

ADDITÍV GYÁRTÁSTECHNOLÓGIÁK SZEREPE A VETERÁN GÉPJÁRMŰVEK ALKATRÉSZELLÁTÁSÁBAN

THE ROLE OF ADDITIVE MANUFACTURING TECHNOLOGY IN CLASSIC VEHICLE SPARE PART SUPPLY SYSTEM

Janoch Ábel – Dr. Ficzer Péter PhD

ABSTRACT

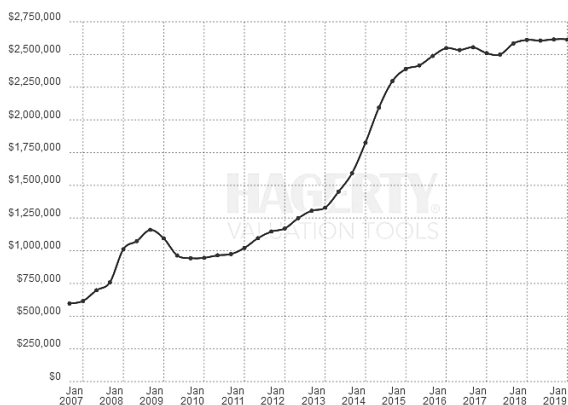
Nowadays there is a large demand for classic vehicle spare parts. Present work deals with possible sources for replacing parts and shows some example about reverse engineering and additive manufacturing used together. Based on a damaged part it explains in detail a full process.

1. BEVEZETÉS

Napjainkban jelentős érdeklődés figyelhető meg a klasszikus gépjárművek iránt. Az autók értéke igazán széles skálán mozoghat és a birtoklásuk célja is igen változatos, viszont szinte minden esetben felmerülnek alkatrészpótlással kapcsolatos problémák.

Az additív technológiák alkalmazhatóságának vizsgálatához két fő csoportra osztottuk fel ezeket a járműveket az értékük és a fennmaradt példányok száma szerint.

1.1 Nagy értékű, befektetésnek minősülő járművek



1. ábra. Hagerty 'Blue Chip Index': 25 meghatározó gyűjtői típus árainak átlaga [1]

Az elmúlt időszakban a befektetők kedvelt eszközeivé váltak bizonyos a ritkább, nagy értékű veteránautók. Megfelelő tárolás és karbantartás mellett versenyképes hozamot biztosíthatnak a klasszikus befektetési

formákhoz viszonyítva, míg egyes típusok ezt jelentősen meg is haladhatják.

Ez a tendencia figyelhető meg a 25 leginkább meghatározó, gyűjtői típus eladási árainak átlagát figyelemmel kíséző Blue Chip Index alakulásánál is. [1]

1.2. Hobbijárművek

Ezeket a járműveket a tulajdonosaik rendszerint nem a profit reményében birtokolják. A legtöbb hobbiautó nem adható el olyan áron, ami fedezné a korábbi költségeit. A fő motiváció általában a nosztalgia, a személyes kötődés az adott márkához, típushoz, esetleg valamilyen formabontó technológiai megoldáshoz.

Ebbe a kategóriába eső járművek a gyártásuk idején még nem számítottak ritkának vagy különlegesnek, ezért nem is volt szempont a későbbi tulajdonosok érdekeit figyelembe vevő, kivételes állagmegóvás sem. Általában egy adott típusnak a 15-25 éves átlagéletkora eléréséig folyamatosan csökken az értéke és ezzel párhuzamosan sok esetben a karbantartásra szánt összeg is. Később, amikor egyre ritkábban kínálnak eladásra jó állapotú példányokat, az ára ezeknek az autóknak is emelkedni kezd.

2. ALKATRÉSZ PÓTLÁS LEHETŐSÉGEI

A fenti két - egymással néha átfedésben lévő - kategóriára egyaránt igaz, hogy egy hiányzó alkatrész akár a felújítás befejezését vagy a jármű használatát is megakadályozhatja. Általánosságban elmondható, hogy a ritka járművek alkatrészbeszerzése szinte kivétel nélkül problémákba ütközik, viszont a tömegmodellek esetében is előfordulhatnak olyan gyakran meghibásodó elemek, melyekből a legyártott pótalkatrészeket már felhasználták. Bizonyos anyagú alkatrészek esetében pedig a tárolási idő is fontos tényező lehet.

A legegyszerűbben azok az alkatrészek pótolhatók, amelyek még kaphatók a gyártó képviselőinél vagy független kereskedőknél. Ezek lehetnek új, korábban el nem adott darabok

(NOS - 'New Old Stock') vagy utángyártott alkatrészek. Több márka felismerve az elterjedt veterán autókhoz kapcsolódó alkatrész-igényeket külön részleget tart fent a cseredarabok előírt időn túli biztosítására [2],[3].

Amennyiben az új alkatrészek már nem érhetőek el, még mindig lehet esély egy a forgalomból kivont, azonos típusú jármű alkatrészeinek felhasználására. Sok esetben az autóbontó az utolsó (megfizethető) lehetőség a szükséges elemek beszerzésére, mely magában hordozza a minőségi kockázatot, ami a beépítendő elem ismeretlen előéletéből adódik.

Ha a fent ismertetett források nem biztosítanak megoldást, elkerülhetetlen az alkatrészek újragyártása. Ez sok esetben rengeteg előkészületet és kutatást igényel, ráadásul a költségei is csak a legdrágább járművek esetén térülnek meg. Az additív technológiák és a 3 dimenziós szkennelési lehetőségek fejlődésével viszont új lehetőségek nyíltak meg az elmúlt évtizedben a veterán autók tulajdonosait kiszolgáló ipar számára – ami csak Nagy-Britanniában 34900 embert foglalkoztatott a 2016-os adatok szerint. [4]

3. PÉLDÁK AZ ADDITÍV GYÁRTÁS-TECHNOLÓGIA ALKALMAZÁSÁRA

3.1. OEM alkatrészellátás

A ritkább járművekhez a jogszabályokban meghatározott időn túl ésszerűtlen lenne a gyártó részéről biztosítani minden alkatrész elérhetőségét. Viszont ezek a járművek akkora értéket képviselhetnek, amely indokoltá teheti a szükséges alkatrészek egyedi legyárttatását.

Ennek az igénynek a kielégítésre megoldást keresve a BMW 2016-ban additív gyártási eljárásokkal kísérletezett Elvis Presley 507-es Roadsterének felújításakor. [5]

A Porsche Classic 2018 elején jelentette be, hogy azoknak a kis mennyiségben felmerülő igényeknek, melyeket gazdaságtalan lenne hagyományos eljárásokkal kielégíteni, mostantól SLS technológiával tesz eleget. Az első alkatrész, amit elkészítettek egy kuplung-kiemelő villa volt az összesen 292 darabban gyártott Porsche 959-es sportkocsi számára. [6]

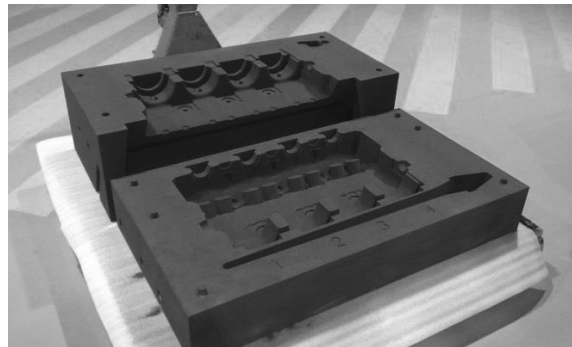
3.2. Alfa Romeo Tipo 33/3 motorburkolat

Az angliai KVSP vállalat egy Alfa Romeo Tipo 33/3 versenyautó motorjának első borítását pótolta. A korrózió miatt használhatatlanná vált magnézium-öntvényt szkennelték, a CAD modellel kijavították az elhasználdott darab

hibáit, majd FDM technológiával egy prototípust nyomtattak. A megfelelő módosítások után a végleges alkatrész öntőformáját is additív technológiákkal készítették el.[7]

3.4. Delage Grand Prix Type-S motorblokk

A 2016-os Automotive Historians Australia konferencián mutatta be Philip Guilfoyle az utolsó fennmaradt Delage Gran Prix Type-S motorblokkjának újra alkotását. [8]



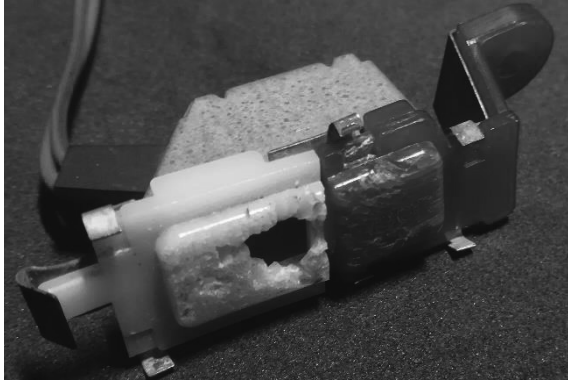
2. ábra. Nyomtatott homok öntőforma

A versenyautóból csupán egyetlen példány létezéséről tudnak és a dokumentációk sem maradtak fent, ezért az eredeti, sérült motorblokk alapján kellett elkészíteni az új blokkot. 3D szkennelés után elkészítették a CAD modellt, majd az öntőforma prototípusát kinyomtatták. A végleges öntőforma egy Voxeljet VX1000 típusú géppel készült 190 µm szemcse nagyságú kvarchomok és furángyanta felhasználásával. Ezután már a hagyományos öntészeti eljárások alkalmazásával készítették el az új motorblokkot.

4. ALKATRÉSZ PÓTLÁSÁNAK FOLYAMATA

4.1. Alkatrész bemutatása

A meglévő, hibás alkatrész alapján történő újragyártás folyamatának bemutatásához egy 1980-es Toyota Corolla GT Coupe típusú jármű műszerfalának ajtónyitás-visszajelző lámpa buráját választottuk. A TE71-es típuskodú Corolla legutolsó példányai is több, mint 30 éve készültek. Ezalatt az idő alatt a műszerfalat erő napsütés szinte minden példányban hasonlóan megrongálta a vizsgált lámpaburát, emiatt a tulajdonos elmondása szerint már lehetetlen sérülésmentes bontott darabot találni. Új gyári vagy utángyártott bura pedig már évek óta nem kapható az autóhoz.

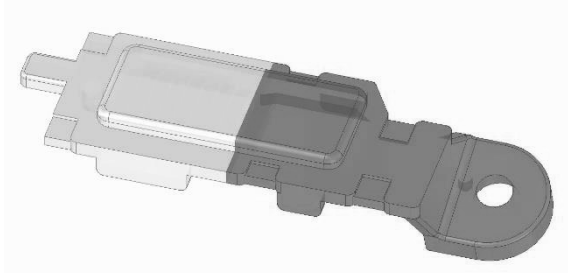


3. ábra. A sérült alkatrész

Az alkatrész gyártási dokumentációjához nem férünk hozzá, valamint az alapanyag pontos típusa sem volt ismert számunkra. Ezért az egyetlen ésszerű lehetőség a tulajdonostól kapott sérült elem alapján a gyártási dokumentáció elkészítése, majd a bura additív technológiával történő legyártása volt.

4.2. CAD modell elkészítése

A sérült alkatrészen lemerített méretek alapján elkészítettük a lámpabura 3 dimenziós CAD modelljét SolidEdge környezetben.



4. ábra. CAD modell

A modellalkotás során vizsgáltuk a 3 dimenziós szkennelés lehetőségét is. A sötétebb színű alkatrészfelületén megfigyelhető bonyolultabb geometria lényegesen pontosabban lenne közelíthető, mint az egyszerű mérőeszközökkel történő méretmeghatározás során. Viszont az eredeti alkatrész sérülései és vetemedése miatt más eltérések jelentkeznek a modell és a legyártani kívánt alkatrész alakja között. Ezért – a szkennelés költségét és időszükségletét is figyelembe véve – ezt a lehetőséget végül elvetettük.

4.3. Próbanyomatás FDM technológiával

Az elkészült CAD modellt a geometria ellenőrzésének céljából először FDM technológiával nyomtattuk ki a BME Járműelemek és Jármű-szerkezetanalízis

Tanszékén található Zortrax M200 típusú nyomtatóval, a rétegvastagságot 0,09 mm-re választva.



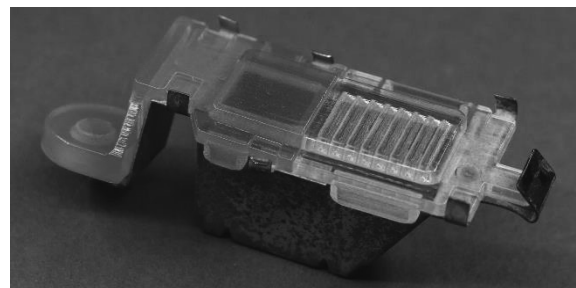
5. ábra. Próbanyomatás FDM technológiával

4.4. Modell korrigálása

A próbanyomatás során meggyőződünk róla, hogy a modell méretei megfelelőek az eredeti alaplemezzel való párosításhoz. A modell egyetlen megváltoztatott területe a két alkatrészfelet összekötő fül volt, amely magasságát csökkentve a lámpabura mindkét alkatrésze az alaplemezen fekszik fel.

Emellett a fenti ábra jobb oldalán látható külső fül alakja eltért a modelltől. Ezt a nyomtatás során fokozatosan lehűlő anyag és az ezzel a területtel érintkező támaszték nem tökéletes kialakítása okozhatta. A következő, PolyJet technológiával készülő darabnál erre az eltérésre viszont már nem kellett számítanunk, így itt a CAD modell módosítására nem volt szükség.

4.5. Prototípus nyomtatása PoliJet technológiával



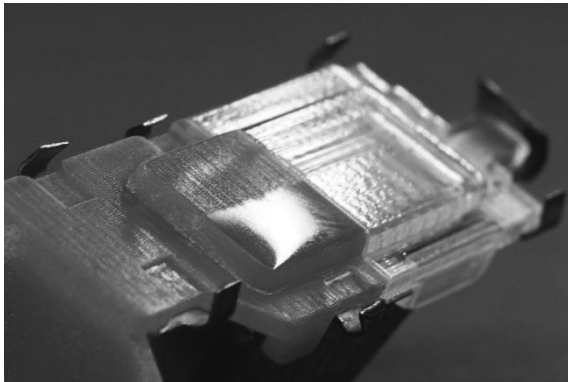
6. ábra. PolyJet technológiával nyomtatott prototípus

A prototípus végleges változatát a Varinex Zrt. segítségével egy Stratasys J750-es típusú, PolyJet technológiájú gépen készítettük el. Ennek a megoldásnak az előnye, hogy képes 0,1 mm alatti pontossággal elkészíteni a kívánt alkatrészt. Emellett a nyomtatott anyag színe, rugalmassága és átlátszósága is tetszőlegesen megválasztható.

4.6. Prototípus vizsgálata

Az elkészült prototípus méreteinek és alakjának eltérése elhanyagolható a CAD modellhez képest. A két alkatrész a várakozásoknak megfelelően fekszik fel az alaplemeze.

A nyomtatáshoz használt polyakril anyag UV fény hatására térhálósodik. A rétegek közti és a végső levilágítás mértékének különböző megválasztásával eltérő felületminőségű alkatrészeket kapunk, melyekből két különböző darabot készített el számunkra a Varinex Zrt. Mindkettő esetben lényegesen kisebb érdességű a felület, mint ami FDM nyomtatással elérhető lenne, de a fröccsöntött műanyagokét még nem éri el. Polírozással viszont könnyen létrehozható a megkívánt minőségű felület.



7. ábra. Alsó felén polírozott alkatrész

Az elkészült elemek így látszólag minden elvárásnak megfelelnek, viszont a gyártó cég javaslata és a felhasznált Stratasys VeroClear, VeroYellow és VeroMagenta anyagok adatlapja [9] alapján csupán 50 °C-ig garantált az elkészült darab minősége. Mivel egy személyautó műszerfala nyáron ennél magasabb hőmérsékletre is melegekedhet, az általunk vizsgált darab vagy csupán prototípusként alkalmazható a végleges alkatrész legyártása előtt, vagy – a veterán jármű használatával összeegyeztethető módon – különös figyelmet kíván a túlzott felmelegedés elkerülésére.

5. ÖSSZEFOGLALÁS

A korábbi példákat áttekintve és az általunk elkészített alkatrésszel kapcsolatos tapasztalataink alapján megállapítható, hogy a jelenleg elérhető additív technológiák nagy potenciállal rendelkeznek a veteránautók alkatrészpótlásának biztosításához. Kisebb értékű hobbiautók alárendelt műanyag elemei gyorsan és olcsón pótolhatók FDM nyomtatással és ez az eljárás a visszamodellezés során gyors prototípusgyártásra is kiválóan alkalmas.

Polijet nyomtatóval tökéletesen méretpontos prototípusok és akár végleges alkatrészek is készíthetők minimális utómunka igényvel. Ebben az esetben viszont a beépítési környezet hőmérsékletére figyelemmel kell lenni.

SLS és SLM eljárásokkal akár kisebb sorozatok is legyárthatók a szükséges alkatrészekből – SLM nyomtatás esetén fém alapanyagokból is.

A legritkább járművek esetén akár egyedi öntvények elkészítése is megtérülhet, amit nagyban elősegít a homok öntőforma additív eljárással történő legyártása. Ennek a módszernek a további előnye, hogy maga az alkatrész az eredetivel megegyező, hagyományos öntészeti eljárással készülhet.

6. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Ezúton szeretnénk megköszönni Falk Györgynek és Meinhardt Lindának a segítségét, akik a Varinex Zrt.-nél az alkatrészek nyomtatásával segítették a munkánkat.

7. IRODALOM

- [1]: https://www.hagerty.com/apps/valuation/tools/market-trends/collector-indexes/Blue_Chip
- [2]: <https://www.porsche.com/uk/accessories/andservice/classic/>
- [3]: <https://partssearch.mercedes-benz-classic.com/>
- [4]: <https://www.classicandsportsfinance.com/classic-car-market-2016-review/>
- [5]: <https://www.topgear.com/car-news/classic/elvis-presleys-bmw-507-has-been-restored-and-it-looks-amazing#1>
- [6]: <https://newsroom.porsche.com/en/company/porsche-classic-3d-printer-spare-parts-sls-printer-production-cars-innovative-14816.html>
- [7]: https://kwspecialprojects.com/wp-content/uploads/2017/11/KWSP_AlfaTipo_A4_4pp-002.pdf
- [8]: Philip Guilfoyle (2016): The 1914 Delage Grand Prix Type-S: Resurrecting a sole survivor. Előadás: AHA 2016 Automotive Histories: Driving Futures, Melbourne, Australia, 2016 szeptember 1-4
- [9]: Stratasys: PolyJet 3D Printers Systems and Materials Overview