

A járművek konstrukciójának és gyártásának technológiai fejlődési lépései

Összefoglaló Internetes felhasználás céljára

1 MOTIVÁCIÓ

A Földön 1997-ben csaknem 40 millió járművet állítottak elő. Ez 6%-kal több, mint az 1996-os érték és további növekedés várható. Az új autók jelentős része azokban a jóléti társadalmakban talál vevőre, ahol a közutak túlszűfolttsága és a közlekedés okozta környezetszennyezés már ma is súlyos társadalmi problémákat és gazdasági károkat okoz. Ezeknek a gondoknak a csökkentése a növekvő forgalom ill. gépkocsiállomány mellett csak a gépkocsikon végrehajtott jelentős technikai újításokkal, valamint modern forgalomszervezési megoldásokkal lehetséges.

Ennek megfelelően a közúti járművekkel szembeni legfontosabb követelmények az elmúlt évtizedben jelentősen átalakultak. Meghatározó céllá vált az emberek életminőségének javítása és ennek következményeként a környezetszennyezés csökkentése, a természeti erőforrások kímélése és az utasok biztonságának fokozása. Így az aktuális kutatásokat az alábbi követelményeknek való maximális megfelelés motiválja:

- + Károsanyagemissziók csökkentése
- + Üzemanyagfogyasztás csökkentése, gazdaságosság növelése
- + Aktív biztonsági elemek alkalmazása
- + Utasok passzív védelme
- + Recycling - alkalmasság fokozása és az újrafeldolgozási rendszer kiépítése
- + Kényelem fokozása
- + Használati érték fokozása (használati érték és minőség fokozása, karbantartási igény csökkentése)

Ezek a követelmények a jármű egészére vonatkoznak, és minden egyes szerkezeti elem tervezésekor és gyártásakor messzemenőkéig figyelembe kell venni őket.

Ebből a célrendszerből a járműfejlesztés számára a következő stratégiai feladatok vezethetők le. Egyrészt olyan új technikai megoldásokra van szükség a gépjárművek esetében, amelyek az egyre szigorodó környezetvédelmi előírások betartását és így környezetünk megóvását lehetővé teszik. Másrészt szükség van olyan elektronikus információs és kommunikációs (telematikai) rendszerek kiépítésére és bevezetésére, amelyek alkalmassá teszik a járműveket a kritikus forgalmi helyzetek (dugó, balesetveszély, stb.) felismerésére és ezek elkerülése érdekében képesek beavatkozni a jármű vezérlésébe automatikusan vagy a vezetőnek adott tanácsok formájában. Ezek a rendszerek hozzájárulhatnak a biztonsági és kényelmi igények magas színvonalú kielégítéséhez. Ugyancsak stratégiai feladat az új konstrukciók kialakítását lehetővé tevő, illetve azok kivitelezéséhez szükséges új anyagok és új gyártási eljárások fejlesztése.

Az „A járművek konstrukciójának és gyártásának technológiai fejlődési lépései” című tanulmány célul tűzi ki a járműkonstrukciók, a járműszerkezeti anyagok és a gyártási technológiák területén folyó fejlesztési törekvések és eredmények összefoglaló bemutatását. Az alapvető működési mechanizmusok megértéséhez szükséges magyarázatokon túl csak az egyes megoldások, anyagok, eljárások előnyeire és hátrányaira, alkalmazhatóságuk feltételeire és a hozzájuk kapcsolódó perspektívák bemutatására fektet nagyobb hangsúlyt.

2 JÁRMŰVEK HAJTÁSA

A motorfejlesztés célja ma egyértelműen az üzemanyagfogyasztás és a károsanyagkibocsátás csökkentése. Ezeket a társadalom az egyre súlyosabb környezeti problémák megoldásának reményében kényszerítette rá az autópárra.

A célok megvalósítása érdekében a kipufogógázok megengedett maximális kibocsátási értékeit világszerte törvények szabályozzák. Az egyre szigorúbb törvényeknek való megfelelés érdekében a járműgyártók a hagyományos belsőégésű motorok továbbfejlesztése mellett alternatív üzemanyagok és alternatív hajtási módok kifejlesztésén is dolgoznak. Az alternatív erőforrások létjogosultságát nem csak a szigorodó emissziós előírások, hanem a föld egyre szűkülő nyersolaj készletei és gazdaságossági szempontok is alátámasztják.

Belsőégésű motorok fejlesztési lehetőségei

Belsőégésű, alternáló dugattyús motorok esetében a jelenlegi technikai színvonal csúcsát (mind a Diesel mind az Otto motoroknál) a hengerenként 4-5 szeleppel és üzemállapothoz igazítható vezérléssel felszerelt, közvetlen befecskendezésű motorok jelentik, amelyeknél a kipufogógázok megtisztításáról szabályozott katalizátorok gondoskodnak. A további fejlesztések a motor működését alapvetően meghatározó két folyamat, a töltéscsere és a keverékképzés, valamint az ezeket szabályozó elektronikus motor-management rendszerek területén várhatók. A fejlesztések célja a hatásfok növelése és a károsanyagkibocsátás csökkentése, továbbá a motor nyomatéki és teljesítmény-karakterisztikájának további optimalizálása.

A célok eléréséhez vezető út központi eleme Otto motorok esetében az üzemanyagban szegény keverékkel működő motor. Ezt a motortípust már a 80-as években kifejlesztették, és azóta használják is, de igazi elterjedése most, a közvetlen benzin-befecskendezés elterjedésével várható. A közvetlen befecskendezésű Otto motorok kifejlesztésének célja a Diesel és az Otto motorok előnyeinek egyesítése a hátrányok kiküszöbölése mellett.

A Diesel motorok továbbfejlesztésének fő iránya a közvetlen befecskendezésű motorok optimalizálása. A legújabb eredmények a common-rail technológia és a piezoelektromos vezérlésű befecskendezőfúvóka. Az ilyen motorok előnye az igen jó termikus hatásfok (amelynek tekintetében minden más belsőégésű motort megelőz) továbbá a nagy rugalmasság és az alacsony hidegindítási-emissziós értékek. Ugyanakkor még mindig jelentős hátrány a túl magas NO_x és szilárdrészecske emisszió, amelyek további csökkentése a kutatók fő feladata.

A motorok konstrukciós változtatásaival párhuzamosan fejlesztések folynak az üzemanyagok optimalizálására ill. a belsőégésű motorokban alkalmazható alternatív üzemanyagok terjedésének elősegítésére. Az alternatív üzemanyaggal hajtott járművek eddig – elsősorban a hiányzó infrastruktúra következtében - nem tettek szert nagy népszerűsége. Felhasználásuk jelenleg néhány speciális alkalmazási területre ill. országra korlátozódik. A fejlesztések a következő üzemanyagokkal kapcsolatban folynak: metanol, folyékony gáz (LPG), sűrített földgáz (CNG), növényi olajok és hidrogén.

Ezekkel a „A járművek konstrukciójának és gyártásának technológiai fejlődési lépései” című tanulmányban részletesen elemzésre kerülő fejlesztésekkel a belsőégésű motorok egyik legnagyobb hátránya, a még mindig jelentős károsanyagkibocsátás csökkenthető, és ezzel ez a motortípus továbbra is meghatározó szerepet tölthet be a közúti járművek hajtásában. Ugyanakkor látni kell, hogy elsősorban a villamos hajtás területén az elmúlt években bekövetkezett és egyre intenzívebben folytatódó fejlesztések következtében a belsőégésű motor - várhatóan már a következő évtizedben - el fogja veszteni egyeduralmát ezen a területen.

Elektroautók

Napjainkra néhány, a környezetvédelemben élenjáró állam eljutott arra a szintre, hogy az újonnan forgalomba kerülő járművek egy részétől a teljesen emissziómentes üzemmódot követelik meg. A jövőben ennek a tendenciának az általánossá válásával kell számolnunk. Ennek a kihívásnak jelenleg csak az elektroautók képesek megfelelni.

Elektroautónak azokat az autókat nevezzük, amelyek erőforrásként villanymotort használnak, és a motor hajtásához szükséges villamos energiát nem a járművekben állítják elő. Ezáltal elhatároljuk az elektromotort a hibrid hajtású járművektől, amelyek a villanymotor mellett belsőégésű motort is használnak, valamint a tüzelőanyagcellás járművektől, melyek a hajtáshoz szükséges villamos energiát a fedélzetükön elhelyezett tüzelőanyagcellával állítják elő.

Az elektromos autók fejlesztése az utóbbi években igen erős társadalmi ösztönzést kapott, melynek eredményeképp 1997-ben Kaliforniában piacra dobták az első kizárólag villanymotortal hajtott járművet. A fejlesztésben eddig elért sikerek ellenére az elektromos autók elterjedésének legnagyobb akadálya a rendelkezésre álló technológiák, elsősorban az energiátárolás lehetőségeinek korlátozottsága.

Az elektromos energia tárolására alkalmas szerkezeteket működési elvük alapján három csoportba sorolhatjuk: elektrokémiai tárolók (akkumulátorok), elektrosztatikus tárolók (kondenzátorok) és elektromechanikus tárolók (lendkerekek).

Az akkumulátorok közül jelenleg sorozatban történő alkalmazásra az ólom és a NiCd akkumulátorok állnak rendelkezésre, és számos további megoldás áll jelenleg fejlesztés alatt. Középtávon a nikkell-metálahibrid akkumulátorok tűnnek a tömeges használatra legesélyesebb energiátárolónak. Hosszútávon a lítium bázisú (lítium-polymer és lítium-ion) akkumulátorok jelenthetik a legjobb megoldást.

Az elektromos autók akkumulátorainak feltöltésére két megoldás ismert: a konduktív és az induktív töltési eljárás. A tankolás időigényessége városi használat esetén nem okoz gondot. A nagyteljesítményű töltőberendezések 3-4 óra alatt (pl. éjszaka) feltöltik az akkumulátorokat, amelyek azután legalább 100 km gondatlan autózást tesznek lehetővé. Az országutak melletti töltés technikailag szintén nem okoz problémát, ha a megfelelő infrastruktúra rendelkezésre áll. A probléma csupán a feltöltés időigényessége, amelynek csökkentésére fejlesztések folynak.

A kondenzátorok járművekben felhasználható speciális változata az ún. „ultracapacitor”, amely a tárolt teljesítmény és energia valamint befoglaló méretek tekintetében nagyságrendekkel múlja felül a mikroelektronikai kondenzátorokat. Nagy teljesítménysűrűségük teszi alkalmassá őket a teljesítménycsúcsok átmeneti tárolására. Az ultracapacitor-ok gyorsításkor nagy teljesítmény leadására, fékezéskor pedig a

visszanyert energia gyors felvételére képesek. Ez a tulajdonságuk elsősorban a hibrid elektromos hajtás számára teszi kitűnő átmeneti energiatárolókká az ultracapacitor-okat. Elektromechanikus energiatárolás alkalmazása nem célszerű elektroautók esetében, ugyanakkor ideális hibridhajtású járművek számára.

Nemcsak a tárolók de a villanymotorok is igen speciális követelményeknek kell, hogy megfeleljenek az autóban történő felhasználás esetében. A jövő járműveinek hajtására a két legesélyesebb jelölt a modern vezérléssel szerelt aszinkronmotor és az állandó mágnessel gerjesztett szinkronmotor. A hibrid hajtás speciális követelményei közt - a hátrányai ellenére - az egyenáramú motorok alkalmazásának is van reális jövője.

Az „A járművek konstrukciójának és gyártásának technológiai fejlődési lépései” című tanulmány ezekről az elektroautókban felhasznált ill. felhasználható technológiákról részletes áttekintést ad, az egyes megoldások alapelveinek, előnyeinek és hátrányainak bemutatásával valamint a már megvalósult elektroautók szerkezetének bemutatásával.

A technikai kérdések elemzése mellett a tanulmány röviden elemzi az elektroautók emisszióit, energiafelhasználását és gazdaságosságát is. Az elektroautók károsanyag kibocsátása a villamos áram előállításakor keletkező energiahordozókból ered. Attól függően, hogy egy adott országban milyen energiahordozók felhasználásával állítják elő a villamos energiát, más-más emissziós értékeket kapunk az elektroautókat. Általánosan megállapítható azonban, hogy a környezetszennyezés szempontjából legkritikusabbnak számító nagyvárosok az elektroautók elterjedése esetében végre fellélegezhetnének. A pozitív környezeti hatások ellenére az elektroautók elterjedésének útjában egy igen jelentős akadály áll: a gazdaságosság kérdése. Az elektroautó használata magánfelhasználók számára jelentős többletköltséggel jár. Amíg ezt a többletköltséget egyedül az autótulajdonos fizeti, addig a csökkent zaj és károsanyag-emisszió előnyeit az egész társadalom élvezi. Ez az oka, hogy a már piacon lévő elektromos autókat elsősorban az állami ill. önkormányzati intézmények vásárolják és üzemeltetik.

Hibrid hajtású járművek

A lokálisan károsanyag kibocsátás nélkül működő jármű jelenleg csak elektromos hajtással valósítható meg. A már rendelkezésre álló elektromos autók a városi forgalom által támasztott igényeket ki tudnák elégíteni, ugyanakkor a hatótávolság és a csúcsebesség tekintetében elmaradnak hagyományos motorral szerelt társaiktól.

A probléma megoldását a villamos energia fedélzeti előállítása jelenthetné, például tüzelőanyagcella alkalmazásával. De ennek a technológiának a tömeges alkalmazásra és a sorozatgyártásra való kiérleléséig előreláthatóan még hosszú évek fognak eltelni. Erre az átmeneti időszakra kínál egy érdekes és reális alternatívát a hibridhajtású autók csoportja, mely a kutatások eredményeképp az alternatív hajtási módok közül mára a legmesszebbre jutott. Japánban 1997 végétől már megvásárolható, az Egyesült Államokban és Európában pedig 2000-től lesz megvásárolható az első szériában gyártott hibridhajtású gépkocsi.

A hibrid hajtás, mint neve mutatja legalább két különböző fajta hajtástmódot egyesít. Elméletileg nagyon sokféle hibrid-hajtás változat képzelhető el. A gyakorlatban ezek közül elsősorban az elektromos hajtás és a belsőégésű motorok kombinációja terjedt el.

Hibrid hajtással kiküszöbölhetők az akkumulátorok (és így az elektroautók) legjelentősebb hátrányai, mint pl. a kis hatótávolság, nagy holtteher és a viszonylag hosszadalmas tankolás ugyanakkor kihasználhatók az elektroautók olyan előnyei, mint a fékezési energia visszanyerése, részben az emissziómentes üzemmód és a megújuló energiaforrások használata. A belsőégésű motorok üzemét is kedvezően befolyásolja a hibrid üzemmód: lehetővé válik a motorteljesítmény és az aktuálisan fellépő menetteljesítmény-igény elválasztása, és ezáltal elkerülhető a motor üzemeltetése a rosszabb hatásfokú részterhelési tartományokban.

A hibrid hajtás természetesen nem jelentheti egyszerűen a két hajtómű egyidejű beépítését egy járműbe. Az egyes hajtóművek megfelelő kombinációja és méretezése szükséges az együttműködés előnyeinek kihasználásához és az egyes hajtástípusok hátrányainak elkerüléséhez. A jármű felhasználásának céljától függően eltérő megoldások képzelhetők el a hajtások egyesítésére. A hibrid hajtás két alapkonceptiója a soros és a párhuzamos elrendezés, melyek legkülönbözőbb kombinációi is alkalmasak járművek hajtására.

Az „A járművek konstrukciójának és gyártásának technológiai fejlődési lépései” című tanulmány bemutatja ezeket a hajtási koncepciókat és a kialakításukhoz felhasználható szerkezeti elemek jellemzőit, az egyes megoldások előnyeinek és hátrányainak áttekintésével.

Tüzelőanyagcella elektromos energiájával hajtott járművek

Még a legszigorúbb állami előírások is, amelyek az emissziómentes gépjármű fogalmát a köztudatba bevezették, csak lokális emisszió-mentességről szólnak. Azaz ezek a gépjárművek üzemük során nem bocsáthatnak ki káros anyagokat. Ugyanakkor a feltöltésükhöz használt villamos energia ma még általánosan jelentős környezetszennyezés árán kerül előállításra. Kivételt ez alól csak a megújuló energiaforrások felhasználásával történő energiatermelés jelenthetne, széleskörű elterjedése esetében, amire globális méretekben kevés esély van.

Az emissziómentes gépjármű okozta kihívásnak tehát csak úgy felelhetünk meg, ha valamilyen forradalmian új energiatermelési eljárást találunk. Ilyen technológia a 150 éve először, majd néhány éve ismét felfedezett tüzelőanyagcella, amely - szakértők véleménye szerint - jelentőségét tekintve valószínűleg a chippekhez mérhető fontosságú találmány. A tüzelőanyagcellák ma igen intenzív fejlesztés alatt és az ipari bevezetés határán állnak.

A tüzelőanyagcella lényegében az oxigén és hidrogén kontrolált egyesülésének hatására végbenő töltéscsere, amelynek hatására a reakcióteret lezáró speciális elektródák közt feszültség indukálódik. A reakció végtermékeként a villamos feszültség mellett kizárólag vízgőz keletkezik. A tüzelőanyagcella a hidrogén mellett képes minden más üzemanyaggal is működni, amely oxidációra alkalmas, de ekkor már veszélyes szennyezőanyagok is keletkezhetnek.

A tüzelőanyagcella már ma is számos olyan jellemzővel rendelkezik, melyek az elektromotorral hajtott autók számára ideális energiaforrássá teszik. Ezek a jellemzők:

- + Kitűnő hatásfok a teljes üzemi (terhelési) tartományban
- + Gazdaságos üzemmód
- + Környezetbarát, nem termel semmiféle káros anyagot (ha H₂ az üzemanyag)

- + Hidrogén előállítható megújuló energiahordozók felhasználásával is
- + Kis méretek, kis súly, tiszta, csendes üzemmód
- + Nincsenek mozgó alkatrészek így nincs karbantartási igény
- + Folyamatosan üzemelhet
- + Folyamatosan, állandó feszültséget szolgáltat
- + A hidrogénkészletek kimerülése nem fenyegeti az emberiséget
- + Járművek hajtásban lehetővé teszi az elektromos hajtás előnyeinek érvényre jutását

Ezek az előnyök aligha hagynak kétséget afelől, hogy a következő évtizedekben a tüzelőanyagcella lesz minden mobil energiafelhasználás számára az optimális energiaforrás. Ennek a vízióknak a valóra válásához még óriási kutatási erőfeszítéseket kell tenni, de az autógyártók és az energiaipar óriásvállalatai mindent megtesznek a gyors célbaérés érdekében.

Az „A járművek konstrukciójának és gyártásának technológiai fejlődési lépései” című tanulmány bemutatja ezeket az erőfeszítéseket, elemzi a tüzelőanyagcellák működési elvét, összehasonlítja a különböző típusú tüzelőanyagcellákat. Kiemelt hangsúlyt kap a járművek hajtására leginkább alkalmasnak tartott hidrogéntáplálású PEM tüzelőanyagcella és a szénhidrogéneket közvetlenül felhasználó DMC tüzelőanyagcella. Elemzésre kerülnek ezek költségei, emissziói, fogyasztásuk, hatásfokuk, a járműbe való integrálás lehetőségei és az ehhez szükséges rendszerelemek. Ezen belül is fontos szerepet kap a hidrogén tárolási technikáinak elemzése. A téma lezárásaként bemutatásra kerülnek az eddig kifejlesztett, tüzelőanyagcella hajtású kísérleti járművek.

3 JÁRMŰELEKTRONIKA

Az autók technikai fejlődése az elmúlt két évtizedben nagyrészt az elektronika és ezen belül is a járműelektronika fejlődésének köszönhető. Egy mai korszerű autóban az elektronikai alkatrészek részaránya a költségek tekintetében mintegy 20%. Ez az arány az elkövetkező években elérheti a 30%-ot, és a fejlődés valószínűleg tovább folytatódik. Az elektronika terjedésének mértékére jellemző, hogy amíg 1994-ben a világban forgalomba hozott járművek átlagosan 11 szenzort tartalmaztak, addig 2004-re ez a szám megháromszorozódik.

Az elektronika legfontosabb alkalmazási területei járművekben az aktív biztonságtechnikai berendezések, a teljesítményt-fogyasztást-kibocsátást szabályozó motorvezérlési rendszerek, a navigációs rendszerek és a kényelmi berendezések.

Aktív és passzív biztonság

Az elektronika járműipari alkalmazásainak jelentős része a járművek biztonságának fokozását szolgálja. A biztonság fokozása minden autógyártó közös célkitűzése. Ellentétben a szennyezőanyag kibocsátás csökkenésére irányuló erőfeszítésekkel itt a motivációt nem az egyre szigorodó törvények jelentik, hanem a vásárlói oldalról megjelenő igény. Az „A járművek konstrukciójának és gyártásának technológiai fejlődési lépései” című tanulmány bemutatja azokat a törekvéseket, melyek ezeknek a fogyasztói

igényeknek próbálnak megfelelni, illetve elébe menni. Tárgyalásra kerülnek az aktív biztonsági rendszerek, azon belül is az ún. Drive by Wire rendszerek, amelyek az emberi hibák valószínűségét igyekeznek minimalizálni, illetve bekövetkezésük után azok káros következményeit csökkenteni. A biztonsági szempontok mellett számos konstrukciós és gazdasági előny is származik a bonyolult mechanikai vezérlőrendszerek helyettesítéséből. A tanulmányban a Drive by Wire rendszer elemei közül a fejlesztések során legmesszebbre jutott elektronikus vezérlésű fékrendszerek és az integrált vezérlési rendszer egyik jövőbeli összetevője, a jelenleg még önálló egységként alkalmazott menetstabilitási szabályozókör (ESP, DSC), valamint az ezekhez kapcsolódó néhány érdekes szenzor kerül bemutatásra.

Az aktív biztonsági rendszerek mellett a passzív biztonsági elemek terén végzett fejlesztések is bemutatásra kerülnek. A légszákok hatásosságának növelése terén elért eredmények és fejlesztési erőfeszítések, valamint a karosszériába épített energiaelnyelő zónák kialakítása kerülnek elemzésre.

Telematika

A telematika kifejezés a Telekommunikáció és Informatika szavak összetételéből származik, és egy gyorsan fejlődő szegmensét jelenti a szoftver ill. elektronikai iparnak. A telematika járműipari alkalmazását két technika rohamos fejlődése és összekapcsolása tette lehetővé: a rádiótelefon hálózatok kiépítése és elterjedése valamint a műholdas tájolás kifejlesztése. Ez tette lehetővé, hogy a járművek ill. a benne utazók igen rövid idő alatt azonosíthatók és részükre személyes üzenetek küldhetők.

A telematika egyre növekvő térnyerése ellenére - a lehetséges alkalmazási területek nagysága és folyamatos fejlődése miatt - a jelenlegi fejlettségi szint igen alacsonynak tekinthető. Az autógyártók és a telematikai cégek felismerték a telematika mobil alkalmazásaiban rejlő piaci potenciált. Nagyarányú fejlesztéseik eredményeképpen már a következő években várható a navigációs rendszerek, járműkövető rendszerek és más telematikai alkalmazások széleskörű elterjedése. Az „A járművek konstrukciójának és gyártásának technológiai fejlődési lépései” című tanulmányban bemutatásra kerülnek a legfontosabb telematikai eszközök ill. alkalmazások.

Megismerhetjük a statikus (APS, CARIN) és dinamikus (ITGS) navigációs rendszereket, melyek célja az autóvezetők tájékozódásának segítése az úticélok leggyorsabb elérési útvonalának meghatározásával. A statikus rendszernek digitális formában tárolt térképek és az ezeket felhasználó útvonal-optimalizáló algoritmusok felhasználásával, a dinamikus navigációs rendszerek pedig ezen túlmenve, az aktuális forgalmi helyzetről rádiótelefonon kapott információk kiértékelésével képesek optimalizálni, és folyamatosan frissíteni útvonalajánlatukat. Ezáltal egyrészt csökkenthető a gépkocsivezetők igénybevétele és a fáradtságból eredő balesetveszély, másrészt a közlekedési dugók csökkenése vagy megszűnése által jelentős gazdasági veszteségek kerülhetnek el.

A navigációs rendszerek részletes leírása mellett a telematika olyan további alkalmazási is bemutatásra kerülnek, mint a balesetek esetén önműködően működésbe lépő segélyhívó rendszer, a lopott autók nyomon követését végző rendszer valamint az Internet felhasználási lehetőségei a járművekben.

Intelligens járművek, autopilot rendszerek

A Drive by Wire rendszerek és a dinamikus navigációs rendszerek fejlődésének betetőzése az autopilot rendszerek kifejlesztése. Autopilot rendszerek alatt azokat a vezetőt segítő (driving assistance) és vezetőt helyettesítő (autopilot, automated driving) rendszereket értjük, melyek fejlesztésének célja a balesetek és közlekedési dugók számának csökkentése, általában a közlekedés problémamentesebbé tétele. Ezeket a célokat az intelligens járművekben alkalmazásra kerülő rendszerek azáltal érik el, hogy segítik a vezetőt a tájékozódásban, a döntéshozatalban, azaz a jármű biztonságosabb vezetésében. Az intelligens járművezérlések a következő beavatkozásokkal érik el hatásukat:

- + kommunikálnak a dinamikus navigációs rendszerekkel
- + tájékoztatják a vezetőt az útviszonyokról és a jármű állapotáról
- + figyelmeztetik a vezetőt a veszélyes helyzetek kialakulására
- + ajánlatot tesznek a számítógép által optimálisnak vélt beavatkozásra
- + veszélyes helyzetekben beavatkoznak, vezetői egyetértéssel
- + veszélyes helyzetekben időlegesen átveszik a teljes vezérlést
- + megfelelően kiépített utakon ill. helyzetekben helyettesítik a vezetőt

Ahhoz, hogy az intelligens járművek e feladatokat elláthassák, két feltételnek kell teljesülni: Egyrészt szükséges, hogy a jármű minden funkciója elektronikus úton vezérelhető legyen, másrészt a vezérléshez szükséges információk rendelkezésre álljanak. Az első feltételt a Drive by Wire rendszerelemek elterjedésük esetén teljesítik. A második feltétel megvalósításához pedig telematikai eszközök és speciális, az utat és a forgalmi környezetet nagy sebességgel felismerni és értékelni tudó rendszerek szükségesek.

Az „A járművek konstrukciójának és gyártásának technológiai fejlődési lépései” című tanulmány bemutatja azokat a rendszerelemeket, illetve komplex rendszereket, melyek a jövő autopilot rendszereinek kifejlesztése irányába mutatnak. A szűk körben már alkalmazásra kerülő sebesség és követési távolság szabályozó rendszer (ACC), az optikai érzékelésen alapuló teljes autopilot rendszer és az Amerikában kifejlesztett, mágneses elven alapuló autopilot rendszer kerülnek részletes bemutatásra a tanulmányban.

Fedélzeti kommunikáció

Ma egy felsőkategóriás személygépkocsiban, ha az minden szállítható extrával kerül előállításra, közel 50 számítógép és 60 elektromotor található. Ennyi számítógép, villanymotor és a hozzájuk tartozó szenzorok természetesen megfelelő kábelezést igényelnek. A fenti felszereltségű autóban a kábelek teljes hossza a 3 km-t is meghaladja. A szabályozókör egyes elemei közt a kapcsolat ma hagyományos kábeleken és csatlakozókon keresztül folyik. Ez a jelátvitel szempontjából egyrészt viszonylag nagy késedelmi időket jelent, másrészt minden továbbítani kívánt jel egy külön vezetékkel igényel a hozzá tartozó adó és vevő áramkörökkel. Az információtovábbítás e módozata igen bonyolult és vele az on-line jelfeldolgozás sem biztosítható. Például a motor nyomatékának szabályozásakor a fojtószelep állása, a befecskendezett üzemanyag-mennyiség és a gyújtási időpont összehangolása egy nagyteljesítményű és lehetőség

szerint olcsó adatátviteli rendszert igényel. A hagyományos kábeles megoldás már itt eléri teljesítőképességének határait. A menetbiztonsági rendszerek és a telematikai alkalmazások fejlődésének hatására pedig a maihoz képest jelentős mértékben megnő az elektronikus adatforgalom a járművekben. Ez új megoldásokat kíván. A megoldást a gyors adatbuszos kommunikáció megvalósítása az egyes vezérlőegységek, szenzorok és aktorok közt. Ezáltal a jelenleg elterjedt bonyolult, drága, súlyos és gyakran meghibásodó kábelkötegek feleslegessé válnak.

Az „A járművek konstrukciójának és gyártásának technológiai fejlődési lépései” című tanulmány bemutatja az ez irányba tett erőfeszítéseket, a CAN rendszer jellemzőit és az elterjedésétől várható technikai és gazdasági előnyöket.

4 JÁRMŰVÁZ ÉS KAROSSZÉRIA

Egy autó teljes élettartamát tekintve az összes energiafelhasználás 80-90%-a az üzemeltetésre fordítódik, a nyersanyag-előállításra, a gyártásra és az újrahasznosításra csak a maradék 10-20% jut. Hasonló arányok érvényesülnek a károsanyagkibocsátás tekintetében is. Az előzőekben bemutatásra kerültek azok a törekvések, melyek a hajtóművek fejlesztésével próbálják a járművek üzemi energiafelhasználását csökkenteni, azaz a járműveket környezetbarátabbá és gazdaságosabbá tenni. A mozgási energia előállításának hatékonyabbá tétele mellett legalább ugyanilyen jelentős fejlesztési potenciált jelent a mozgási energia felhasználásának optimalizálása.

Egy jármű esetében a hajtáshoz felhasznált energia, azaz üzemanyag átlagosan 70%-a a tömeg felgyorsítására és 30%-a légellenállás legyőzésére fordítódik. Ezek az arányok rámutatnak, hogy energiafelhasználást és így a károsanyag-kibocsátást legnagyobb mértékben a jármű súlya határozza meg. A jármű összsúlyának 25-30%-át a karosszéria súlya teszi ki. Emiatt a jármű – ezen belül kiemelten a karosszéria és járműváz - súlyának redukálása a további fejlesztések központi törekvése kell, hogy legyen.

A karosszéria fejlesztésével kapcsolatban két területről kell említést tenni. Egyrészt fontos az utastér kialakítása, a jármű szerkezeti elemeinek olyan elrendezése, mely az utasok kényelmét és biztonságát maximálisan szolgálja. A másik nagyon fontos terület a karosszériák kialakításával kapcsolatban a teherhordó szerkezet konstrukciója, amely a jármű merevségét, és így biztonságát döntően befolyásolja.

Az „A járművek konstrukciójának és gyártásának technológiai fejlődési lépései” című tanulmány részletesen bemutatja a járművázak konstrukciójában és a felhasznált anyagokban végbemenő változásokat. Kiemelten foglalkozik az alumínium space-frame és az alumínium önhordó kocsiszekrény előnyeivel, a könnyűszerkezetes acél kocsiszekrényekkel (ULSAB), a kompozit és a hibrid járművázakkal. Elemzésre kerülnek az egyes konstrukciók által a súlymegtakarításban nyújtott lehetőségek, valamint a kocsiszekrények által az utasoknak nyújtott passzív biztonság, a gyárthatóság és a gazdaságosság szempontjainak figyelembevételével.

5 GYÁRTÁSI TECHNOLÓGIÁK

Az autókban alkalmazott műszaki megoldások fejlődésével párhuzamosan, azzal folytonos kölcsönhatásban fejlődnek a járműgyártási technológiák. Egyrészt a járműtechnikai fejlesztések egy jelentős részét új gyártási eljárások megjelenése tette lehetővé, másrészt a fejlesztők oldaláról megjelenő igények újabb és újabb kihívások elé állítják a gyártási technológiákkal foglalkozó kutatókat. Ezek a kihívások sokszor vezetnek új fejlettebb gyártási technológiák kidolgozásához, amelyeket aztán már nem csak a járműipar használhat fel.

Az új tervezési, munkaszervezési és gyártás-vezérlési eljárások terjedése miatt természetesen olyan gyártástechnológiákra van szükségünk, amelyek a számítógépek által ellenőrzött és vezérelt gyártási rendszerbe integrálhatók. Ennek hatására a már meglévő technológiákhoz új vezérlési rendszereket kellett kidolgozni illetve számos új gyártástechnológia alakult ki. Ezeknek a technológiáknak a bemutatása meghaladja az „A járművek konstrukciójának és gyártásának technológiai fejlődési lépései” című tanulmány célját és kereteit. Így csak néhány önkényesen kiválasztott részterület fejlődési tendenciái kerülnek bemutatásra. A járművázak és karosszériák gyártása témakör kiválasztását az indokolta, hogy ez egy olyan terület, ahol a rendelkezésre álló technológiák nagymértékben befolyásolják a konstruktőrök lehetőségeit és így a jövő autóinak fejlődési irányvonalait is. A másik bemutatásra kerülő szakterület a nanotechnológiák területe. Ez a technológia jelenleg a műszaki élet egyik legígéretesebben fejlődő ága. Új perspektívákat nyit meg az élet szinte minden területén, így az autógyártásban is.

Gyártástechnológiai újítások a járműváz-gyártásban

A kocsiszekrények fejlődésben kiemelt szerepet játszó technológiák közül a lézeres hegesztés és a nagy folyadéknomással végzett képlékeny alakítás, valamint az ún. „tailored blank”-ek technológiája kerül részletes elemzésre.

A lézeres hegesztéshez kapcsolódóan bemutatásra kerül a lézersugár, mint energiaforrás, a lézeres hegesztés különböző eljárásainak elve. Kiemelt hangsúlyt kapnak a lézeres hegesztés alkalmazásával elérhető konstrukciós és anyagmegválasztási előnyök. Ezeket az elemzéseket konkrét alkalmazási példák és kutatási eredmények bemutatásával végzi a tanulmány. A lézeres hegesztés mellett kisebb terjedelemben, de bemutatásra kerül a lézeres forrasztás és a ragasztás is, mint a hegesztés jövőbeni alternatív eljárásai.

A nagy nyomással történő alakítás gyakorlatilag a mélyhúzás egy továbbfejlesztett változata. A leglényegesebb eltérés a két eljárás közt abban van, hogy míg mélyhúzásnál az alakítás erejét és formáját a szerszám határozza meg, addig a nagy nyomással történő képlékeny alakításnál a szerszám szerepe az alakadásra korlátozódik. Az alakításhoz szükséges erőt egy közvetítő közeg adja, amely nagynyomású folyadék, általában hidraulikaolaj. A tanulmányban megismerhetjük az eljárás két legfőbb változatát, a lemez és a cső alapanyagból kiinduló nagy folyadéknomással végzett képlékeny alakítást. Elemzésre kerülnek az eljárások előnyei és az alkalmazásuk által elérhető előnyök, valamint részletesen bemutatásra kerülnek azok az alkatrészek, melyeket egyes gyártók már ma is ezzel a technológiával készítenek.

A tailored blank-ek technológiája valójában nem gyártástechnológiai, hanem konstrukciós újítás, de gyártástechnológiai vonzatai miatt a gyártási eljárások közt kerül tárgyalásra. A “tailored blank” angol fogalom magyar megfelelője a méretre szabott, vagy igénybevételekhez igazított lemez lehetne. A tailored blank-ek definíció szerint olyan

lemeztablák, amelyek több, egymástól vastagságukban, minőségükben, bevonatukban, stb. különböző, lemezrészről tevődnek össze. Az összetevő lemezrészek gondos megválasztásával rendkívül nagy hatékonyságjavulás érhető el az anyagfelhasználás tekintetében. A lemezrészek összehegesztése lézeres hegesztéssel, vagy ritkábban ellenállás-hegesztéssel történik. Ma már nincs olyan modern jármű a piacon, mely nem tartalmaz tailored blank-et, sőt egyes autók karosszériájának több mint 50%-a készül az igénybevételekhez igazított lemezekből. A tanulmányban elemzésre kerülnek a tailored blank-ek gyártási technológiái, anyagai, alkalmazásának előnyei.

Nanotechnológia

A nanotechnológia az anyagok nanométer nagyságrendű méreteken történő előállításának, befolyásolásának és megmunkálásának technológiája. Ebben a mérettartományban a fizikai törvényszerűségek új értelmet kapnak ill. sokak közülük elvesztik érvényességüket. Legjobb példa erre az Ohm-törvény, amely az elektron méretével összemérhető méretű vezetőpályák esetében már nem ad megbízható eredményeket. Ez, valamint a nanorészecskék érzékelhetőségének és megragadhatóságának nehézsége teszi szükségessé a komoly tudományos apparátussal végzett kutatásokat.

Az „A járművek konstrukciójának és gyártásának technológiai fejlődési lépései” című tanulmány a nanotechnológia különböző részterületeiről néhány jellemző, a járműipari alkalmazásokhoz kapcsolódó gyakorlati példát mutat be. Ezekben a konkrét példákon keresztül elemzésre kerülnek a nanorészecskék, a kétdimenziós nanobevonatok, a nanoszemcsés műszaki kerámiák, háromdimenziós nanoszemcsés testek, a ferrofolyadékok és a fullerének.

6 ÚJ JÁRMŰSZERKEZETI ANYAGOK

A könnyűszerkezetű konstrukciók alkalmazásának és a kis sűrűségű de megfelelő szilárdságú szerkezeti anyagok felhasználásának a jövőben igen nagy jelentősége lesz.

Természetesen a súlycsökkentés, mint fő célkitűzés mellett számos más követelmény is felmerül a járműszerkezeti anyagokkal szemben. Ezek a követelmények minden esetben levezethetők a jövő autójával szemben támasztott fogyasztói követelményekből és az ezek kielégítésére kifejlesztett új szerkezeti megoldásokból. Az anyagtudomány nem csak ezeknek az egyre szigorúbb elvárásoknak próbál meg eleget tenni, hanem fejlesztéseivel elébe megy a kihívásoknak. Új anyagok felfedezésével ill. kifejlesztésével képessé teszi a társadalmat a felmerülő problémákat új, hatékony módon megközelíteni, elsősorban a kimerülő erőforrásokkal való takarékos gazdálkodás ill. azok helyettesítése révén. Az anyagtudomány legfontosabb törekvése ma: műszakilag nagy értékű termékeket a gazdaságossági szempontok messzemenő betartásával létrehozni és ezáltal a környezetet a lehető legkisebb mértékben szennyezni.

A tanulmányban az anyagtudomány által kifejlesztett néhány új anyag ill. már régen ismert, de ritkán használt járműszerkezeti anyag kerül bemutatásra. A tanulmány korlátozott keretei miatt ebből az áttekintésből kimaradnak a műanyagok és az elektronika új anyagai, melyek külön-külön is megtöltenének egy kiadványt.

A fémek a járművek tradicionális szerkezeti anyagai. Közülük bemutatásra kerülnek a nagyszilárdságú acélok különböző fajtái, az alumínium, a magnézium és a titán. A tulajdonságok jellemzésén túl az egyes anyagok feldolgozásával, megmunkálásával kapcsolatos ismeretek, konkrét alkalmazási példák és gazdaságossági megfontolások is szerepelnek a tanulmányban.

A járműszerkezeti anyagok egyik nagy jövő előtt álló csoportja a kerámiák. A kerámia úgy definiálható, mint nemfémes szervesetlen anyag, amelyet mesterségesen előállított és pontosan meghatározott összetételű porokból porkohászati úton állítanak elő. A tanulmányban általános jellemzés található a kerámiák anyagcsoportjáról és a következő kerámiafajták részletesen is jellemzésre kerülnek: ZrO_2 Cirkonoxid, Si_3N_4 , Szilíciumnitrid, SiC Szilíciumkarbid, Al_2O_3 Alumíniumoxid, Al_2TiO_5 , Alumíniumtitanát. A tulajdonságok ismertetésén túl számos konkrét járműipari felhasználás kerül bemutatásra, melynek során a kerámiák által elérhető előnyök is elemzésre kerülnek.

Napjainkban a kompozit anyagok egyre nagyobb szerepet kapnak a gépkocsigyártásban. A kompozitok több különböző anyag makroszkópikus méretekben történő kombinációjával készülnek, és olyan tulajdonságokkal rendelkeznek, amelyekkel egyik anyag sem rendelkezik önmagában. Az összetevők a gyártás során megtartják eredeti fizikai formájukat, köztük felismerhető fizikai választóvonal található. A kompozitanyagok összetevőit két részre oszthatjuk: bázisanyag és erősítő anyag.

A tanulmányban jellemzésre kerülnek a különböző bázisanyagok és az erősítőanyagok anyaguk és alakjuk szerinti csoportosításban. Kiemelt helyet kapnak a karosszériagyártásban felhasználható műanyagbázisú szálerősítésű kompozitok és ezek gyártási eljárásai. Kisebb terjedelemben, de szó esik a fém bázisú (MMC) és a kerámia bázisú (CMC) kompozitokról, mint a járműgyártás számára fontos kompozitanyagokról. A kompozitok személygépkocsiknál történő felhasználását konkrét példákon keresztül mutatja be a tanulmány.

A kompozitok speciális fajtái a szendvicsszerkezetek. Ezek alkalmazásának célja a gyártásához felhasznált anyagok előnyös tulajdonságainak, valamint az e tulajdonságok kombinációjából eredő szinergiajelenségek kihasználása. A szendvicsszerkezetek tipikusan 3 fő részből tevődnek össze: két darab vékony, de erős és nagyszilárdságú borítólemezből és a köztük elhelyezett vastagabb, kis sűrűségű és kis szilárdságú magból. Ezen összetevők felületeit adhéziós kötással kapcsolják egymáshoz, aminek hatására a szerkezetet érő terhelések eloszlanak köztük.

A szendvicsszerkezetek a jövő autógyártása szempontjából igen perspektivikus anyagoknak számítanak. Így az „A járművek konstrukciójának és gyártásának technológiai fejlődési lépései” című tanulmányban bemutatásra kerülnek alkalmazásának előnyei, a gyártásához felhasználható mag-anyagok és borító anyagok, valamint azok a területek, melyeken jelenleg folyik bevezetésük.

7 BESZÁLLÍTÓI RENDSZEREK

A magyar gazdaságban jelenleg kiemelt szerepet kapnak a járműgyártó és járműipari beszállító vállalatok. Ezek jövőjét nagymértékben befolyásolja a járműgyártás területén végbemenő globalizálódás és a globális beszállítói hálózatok kifejlődése. A beszállítói

hálózatok az elmúlt években jelentős átalakuláson mentek keresztül. Az elmúlt évtizedekben japán mintára a Just in Time rendszer kiépítése volt az általánosan követett cél. E cél elérése után az autógyárak továbblépnek és az aktuális trend szerint a Just in Line (más néven Just in Sequence) rendszer bevezetésére törekszenek.

A tanulmányban a technikai részletekkel foglalkozó fejezeteken túl bemutatásra kerülnek ezek a - gyártásszervezés és logisztika témaköréhez kapcsolódó - legújabb ismeretek és fejlődési irányok is.

A járművek konstrukciójának és gyártásának technológiai fejlődési lépései

Tartalomjegyzék

1. BEVEZETŐ	.....
2. JÁRMŰVEK HAJTÁSA	.....
2.1 POLITIKAI KERETFELTÉTELEK	.....
2.1.1 <i>Európai Unió</i>	.....
2.1.2 <i>Amerikai Egyesült Államok / Kalifornia</i>	.....
2.2 HAGYOMÁNYOS HAJTÁS FEJLESZTÉSI LEHETŐSÉGEI	.....
2.2.1 <i>Otto motorok fejlesztése</i>	.....
2.2.2 <i>Diesel motorok fejlesztése</i>	.....
2.2.3 <i>Hagyományos motorok alternatív üzemanyagokkal</i>	.....
2.3 TÁROLT ELEKTROMOS ENERGIÁVAL HAJTOTT AUTÓK (ELEKTROAUTÓK)	.....
2.3.1 <i>Állami intézkedések</i>	.....
2.3.2 <i>Elektromos hajtás szerkezeti elemei</i>	.....
2.3.2.1 Elektromos energiatárolók	.....
2.3.2.1.1 Elektrokémiai energiatárolás	.....
2.3.2.1.2 Elektromechanikus energiatárolás	.....
2.3.2.1.3 Elektrosztatikus energiatárolás (Ultracapacitors)	.....
2.3.2.2 Elektromotorok	.....
2.3.2.3 Hajtómű	.....
2.3.3 <i>Járműfelépítési koncepciók</i>	.....
2.3.3.1 Conversion-Design	.....
2.3.3.2 Purpose -Design	.....
2.3.4 <i>Energiafogyasztás</i>	.....
2.3.5 <i>Emissziók</i>	.....
2.3.6 <i>Gazdaságosság</i>	.....
2.3.7 <i>Jelenleg kereskedelemben kapható elektroautók</i>	.....
2.3.8 <i>Tankolás</i>	.....
2.3.9 <i>Összefoglalás</i>	.....
2.4 HIBRID HAJTÁSÚ JÁRMŰVEK	.....
2.4.1 <i>Hajtási koncepciók</i>	.....
2.4.1.1 Párhuzamos hibrid hajtás	.....
2.4.1.2 Soros hibrid hajtás	.....
2.4.1.3 Kombinált hibrid hajtás	.....
2.4.2 <i>Hibrid hajtás szerkezeti elemei</i>	.....
2.4.2.1 Belsőégésű motor	.....
2.4.2.2 Villanymotor és generátor	.....
2.4.2.3 Hajtómű	.....
2.4.2.4 Elektromos energiatároló	.....
2.4.3 <i>Összefoglalás</i>	.....
2.5 TÜZELŐANYAGCELLA ELEKTROMOS ENERGIÁJÁVAL HAJTOTT JÁRMŰVEK	.....
2.5.1 <i>Tüzelőanyagcellák története</i>	.....
2.5.2 <i>Tüzelőanyagcellák technológiája</i>	.....
2.5.2.1 Hidrogén	.....
2.5.2.2 Tüzelőanyagcella működése	.....
2.5.2.3 Tüzelőanyagcella emissziói	.....
2.5.2.4 Tüzelőanyagcella hatásfoka	.....
2.5.3 <i>Járműipari alkalmazás lehetőségei és rendszerelemei</i>	.....
2.5.3.1 Tüzelőanyagcella	.....
2.5.3.1.1 Fogyasztása	.....
2.5.3.1.2 Károsanyagkibocsátás	.....
2.5.3.1.3 Költségei	.....
2.5.3.1.4 Alkalmazásának előnyei összehasonlítva hagyományos jármű-erőforrásokkal	.....
2.5.3.1.5 Gépjármű-tüzelőanyagcella fejlesztési irányvonalai	.....
2.5.3.2 Üzemanyag ellátó rendszer	.....
2.5.3.2.1 Reformler és parciális oxidátor mobil alkalmazások részére	.....
2.5.3.2.2 Hidrogén tárolása	.....
2.5.3.2.3 Tankolás	.....
2.5.4 <i>Tanulmányjárművek tüzelőanyagcella hajtással</i>	.....
2.5.5 <i>Összefoglalás</i>	.....

3. JÁRMŰELEKTRONIKA ÉS BIZTONSÁG	
3.1 JÁRMŰVEK BIZTONSÁGTECHNIKÁJA.....	
3.1.1 Aktív biztonság.....	
3.1.1.1 Drive by Wire rendszerek.....	
3.1.1.1.1 Electronic Stability Program.....	
3.1.1.1.2 Elektronikus fékrendszerek.....	
3.1.1.2 Keréknyomás ellenőrzés.....	
3.1.1.3 Oldalfal-torzulás szenzor.....	
3.1.2 Passzív biztonság.....	
3.1.2.1 Légzsák.....	
3.1.2.2 Ütközésvédelem.....	
3.2 FEDÉLZETI KOMMUNIKÁCIÓ.....	
3.3 TELEMATIKA.....	
3.3.1 Navigációs rendszerek.....	
3.3.1.1 Statikus navigációs rendszerek.....	
3.3.1.2 Dinamikus navigációs rendszerek.....	
3.3.2 Segélyhívó rendszer.....	
3.3.3 Lopásgátlás.....	
3.3.4 Az autó és az Internet.....	
3.4 INTELLIGENS JÁRMŰVEK, AUTOPILOT RENDSZEREK.....	
3.4.1 Sebesség és követési távolság szabályozó rendszer.....	
3.4.2 Optikai érzékelésen alapuló teljes autopilot rendszer.....	
3.4.3 Mágneses elven alapuló autopilot rendszer (AUTOMATED HIGHWAYS).....	
4. JÁRMŰVÁZ ÉS KAROSSZÉRIA.....	
4.1 KAROSSZÉRIA KONSTRUKCIÓK.....	
4.1.1 Egyterű kialakítás (One Box design) - Renault Clio.....	
4.1.2 Szendvics szerkezet (Sandwich Structure) - Mercedes A-Class.....	
4.2 JÁRMŰVÁZ SZERKEZETEK - CHASSIS.....	
4.2.1 Létra alváz (Ladder Chassis).....	
4.2.2 Csővázaz Space-Frame (Tubular Space-Frame).....	
4.2.3 Önhordó karosszériák (Monocoque).....	
4.2.4 Könnyűszerkezetes acél karosszéria - ULSAB Kocsiszekevény.....	
4.2.5 Alumínium karosszériák.....	
4.2.5.1 Önhordó alumínium karosszéria (Alumínium Monocoque).....	
4.2.5.2 Alumínium Space-Frame (ASF).....	
4.2.5.3 Az alumínium járműváz gazdaságossága.....	
4.2.6 Üvegszálaz kocsiszekevény (Glass Fiber body).....	
4.2.7 Szénszálaz önhordó kocsiszekevény (Carbon Fiber Monocoque).....	
4.2.8 Hibrid anyagú kocsiszekevények.....	
5. GYÁRTÁSI TECHNOLÓGIÁK.....	
5.1 TECHNOLÓGIAI ÚJÍTÁSOK A JÁRMŰVÁZ-GYÁRTÁSBAN.....	
5.1.1 Lézeres hegesztés.....	
5.1.1.1 Lézeres hegesztés elve.....	
5.1.1.2 Lézeres hegesztés tulajdonságai.....	
5.1.1.3 Lézeres hegesztés alkalmazása.....	
5.1.1.4 Lézeres hegesztés konkurenciája.....	
5.1.1.4.1 Lézeres keményforrasztás.....	
5.1.1.4.2 Ragasztás.....	
5.1.2 Nagy nyomással történő képlékeny alakítás (Hydroforming).....	
5.1.2.1 Lemezek alakítása nagy nyomással.....	
5.1.2.2 Csövek alakítása nagy belső nyomással (Tubular hydroforming).....	
5.1.2.3 Autóipari alkalmazásai.....	
5.1.3 Tailored Blanks.....	
5.2 NANOTECHNOLÓGIA.....	
5.2.1 Nanorészecskék.....	
5.2.2 Alkalmazási példák: kétdimenziós nanobevonatok.....	
5.2.3 Alkalmazási példák: nanoszemcsés műszaki kerámiák.....	
5.2.4 Alkalmazási példák: háromdimenziós testek.....	

- 5.2.5 *Alkalmazási példák: ferrofolyadékok*.....
- 5.2.6 *Alkalmazási példák: fullerének*

6. ÚJ JÁRMŰSZERKEZETI ANYAGOK.....

- 6.1 FÉMEK.....
 - 6.1.1 *Acélok*.....
 - 6.1.1.1 *Korrózióvédelem*.....
 - 6.1.1.2 *Nagyszilárdságú acélok*.....
 - 6.1.1.2.1 *TRIP acélok*.....
 - 6.1.1.2.2 *Intersztíciómentes acélok (Interstitial Free Steels)*.....
 - 6.1.1.2.3 *Nagyszilárdságú acélok megmunkálása*.....
 - 6.1.2 *Alumínium*.....
 - 6.1.2.1 *Alumínium és ötvözetei tulajdonságai*.....
 - 6.1.2.2 *Alumínium-ötvözetek járműipari felhasználásai*.....
 - 6.1.2.3 *Fejlesztések alumíniummal kapcsolatban*.....
 - 6.1.3 *Titán*.....
 - 6.1.4 *Magnézium*.....
 - 6.1.4.1 *A magnézium megmunkálása*.....
 - 6.1.4.2 *A magnézium járműipari alkalmazása*.....
- 6.2 KERÁMIÁK.....
 - 6.2.1 *Kerámia-anyagok tulajdonságai*.....
 - 6.2.1.1 *ZrO₂ Cirkonoxid*.....
 - 6.2.1.2 *Si₃N₄, Szilíciumnitrid*.....
 - 6.2.1.3 *SiC Szilíciumkarbid*.....
 - 6.2.1.4 *Al₂O₃ Alumíniumoxid*.....
 - 6.2.1.5 *Al₂TiO₅, Alumíniumtitanát*.....
 - 6.2.2 *Kerámianyagok felhasználása a járműiparban*.....
 - 6.2.3 *Szupravezető kerámiák*.....
- 6.3 KOMPOZITOK.....
 - 6.3.1 *Erősítőanyagok*.....
 - 6.3.1.1 *Szemcsékkel erősített kompozitok*.....
 - 6.3.1.2 *Szálerősítésű kompozitok (fiber-reinforced composite, FRC)*.....
 - 6.3.1.3 *Rétegelt kompozitok (Laminar composites)*.....
 - 6.3.2 *Bázisanyagok*.....
 - 6.3.2.1 *Műanyag bázisanyagok (Polimer Matrix Composite, PMC)*.....
 - 6.3.2.2 *Fém bázisanyagok (Metal Matrix Composite, MMC)*.....
 - 6.3.2.3 *Kerámia bázisanyagok (Ceramic Matrix Composites, CMC)*.....
 - 6.3.3 *Kompozit anyagok modern gyártási eljárásai*.....
 - 6.3.3.1 *Compression molding (Nyomásos öntés)*.....
 - 6.3.3.2 *Autoclave Molding (Autokláv öntés)*.....
 - 6.3.3.3 *Pultrusion (Profil húzás)*.....
 - 6.3.3.4 *Resin Transfer Molding (RTM)*.....
 - 6.3.3.5 *Filament Winding (tekerceslés)*.....
 - 6.3.4 *Járműgyártás számára fontos kompozitanyagok*.....
 - 6.3.4.1 *MMC anyagok*.....
 - 6.3.4.1.1 *Alumínium MMC*.....
 - 6.3.4.1.2 *Titán MMC*.....
 - 6.3.4.2 *PMC anyagok*.....
 - 6.3.4.2.1 *Üvegszál erősítésű kompozitok*.....
 - 6.3.4.2.2 *Kevlar*.....
 - 6.3.5 *Kompozitok személygépkocsiknál történő felhasználása*.....
- 6.4 SZENDVICSSZERKEZETEK.....
 - 6.4.1 *Felhasználható borítóanyagok*.....
 - 6.4.2 *Felhasználható mag-anyagok*.....
 - 6.4.3 *Ragasztóanyagok*.....
 - 6.4.4 *Szendvicsszerkezetek járműipari alkalmazásai*.....
- 6.5 ADAPTÍV SZERKEZETEK.....

7. BESZÁLLÍTÓI RENDSZEREK.....