

A vizsgálatok szerepe a fejlesztési folyamatban

A vizsgálatoknak fontos szerepük van nemcsak a termék validálásában, hanem a fejlesztési folyamat során is. Mindkét esetben fontos, hogy a vizsgálatok ideje minél rövidebb legyen, ugyanakkor az eredmények használhatósága ne romoljon.

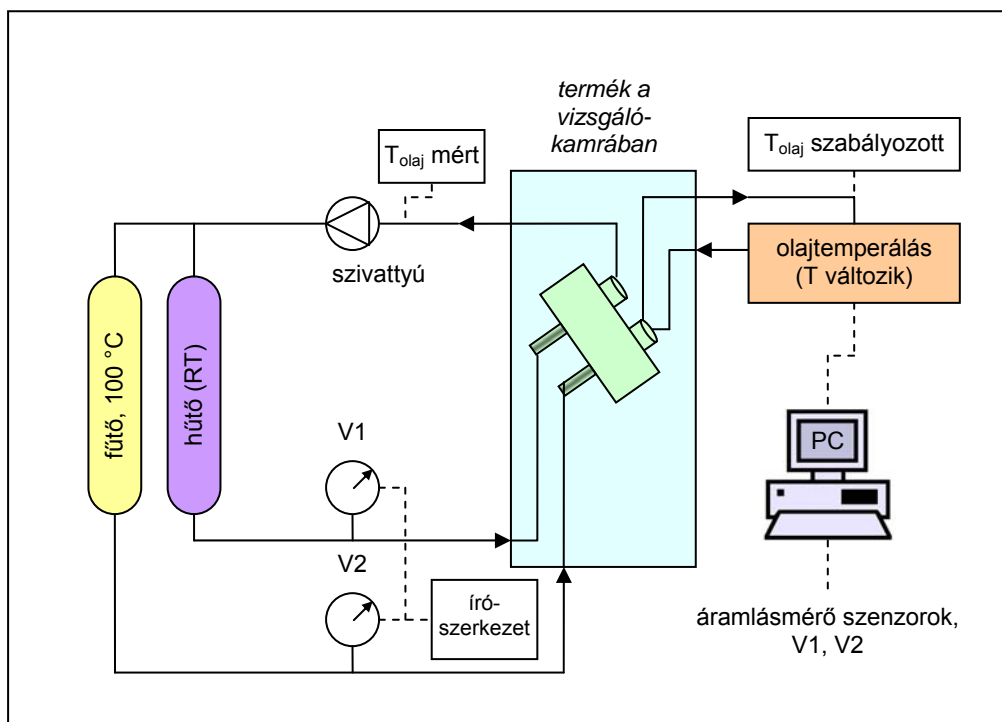
Tárgyszavak: fejlesztés; vizsgálat; élettartam; szervezés; poliamid; szimuláció; robotok; autóipar.

Napjainkban az egyik fő technológiai fejlesztési trend, különösen az autóiparban, hogy minél több funkciót integráljanak egy-egy műanyag alkatrészbe. Ma már a műanyagok teljes mechanikai, termikus és kémiai teljesítményét kihasználják a súly- és költségcsökkentés optimalizálása érdekében, természetesen a maximális biztonsági követelmények kielégítése mellett. Mindezt úgy érik el, hogy a különböző egyedi alkatrészeket egy integrált rendszerrel helyettesítik, amely különböző komplex funkciókat képes teljesíteni. Jól illusztrálja ezt a trendet a hengerfej, amelynél először a fémet egyszerűen poliamiddal helyettesítették funkcióváltás nélkül, majd egy-egy után beépítették a kábelbevezetésekhez és az olajköd-leválasztókhoz szükséges erősítő elemeket, sőt később ezek mellé további elemek kerültek be a műanyag hengerfejbe, mint pl. a nyomásszabályozó szelep. A fejlesztés végső lépése minden esetben a megtervezett komplex rendszer hatékony, automatizált gyártásának megoldása.

Ez a trend új követelményeket állít az elemeket vizsgáló, minősítő szakemberek elé. *A vizsgálat során együtt kell igazolni, validálni a különböző funkciókat és a tartós üzembiztonságot.* A fejlesztés ütemtervében nagy jelentőségű a kísérleti-vizsgálati periódus hosszának meghatározása és lehetőség szerinti rövidítése. A modern számítógépes rendszerek és szoftverek növekvő teljesítményének köszönhetően egyre gyakoribb az építőelemek virtuális tervezése, kialakítása és vizsgálata is. A szimulációk pl. nagyon hasznosak abban a tekintetben, hogy leírják a vizsgálandó alkatrész viselkedését komplex terhelés hatására, amiből következtetni lehet a tényleges alkalmazás során várható deformációkra. A nem-lineáris viszkoelasztikus viselkedés és az anizotróp tulajdonságok figyelembevételével egyre megbízhatóbb előrejelzés adható az egyidejű mechanikai és termikus hatásokra bekövetkező tulajdonságváltozásokra. Mindezek eredményeképpen a tervezés-fejlesztés több lépése is virtuális lehet, megtakarítva a termék többszöri előállítását és vizsgálatát, ami jelentősen csökkenti a fejlesztési költségeket.

Mindazonáltal *a szimulációk nem helyettesítik a szériadarabok és a szériagyártás előtti darabok validálását.* Csak ezekkel lehet vizsgálni ugyanis az anyagjellemzők és

a feldolgozási paraméterek hatását a termék tulajdonságaira, beleértve az öregedést. Ismert, hogy pl. a poliamid mechanikai tulajdonságait a hőmérséklet és a nedvességtartalom lényegesen befolyásolja. Ha a motortérben üzemel a poliamid alkatrész, amelyen ugyanakkor átfolyik a hűtőfolyadék, nagyon komplex anyagállapot áll elő a falban létrejövő hőmérséklet- és nedvességgradiens miatt. Ráadásul ez az állapot változik is az idővel. Az ilyen és a hasonló esetekben elengedhetetlen a termék tényleges vizsgálata. A vizsgálandó komplex rendszer általában tartalmaz polimert, fémbetétet és elasztomertömítést. A vizsgálatnál a problémát az élettartam vizsgálata jelenti, és az, hogy több követelménynek való megfelelést kell egyszerre vizsgálni. Az integrált alkatrészeknél a vizsgálati idő korlátok közt tartása érdekében a különböző terheléseket egyidejűleg alkalmazzák. Egy ilyen kombinált vizsgálóberendezést mutat az 1. ábra, amelyen egy modern gépkocsi olajhűtő modulját vizsgálják. Ezen a berendezésen a vizsgálandó elemet az üzemelésnek megfelelő terheléseknek vetik alá egyszerre, hogy a vizsgálat időt rövidítsék. Ennek a gyakorlatnak az a hátránya, hogy hiba vagy anyagkárosodás esetén nehéz megállapítani az okot és a kritikus terhelési szintet.



1. ábra Egy kombinált vizsgálórendszer működési sémája

Különösen a műanyag alkatrészeknél fontos a vizsgálati paraméterek helyes megválasztása, hogy a vizsgálatból valóban következtetéseket lehessen levonni a gépkocsiban való viselkedésre. A legfontosabb, hogy a terhelések hosszú távú lefolyását úgy kell szimulálni, hogy a vizsgálati idő elfogadható legyen. Ehhez különböző kiegészítőket alkalmaznak. Ezek segítségével néhány hetes vagy hónapos vizsgálat eredmé-

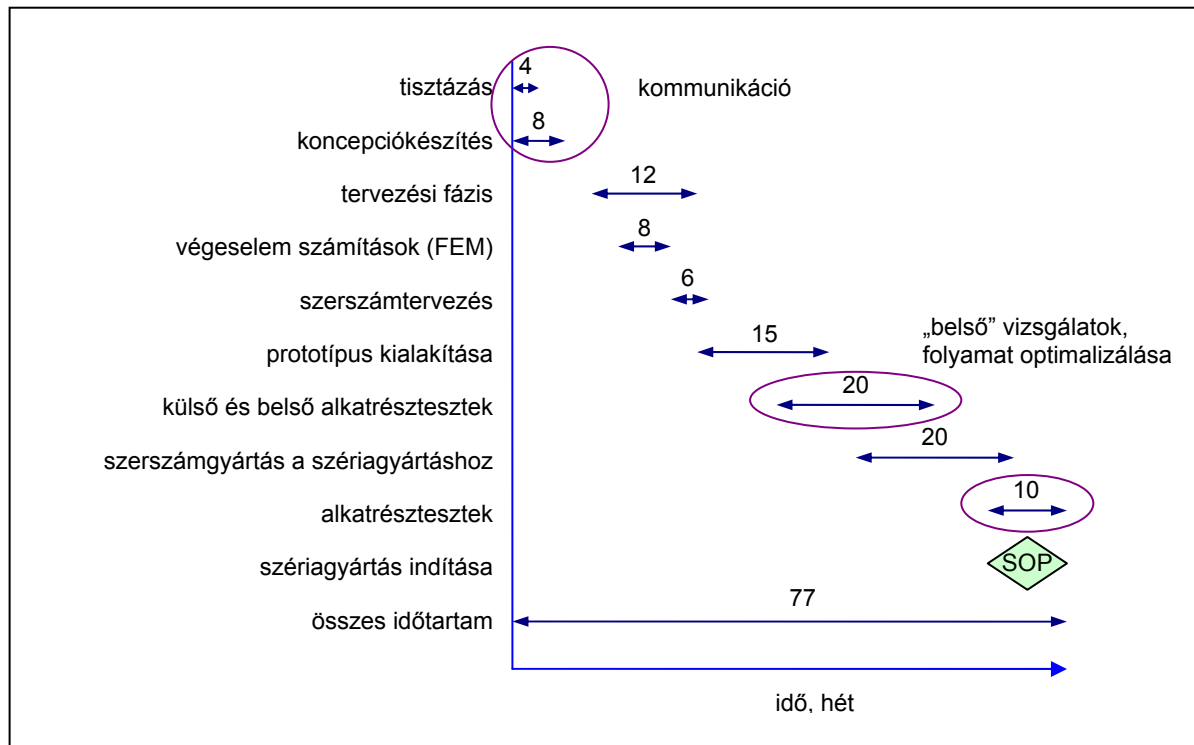
nyéből következtetni tudnak a tízéves élettartam alatti viselkedésre. *A vizsgálati idő rövidítésének alapja az idő-hőmérséklet összefüggés*, vagyis az a megfigyelés, hogy ugyanolyan hatás mérhető magas hőmérsékleten rövidebb ideig és alacsonyabb hőmérsékleten hosszabb ideig tartó terhelés esetén. Ezen összefüggés felhasználásakor azonban természetesen figyelemmel kell lenni az adott anyagra jellemző átalakulási hőmérsékletekre, amelyek megváltoztatják az idő-hőmérséklet összefüggést.

További gyakori módszer a vizsgálati terhelés megsokszorozása. Ugyanis kimutatták, hogy a nagy terhelés kiváltható gyakoribb kisebb terheléssel. Ciklikus terhelést alkalmazva, a frekvencia növelésével tovább lehet csökkenteni a vizsgálatához szükséges időt. Ezeknek a változtatásoknak határt szab az, hogy a polimerek reagálása a feszültségre nem-lineáris viszkoelasztikus anyagtulajdonságaik miatt általában nem marad a lineáris tartományban. Ezért nem lehet a terhelésnél a ciklusidőt tetszés szerint csökkenteni anélkül, hogy az anyag viselkedését ne változtatná. Általában a hirtelen ütésszerű terheléssel szemben a polimer merevebbé és ridegebbé válik, mint a kvázisztatikus terhelés során. További tényező, hogy a növekvő terhelési frekvenciával nő a belső súrlódás miatti felmelegedés, amely lényegesen megváltoztathatja a polimer és a vizsgálandó komponens viselkedését. Mindez jól mutatja a vizsgálati paraméterek hatásának bonyolultságát, és azt, hogy milyen alapos műanyagtechnikai tudás kell az egyes építőelemek, alkatrészek tervezéséhez és a gyakorlati alkalmasságot valóban bizonyítani képes vizsgálatokhoz.

A teljes fejlesztési folyamat (2. ábra) felgyorsítását a vizsgálatok megfelelő szervezésével is el lehet érni. Időt lehet megtakarítani, ha a folyamatba beiktatnak egy belső, a szériagyártás megindítását megelőző vizsgálati periódust. Ebben a fentebb leírt módszerek felhasználásával viszonylag rövid vizsgálatokat végeznek a kritikus terhelési szintek megállapítására. Ezen vizsgálatok eredményei alapján történik a szériagyártás véglegesítése és a prototípus előállítása, majd a megrendelő (autóipari termékek esetében az autógyárnak közvetlenül szállító vállalat: *Original Equipment Manufacturer – OEM*) előírása szerinti vizsgálata. Mind a belső, mind pedig a külső szolgáltatókkal végeztetett vizsgálatoknál bebizonyosodik, hogy hatékony kommunikációval és szoros kooperációval sok nézeteltérés és idővesztés kerülhető el. Indításkor valamennyi részleggel és a külső szolgáltatókkal is tisztázni kell a vizsgálati feltételeket, meg kell határozni a felelőségeket és a határidőket. Segíti az együttműködést a rendszeres státuszriport, amelyet minden résztvevő megkap.

A fémből készült alkatrészekkel és építőelemekkel szemben műanyag alkatrészekre nehéz az élettartamra vonatkozóan prognózist adni. Műanyag kompaundoknál nem áll rendelkezésre elegendő *Wöhler diagram*, amely megadná az összefüggést a fellépő terhelés, és a megengedhető ciklusszám között. A nehézségek oka a műanyag nem-lineáris viselkedése, és a frekvencia, a hőmérséklet és a közeg nagyobb befolyása a fáradási tulajdonságokra. Emiatt végeznek a műanyag elemeknél a várható élettartam megállapítására speciális, a szakemberek által kidolgozott szabványok szerinti vizsgálatokat. Bár ezek a vizsgálatok döntőek az adott alkatrész alkalmazhatóságát illetően, pontos abszolút adatokat nem adnak az élettartamra. Annak érdekében, hogy mégis a lehető legnagyobb biztonsággal ki lehessen zárni az adott komponens meghibásodását

a megkívánt élettartam alatt, a tervezők, az anyagszakértők és a szimulációt és a validálást végzők nagyon szoros együttműködésére van szükség a vizsgálati paraméterek megfelelő meghatározásához.



2. ábra Lehetőségek a fejlesztési folyamat rövidítésére (SOP: gyártás indítása)

A vizsgálati technológiákat is folyamatosan tökéletesítik annak érdekében, hogy a megbízhatóságot és a reprodukálhatóságot növeljék. Az utóbbi időben felmerült igény a próbadarabok automatizált szállítása a vizsgáló berendezéshez, hogy a vizsgáló rendszer időben korlátlanul és pontosan működhessen. A minták befogásához a szakítóvizsgálatoknál a **Zwick** már évek óta alkalmaz robotokat, amelyek biztosítják a vizsgálandó darab reprodukálható és teljesen pontos befogását. Újabban a minták szállítására is alkalmaz robotokat a cég. Ezt a minták számának szaporodása tette indokolttá. A laboratóriumi dolgozók munkaidejét akarják megkímélni azzal, hogy a nagy pontosságot igénylő rutinmunkát, például a mintadarabok helyszínre szállítását robotokra bízzák. A szabályozható hőmérsékletű robotkarok biztosítani tudják azt is, hogy a próbadarab minden esetben azonos hőmérsékletű legyen a vizsgálatkor. A kézi vizsgálattal szemben másodpercenyi pontossággal betartható a vizsgálat ideje is a robotok segítségével.

A Zwick a **Kuka Roboter GmbH** robotjait használja, főleg a **KR 6**, a **KR 30** és a **KR 60** típusokat. A Zwick ezekkel már mintegy 100 automatizált rendszert épített vi-

lágszerte különböző termékek vizsgálatára. A Zwick rendszereit a gyógyászati termékek szigorú vizsgálataiban is sikeresen használják. Így például automatizált rendszert fejlesztettek ki az inzulin-toll bonyolult vizsgálatára. Ennél egy hattengelyes *KR 5 sixx* robottal felszerelt műszer méri az adagolás beállítását. Hasonlóan automatizált Zwick berendezéssel vizsgálják a gyerekbiztosítóval ellátott zárókupakokat, a mullpólyák lefejtéséhez szükséges erőt vagy a fogorvosi fecskendőket. Ezeknél a vizsgálatoknál az automatizálás biztosítja a tervezhetőséget és követhetőséget.

Összeállította: Máthé Csabáné dr.

De Laak, M O.; Beck, T.; Zschau A.: Mit Vertrauen zur Serienreife = Kunststoffe, 102. k. 5. sz. 2012. p. 96–99.

Senft, S.: Automatisierte Zerreißprobe = Kunststoffe, 102. k. 5. sz. 2012. p. 76–77.