósulás során új alapanyag kísérleteket végeztünk, hogy teljesíteni tudjuk a speciális vevői követelményeket (életvédelmi alkalmazás, hosszú élettartam, hatékonyabb működés, megtakarítás az anyagfelhasználásban, költségcsökkentés).

Az alapanyag-fejlesztés során több, vasúti környezetben is alkalmazható elasztomertípus (pl. speciális NBR- és egyéb, ásványolaj- és fékfolyadék-álló keverékcsaládok) bázisán indítottunk receptúra-kísérleteket. A kísérleti sorozatokban a polimerbázis, a töltőanyag-rendszer (korom- és ásványi töltők), a lágyítók,

öregedésgátlók és térhálósító rendszerek kombinációit optimalizáltuk, úgy, hogy a keverékek egyszerre biztosítsák:

- a szükséges rugalmasságot és tömítőhatást a fékrendszer üzemi hőmérséklet-tartományában,
- alacsony kompressziós állandóságot (compression set) hosszú távú terhelés alatt,
- az ásványolaj-, levegő-előkészítő olaj-, fékfolyadék- és zsírkörnyezettel, valamint az egyéb, fékrendszerekben előforduló médiumokkal szembeni ellenálló képességet,
- a vasúti iparban elvárt öregedési és környezetállósági paramétereket.

Az új termék az új alapanyag mellett új szerszám konstrukciót is igényelt. A gumitól elvárt rugalmasság növekedés, az általánostól eltérő élettartam módosítás, az öregítés utáni hidegállóság megfeleltetése jelentett különösen új kihívásokat a munka során. A konstrukciós tervezés során figyelembe vettük a K-gyűrűk geometriai sajátosságait (tömítőelemek, tömítőprofil kialakítása, sorjamentességet).

Az új konstrukció célja volt az is, hogy a korábban használt alkatrészeket a fenti tulajdonságokkal bíró új termékekkel tudjuk majd kiváltani. A célkitűzés része volt a beépített alkatrészek tömegének és anyagfelhasználásának optimalizálása is, a geometria olyan módosításával, hogy a tömítő funkció biztonságos teljesítése mellett csökkenjen az anyagköltség és javuljon a gyárthatóság (rövidebb ciklusidő, kisebb selejtarány).

A munka eredményeként egy több termékből álló termékcsalád került kifejlesztésre.

1. ábra: mintadarabok az új K-gyűrű termékcsaládból.



Műszaki – szakmai eredmények

A Kókai kft. évente több millió euró értékben szállított és szállít vasúti fékrendszerekhez kapcsolódó alkatrészeket, azonban a K-gyűrűk tekintetében nem rendelkezünk számottevő piaci részesedéssel. A projekt alapvetően egy műszakilag új termék kialakítására irányult, amely megfelel az egyre szigorúbb vevői és felhasználói illetve környezeti elvárásoknak a K-gyűrűk termékcsaládjában.

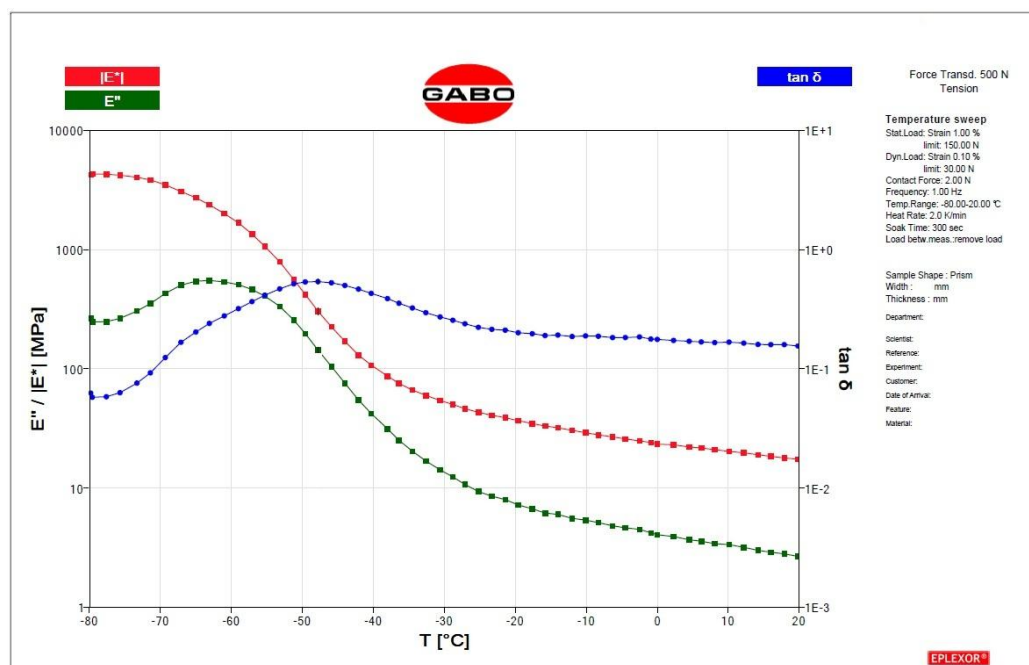
A K-gyűrűk a fékrendszer kritikus tömítőelemei, amelyek a pneumatikus vagy hidraulikus közeg veszteségmentes elzárásáért, illetve a rendszer üzemi nyomásának tartós biztosításáért felelősek.

Vállalatunk a komplett fékrendszer-gyártó fejlesztőközpontjával jó kapcsolatot ápol. A korábbi sikeres együttműködés eredményeként kaptuk a lehetőséget az új kötött pályás járművek fékrendszerében a vészfék fejlesztésben való részvételre is.

Számos alapanyag receptúra kidolgozására és gyártási kísérletre volt szükség, hogy végül megkapjuk a végtermék funkcionálisát legjobban szolgáló anyagváltozatot. Az alapanyag fejlesztés / optimalizáció feladatait partnerünk németországi fejlesztő központjával karöltve végeztük el.

A működő változatokat mind a saját laborunkban, mind a vevői laborban tesztelve validáltuk.

2. ábra: DMA-mérés (Dynamic Mechanical Analysis – dinamikus mechanikai elemzés) eredménye: a tároló modulus (E'), a veszteségi modulus (E'') és a csillapítási tényező ($\tan \delta$) hőmérsékletfüggése.



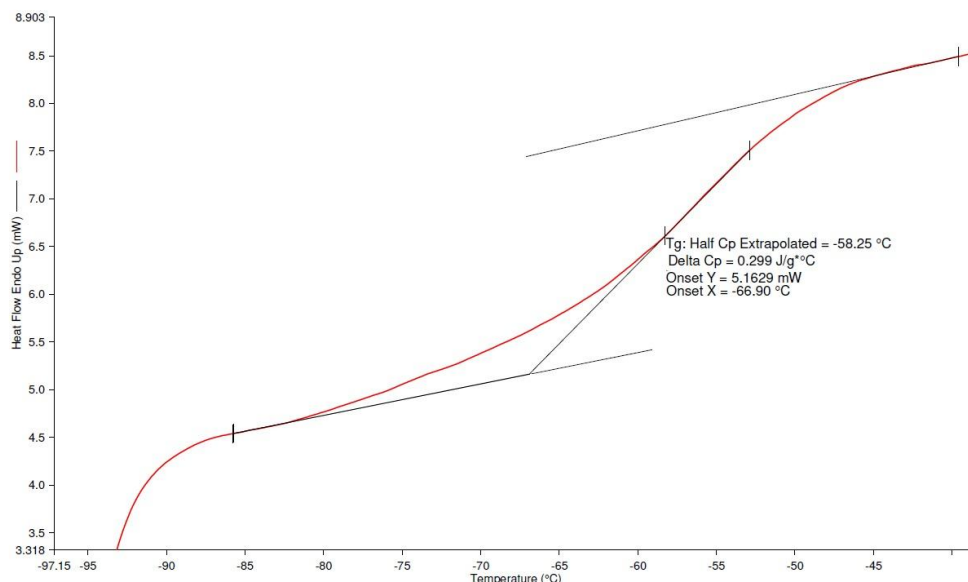
A 2. ábrán bemutatott DMA-mérések értékelése

A tároló modulus (E') a gumi rugalmas energiátároló képességét jellemzi. A cél az volt, hogy a fékrendszer várható üzemi hőmérséklet-tartományában (pl. alacsony téli hőmérsékletektől kezdve a fékezés okozta hőmérséklet-emelkedésig) a tároló modulus megfelelően magas, de kellően stabil legyen, ezáltal a tömítőelem a teljes élettartam során biztosítsa a kívánt előfeszítést és tömítőhatást. Az ábrán látható, hogy az optimalizált anyagváltozat esetén az E' értéke a kritikus tartományban fokozott stabilitást mutat, ami a geometriai deformációk és a tömítőerő tartós fenntarthatóságát segíti elő.

A veszteségi modulus (E'') és a csillapítási tényező ($\tan \delta$) a viszkoelasztikus, energiaveszteséggel járó deformációs folyamatokat jellemzik. A $\tan \delta$ görbén jól felismerhető a gumi üvegesedési tartománya, illetve a rugalmas viselkedésbe való átmenet. Az ábra alapján megállapítható, hogy az új keverék $\tan \delta$ -maximuma alacsonyabb hőmérsékletre tolódik, mint a referenciaanyag esetében, ami kedvező, mivel így a fékrendszer tipikus üzemi hőmérsékletén a gumi már döntően rugalmas, és nem a nagy csillapítású tartományban működik. Ez hozzájárul a stabil tömítőerőhöz és a kisebb hiszterézises veszteséghez, ami közvetve a hőfejlődés és az anyagfáradás csökkentését is támogatja.

Összességében a DMA-eredmények igazolták, hogy az új anyag a dinamikus igénybevételek mellett is megfelelő rugalmasságot és csillapítási viselkedést biztosít, ami az életvédelmi fékfunkció szempontjából kulcsfontosságú.

3. ábra: DSC-mérés (Differential Scanning Calorimetry - differenciális pásztázó kalorimetria) eredménye – az üvegesedési hőmérséklet (T_g) meghatározása a hőáram–hőmérséklet görbén, a fél ΔC_p -extrapolációs módszerrel.



A 3. ábrán bemutatott DSC-mérések értékelése

A DSC-mérés (Differential Scanning Calorimetry – differenciális pásztázó kalorimetria) a hőmérséklet függvényében bekövetkező hőáram-változásokat vizsgálja, ezen keresztül alkalmas az üvegesedési hőmérséklet (T_g) pontos meghatározására. Az ábrán az új fejlesztésű anyag DSC-görbéje látható, az üvegesedési átmenet jellegzetes szakaszával.

Az üvegesedési hőmérsékletet (T_g) a hőáram–hőmérséklet görbén a fél ΔC_p -extrapolációs módszerrel határoztuk meg. Az új keverék T_g -értéke a vasúti alkalmazás szempontjából kedvező, azaz a fékrendszer várható legalacsonyabb üzemi hőmérséklete alatt marad még abban a tartományban, ahol a gumi kellő rugalmassággal rendelkezik. Ez biztosítja, hogy extrém hidegben is megmarad a tömítések funkcionális mozgása, a tömítőelemek nem ridegednek el, és nem károsítják a rendszert utánhúzásra vagy tömítési veszteségek kompenzálására.

A DSC-eredmények összevetése a DMA-mérésekkel megerősítette, hogy az új alapanyag-koncepció megfelelően alacsony üvegesedési hőmérséklettel és kedvező viszkoelasztikus tulajdonságokkal rendelkezik. A két vizsgálati módszer kombinálása lehetővé tette a teljes hőmérséklet-tartományban érvényes anyagviselkedés komplex értékelését, ami a hosszú távú, megbízható üzemeltetés kulcsa.

A projekt hasznosulása

A projekt megvalósításának keretében bővítettük a meglévő K+F csoportunkat, növeltük tervezői kompetenciánkat, megteremtettük a megfelelő laboratóriumi feltételeket, biztosítottuk a szükséges mérő és vizsgáló berendezéseket. Kidolgoztuk a legoptimálisabb gyártási technológiát, elvégeztük a széria körülmények között előállított termékek végellenőrzését, tesztelését, folyamatképeség elemzését.

A gyártási technológia kialakítása során a keverékgyártástól kezdve a fröccs- és préselési paraméterekig teljes körű folyamatoptimalizációt végeztünk. Meghatároztuk azokat a kritikus folyamatparamétereket (hőmérséklet, nyomás, ciklusidő, stb.), amelyek leginkább befolyásolják a K-gyűrűk méretpontosságát, felületi minőségét és belső szerkezetét. A folyamatképeség igazolására statisztikai módszereket (SPC, Cp, Cpk mutatók) alkalmaztunk, és a vevői elvárásoknak megfelelően dokumentáltuk a gyártási folyamat állandóságát.

A termékek minőségbiztosítása érdekében kiterjesztettük meglévő autóiipari minőségirányítási rendszerünket a vasúti életvédelmi termékekre jellemző speciális követelményekre is. Kockázatelemzés



(FMEA), vezérlőterv (Control Plan) és mintavételi tervek készültek, a kritikus jellemzőkre 100%-os ellenőrzést vagy megerősített folyamatfelügyeletet vezettünk be.

A vevői jóváhagyások megtörténtek, a termékek szállítása 2023-ban kezdődött, 2025-ben több különböző K-gyűrűt szállítunk több lokációba ebből az új termékcsaládból. A különböző geometriai és anyagváltozatok révén a termékcsalád alkalmas eltérő fékrendszer-konstrukciók és platformok kiszolgálására is, ami tovább növeli a projekt piaci hasznosulását.

A Kókai Kft. által létrehozott know-how-t a cég saját maga hasznosítja a megrendelői számára. Az új fejlesztésű termékek számának növekedése jelentősen hozzájárul a cég eredményes működéséhez, ami az újabb beruházások, fejlesztési projektek forrása. A projekt során kiépített laboratóriumi és mérési infrastruktúra más, a jövőben indítandó gumiiipari fejlesztési projektek számára is közvetlenül felhasználható, ezzel további szinergiákat teremtve.

A vevőkkel való szoros fejlesztési együttműködés során számos speciális ismerettel vértettük fel magunkat, ami szükséges a termék megfelelő minőségben való előállításához. Így a Kókai Kft. számára biztosított a termék legmagasabb hozzáadott értékének elérése.

Összefoglaló

A fejlesztői munka eredményeként sikerült megvalósítani a célul kitűzött, az új vevői követelményeknek megfelelő alkatrészeket. Olyan magas megbízhatóságú, hosszú élettartalommal rendelkező kritikus termékeket és speciális gyártási technológiát fejlesztettünk ki, amely a jelenben és a jövőben is jelentős európai és ázsiai fejlesztések meghatározó elemévé válhat.

A projekt megvalósulásával tovább erősödött innovációs képességünk, mélyült az együttműködés partnereinkkel. Az alapanyag- és termékfejlesztés, valamint a tesztprogramok révén olyan tapasztalatok és kompetenciák halmozódtak fel vállalatunknál, amelyek újabb, magas hozzáadott értékű életvédelmi alkalmazások fejlesztésére is alkalmassá tesznek bennünket.

Ennek eredményeként cégünk további jelentős üzleti lehetőségekhez juthat ezen a jelenleg intenzíven fejlődő területen. A projekt eredményeinek hosszútávú fenntartása alapvető érdekünk, hiszen ezen termékcsaláddal meghatározó szereplővé léphetünk elő a vasúti közlekedés biztonsági fejlesztéseiben.

Szerzők: Barabás Andrásné (fejlesztés) és Hamar Józsefné (széria) minőségirányítási vezetők
© Kókai Tömítéstechnikai Kft.