

I. A KOCSITEST

A kocsitest fejlődése az egész gépjármű fejlődésére jellemző. A mai személygépkocsik nem hasonlíthatók össze az első Benz—Daimler kocsival, amely még csak annyiban különbözött a *lovás hintótól*, hogy rúdját levágták, motort, és kormányt szereltek rá.

Később a sebesség növekedésével előtérbe került a *légellenállás* problémája. A szögletek fokozatosan lekerekedtek. Csökkentették a kiálló részeket, a fény-szórókat besüllyesztették, a hűtőrácstól lekerekítették. A kerekek a burkolat alá kerültek, a kerékátmé-
rők csökkentek, az ajtókilincsek belesimultak az aj-
tóba. Mindez a változás kedvező volt a helykihasználásra is, javult a hasznos tér és az alapterület ará-
nya.

A sebesség növekedése magával hozta a magassági méretek csökkentését a stabilitás fokozása és a lég-
ellenállás csökkentése céljából.

A vezető kilátása megjavult, az ablakok mérete megnőtt. Kezdetben a gépkocsikat *kis sorozatban* készítették. Ehhez legkedvezőbb az ún. *vegyes építésmód* volt. A kocsitest tartószerkezete acél *alvázkeret* volt, a karosszéria váza *keményfából* készült, oszlopokból és keresztmerevítő tartóelemekből állt. A karosszériavázra szegezték, ill. csavarozták az előre kialakított acél burkolatlemezt. Az egyes lemezdarabokat ezután összeforrasztották vagy összehegesztették, természetesen a fától távolabb eső részekben. A karosszéria alsó szélét fa keretezte, s ezt csavarozták az alvázkerethez.

Ezek a kocsitek meglehetősen nehezek voltak. Az önsúlycsökkentés felé az első lépést a lemezből sajtolt alvázakkal tették meg, majd a vékony acéllemezből készített felépítményekkel folytatták. A második világháború után kezdték a repülőgépipar mintájára alkalmazni a könnyűszerkezetek elvét. Korábban a hasznos súly a felét sem érte el az önsúly-
nak, a fejlődés során ez az arány megfordult, s ma már nem ritka az olyan gépkocsi, amelyiknek a hasznos súlya nagyobb, mint az önsúlya.

Az önsúlycsökkentést elsősorban a konstrukciós kialakítás megváltoztatásával érték el: a tárolószerkezet, vagyis a karosszéria vázszerkezetére fokozatosan mind többet terheltek rá az egész kocsitest teherviseléséből. Személygépkocsikon először a padlót kapcsolták hozzá az alvázhoz, majd később a mellő és a hátsó rész vázszerkezete is a tartószerkezet része lett. Amikor a tetőkeret és az ajtóoszlopok is részt vettek az egész kocsitest teherviselésében, már ön-
hordó karosszériáról beszélhettünk. Az alvázkeret csökevénye is eltűnt, amikor a burkolólemezt is figyelembe vették a kocsitest szilárdságának kialakításakor.

A könnyűszerkezetek elvének a bevezetése vékony acéllemezekkel nem ment minden nehézség nélkül. Az első időben nem jelentkezett a várt súlymegtakarítás. A kezdeti kudarcok sok embert elriasztottak az új építésmódtól. A hegesztéseknél mutatkozó repedések, a vékony acéllemezek korróziója, a gyártás nagy önköltsége azonban fokozatosan megszűnt, illetve megjavult. A fejlődés a legutóbbi időben olyan fokot ért el, hogy a ma rendelkezésre álló szerkezeti acélokkal további önsúlycsökkentést nemigen lehet remélni.

Az utóbbi időben azonban megjelent az alumínium és a műanyag. Ezek széles körű elterjedéséhez természetesen szintén bizonyos fejlődési időre van szükség. Az alumínium ellen szól az acélénál lényegesen nagyobb ára, kisebb szilárdsága, jóval kisebb rugalmassága. Az alumíniummal való bánásmódot is meg kell tanulni és be kell gyakorolni. Ezzel szemben kedvező az alumínium korrózióállósága. Ma már a hegeszthetőséggel nincs sok probléma, s a ragasztási technológia is számításba jöhet.

A zárt szekrényes tehergépkocsikon (bútorszállító, hűtő-, tartálykocsikon) pl. már ma is jól alkalmazható az alumínium, héjszerkezeti megoldásban. Itt ugyanis oldalablakok és ajtók hiányában a belső erők és feszültségek egyenletesen oszlanak meg.

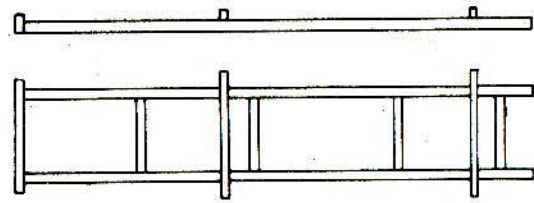
A műanyagnak olyan előnyei, mint a jó alakíthatóság, kis súly, hang- és hőszigetelés, vegyi ellenállóképesség stb. indokolják a karosszériaépítésben való mind fokozottabb felhasználását. Mind személyautó-, mind autóbuzskarosszériákat gyártanak már nagy sorozatban üvegszálas műanyagból. Tehergépkocsikon a vezetőfülkét készítik műanyagból. A műanyagot sokszor kombinálják az acéllal vagy az alumíniummal, pl. csak a belső burkolatot vagy az ajtókat készítik műanyagból. Sok, folyékony anyagot szállító jármű tartályát csinálják műanyagból, elsősorban nagy vegyi ellenállóképessége miatt.

A műanyag karosszériák egyszerűbb és olcsóbb technológiával készíthetők, és könnyen javíthatók.

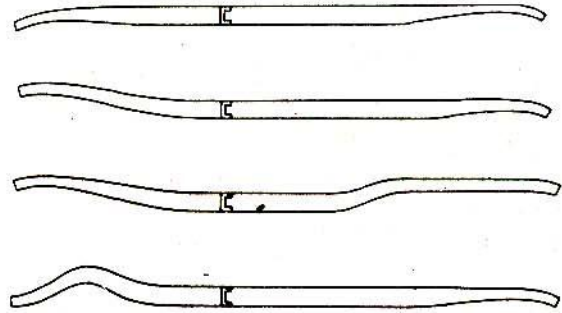
Ezek után vizsgáljuk meg a kocsitest egyes részeit külön-külön.

1. A kocsitest vázszerkezete

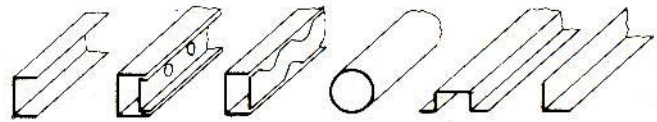
Az *alvázkeret* a kocsitest „függetlenített” tartószerkezete, hordozó része. Feladata, hogy a felépítményt, a futóművet és a hajtóművet egyetlen egységgé fogja össze, biztosítva az egész járműnek a megfelelő merevséget, s fölvegye a szállítmányból adódó terhelést.



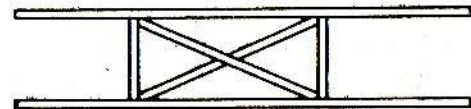
1. ábra



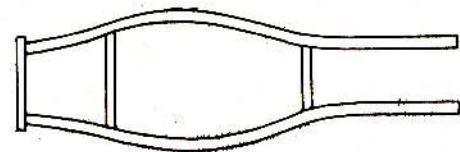
2. ábra



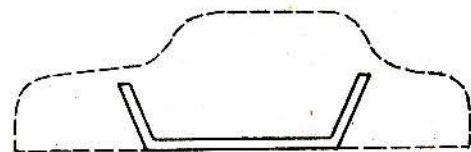
3. ábra



4. ábra



5. ábra



6. ábra

Az alvázkeretek legelterjedtebb formája a létraalváz, amely két hossztartóból és keresztartókból áll (1. ábra).

Kezdetben a tartókat még fából, ill. acéllemezrel erősített fából készítették, később hengerelt árut (L,U,I, alakrudat vagy csövet) használtak. A hengerelt alakrúd legnagyobb hátránya, hogy végig egyforma keresztmetszetű, tehát egyenszilárdságú szerkezet kialakítására kevésbé alkalmas. Ma már általában acéllemezről sajtolják a tartókat, mivel így lehetőség van az alaknak, ill. a keresztmetszetnek hossz mentén való változtatására. (A 2. ábrán pl. személygépkocsik hosszartói láthatók.)

A hosszartók általában U-szelvényűek, de zárt négyyszög keresztmetszetű tartók is előfordulnak. A keresztartók lehetnek még kalapszelvényűek vagy egyszerű L-szelvényűek is (3. ábra). A zárt keresztmetszetű tartók lényegesen nagyobb csavarómerevséget adnak, de hátrányuk, hogy gyártásuk bonyolultabb, és más tartóelemek, tartozékok, szerelvények stb. hozzáerősítése is nehezebb, mint a nyitott keresztmetszetűekhez.

Kezdetben a motort is felhasználták merevítőelemként. A motorok rugalmas felfüggesztésével azonban megszűnt ez a merevítő hatás. A sebesség növekedésével az útegyenetlenségek okozta lökések miatt az igénybevétel is nőtt. Helyes kerékfelfüggesztés esetén ezek a lökéserők nem annyira csavarásra, mint inkább hajlításra veszik igénybe az alvázkeretet.

A merevség fokozása céljából a keresztartók közti mezőbe átlósan elhelyezett vagy K alakú tartókat szoktak betenni.

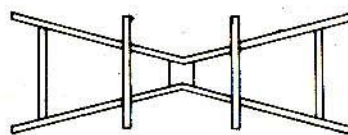
Különösen személygépkocsikon szokásos, hogy a két hosszartót X tartókkal is összekötik (4. ábra). Ilyenkor esetleg elegendő, hogy a hosszartónak csak az X merevítés előtti és mögötti szakasza legyen zárt keresztmetszetű.

Személygépkocsin egyébként a hosszartók nem párhuzamosan futnak, hanem követik a kocsialakját (5. ábra).

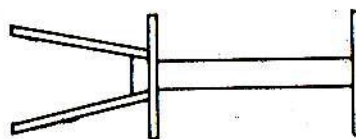
Személygépkocsikon néha egész szokatlan alakot adnak az alváznak, mint pl. a 6. ábrán látható megoldásban, ahol az U alakú alváz három szakaszra osztja a felépítményt.

A 7. ábrán X típusú alváz, a 8. ábrán Y típusú alváz látható, ez utóbbin az Y szára csöből van kiképezve.

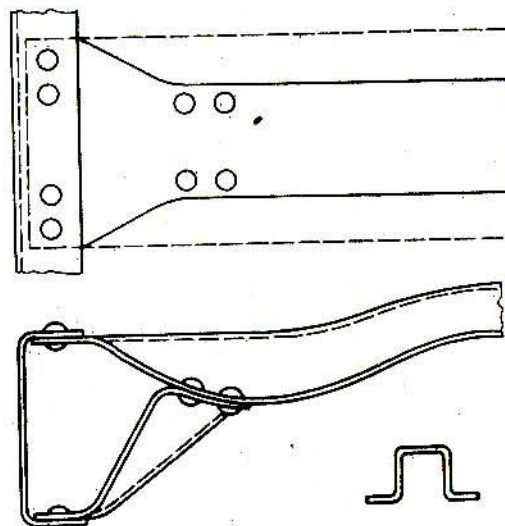
A keresztartók keresztmetszetének megválasztása és bekötése különös gondosságot igényel. A zömök keresztmetszetű tartók, mint pl. hengerelt acélrudak csavarásakor ugyanis keresztmetszet-torzulás



7. ábra



8. ábra



9. ábra

alig lép fel, s ezért ezek méretezésekor a klasszikus eljárást követhetjük, a lemezből sajtolt idomrudakon fellépő alakváltozás, keresztmetszet-torzulás viszont nem hanyagolható el. Ilyenkor nemcsak a keresztmetszet alakja változik meg, hanem a keresztmetszet eredeti síkja sem marad sík. Ha sajtolt lemeztartókat merev befogással készítünk, akkor a merev csatlakozó darab meggátolja ugyan a keresztmetszet-torzulást a csatlakozás környékén, de a „torzulásgátlás” következtében a tartóban hosszirányú, ún. normálfeszültségek keletkeznek. Ilyenkor „gátolt csavarás” vagy más néven „hajlítócsavarás” jelenségről beszélünk. A 9. ábrán kalapszelvényű keresztartó bekötési módja látható.

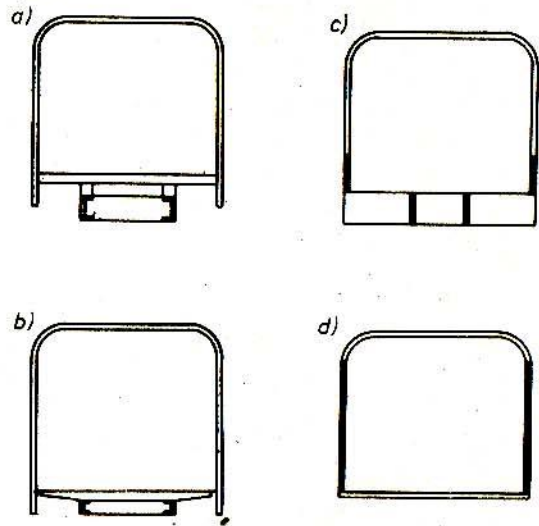
A karosszéria kialakítását elsősorban közlekedésüzemi szempontok szabják meg, mivel a gépjárműnek ez az a része, amelyik a szállítandó személyekkel ill. áruval, magával a szállítással, a szállítási technológiával a legszorosabb kapcsolatban van. A karosszéria adja a gépjármű értelmét. Enélkül a gépjármű játékszer lenne, amelyet semmilyen hasznos célra nem lehetne felhasználni.

A szállítási feladatok sokrétűsége okozta a sokféle karosszériatípus létrejöttét, ami egyúttal a gépjármű-típusok sokféleségének kialakulását is előidézte. A különböző kocsitípusokon különféle követelményeket állítanak a karosszériával szemben, de vannak olyan követelmények, amelyek többé-kevésbé általánosak:

- olcsó előállítás (egyszerű szerkezet, kisszámú alkatrész, az anyag gazdaságos kihasználása, automatizálható technológia stb.);
- optimális méret- és térkihasználás (alacsony padlószint, vékony falak, tömör alak stb.);
- megfelelő alakszilárdság (menet közben az ajtók nem nyílhatnak ki, megálláskor nem szorulhatnak be, az ablaküveg nem törhet ki stb.);
- a vezetőnek jó kilátás (nagy ablakok, vékony ablakrámak, célszerűen elhelyezett tükrök stb.);
- rezgésmentesség (ne legyen berezgés, csikorgás, zúgás stb.);
- hosszú élettartam (megfelelő védelem a nedvesség, a korrózió, a fárasztó dinamikus igénybevételek, a napsugár stb. ellen);
- kis önsúly;
- kis légellenállás;
- szépség (alkalmazkodás a vevők ízléséhez, gyári tradíciók összeegyeztetése);
- kényelem és célszerűség;
- könnyű szerelhetőség, javíthatóság (egyes alkatrészek leszerelhetősége, cserélhetősége, nyithatósága, szabványosítása stb.);
- balesetbiztonság (alacsony súlypont, jó útfekvés, ütközéskor kis ütésekre rugalmasság, erősebb ütésekre nagy deformációs munka, felborulásakor az ajtók ne nyíljanak ki, kiálló alkatrészek ne legyenek stb.);
- könnyű be- és kiszállási, rakodási lehetőség (pl. személygépkocsin széles ajtó, magas ajtókeret, autóbuzson alacsony padló, szabványos és minél kevesebb lépcső, széles és sok ajtó, belül tágas közlekedőtér, tehérgépkocsin szabványos és állandó platómagasság, levehető oldalfalak stb.)

A karosszéria kialakításakor a közlekedésüzemi szempontok után a második legfontosabb tényező a teherviselés megosztása. Három eset lehetséges:

a) A karosszéria kizárólag a saját funkcióival kapcsolatos erőket és igénybevételeket veszi fel, a gépjármű alapvető vázszerkezete az alépitményben van (alvázkeret). A kocsitestet minden nehézség nélkül szétválaszthatjuk al- és felépitményre (differenciál építésmód).



10. ábra

b) A karosszéria a gépjárműre ható erők és igénybevételek egy részét magára veszi, de vannak a kocsitesten olyan szerkezeti elemek, amelyeknek továbbra is kizárólag tartószerkezeti szerepük van. Az al- és felépitményre való szétválasztás nem egyértelmű (átmeneti, integrál építésmód).

c) A karosszéria úgy van méretezve, hogy a gépjármű különböző fődarabjait is összekapcsolja, az erőhatásokat képes felvenni. A kocsitestben nincs külön tartószerkezet, nem beszélhetünk al- és felépitményről (önhordó felépitmény).

A differenciál építésmód (10a ábra) legnagyobb előnye, hogy a karosszéria kialakításakor a konstruktor viszonylag nagy szabadságot élvez. A karosszéria csak néhány pontban és viszonylag rugalmasan van az alváza erősítve, arról könnyen levehető. A főbb méret- és súlyhatárokon belül lényegében bármilyen karosszéria elképzelhető. Ugyanarra az alváza autóbuzs vagy teherautó felépitmény tervezhető, azok tetszés szerint módosíthatók, fejleszthetők.

Az átmeneti — integrál — építésmód legegyszerűbb fajtája a kapcsolt építésmód, fejlettebb formája a padlóvázas felépitmény. A kapcsolt (integrál) építésmódot az jellemzi, hogy a felépitmény közvetlenül és mereven rá van erősítve (csavarozva, hegesztve) az alvázkeretre (10b ábra). Ilyenkor tehát az alvázkeret valamivel gyengébbre méretezhető, mert a karosszéria vázszerkezete a terhelés egy részét magára veszi. Ezt az építésmódot főleg autóbuzsokon és személygépkocsikon alkalmazzák. A differenciál építésmóddal szemben az integrál építésmód már nem ad teljes szabadságot az alvázkeret vagy felépitmény kialakítására, nem lehet tetszőleges alváza tetsző-

leges felépítményt feltenni, viszont súlycsökkenést lehet elérni, mert a felépítményhez nem kell külön padlóvázat készíteni. Hátránya, hogy a padló alatti tér nem használható jól ki az autóbuszokon.

A padlóvázas szerkezeten (10c ábra) már elmarad a klasszikus formájú alvázkeret, de az alépítménynek még mindig kiemelt szerepe van a teherviselésben. Különösen személygépkocsikon alkalmazzák, amikor a felépítményt a nyitható tető miatt nem lehet megterhelni, vagy egyáltalán nincs teherbíró felépítmény (pl. nyitott sportkocsin).

A padlóvázas szerkezet előnye, hogy a padlószint és a kocsi alsó széle közötti tér meglehetősen magas, különösen autóbuszokon, s így könnyű tartóelemekből nagy merevségű alépítmény-szerkezet alakítható ki. Balesetbiztonság szempontjából kedvezőbb, mint az alvázas megoldás.

Az önhordó kocsiszekrény (10d ábra) a könnyűszerkezetekre való törekvés eredménye, aminek a célja az volt, hogy minden beépített keresztmetszetet vegyünk igénybe teherviselésre is, és pedig mindegyiket egyformán, a legnagyobb mértékig kihasználva. Ez azt jelenti, hogy ha pl. szükség van lemezborításra a külső hatások (eső, szél, hideg stb.) ellen, akkor az a lemez vegyen részt a kocsitest merevségének, ill. szilárdságának a kialakításában is. Ez a törekvés a vékonyfalú szerkezetekhez, a lemezszerkezetekhez, ill. a héjszerkezetekhez vezetett. Különösen autóbuszokon szembeűnő a szerkezet alakja: a padló és a tető, valamint az oldalfalak alagútszerű, négy- vagy hatszög keresztmetszetű csövet alkotnak. Ez a csőszerkezet igen kiváló csavarónyomatékok felvételére. A hajlítónyomatékokat az oldalfalak veszik fel. Az önhordó kocsiszekrény az alapépítmény hiánya miatt lényegesen alacsonyabb építésű kocsitestet eredményez, mint az alvázas építési mód, különösen autóbuszokon. Az önhordó kocsiszekrények tervezésekor még kevésbé lehet a klasszikus méretezési eljárásokat alkalmazni, mint az alvázkeretekénél. A keresztmetszet-torzulás ugyanis nemcsak a vékonyfalú tartóelemekre jellemző, hanem a kocsiszekrény egészére is, amelyekben a gátolt keresztmetszet-torzulások ugyancsak nagy járulékos feszültségeket okozhatnak. Az önhordó kocsiszekrények vagy szekrényelemek modelljét általában először gumiból vagy műanyagból szokták elkészíteni, hogy az alakváltozások jellegét és viszonylagos nagyságát tanulmányozhassák, s a várható feszültségcsúcsok helyére következtetéseket vonhassanak le. Igen bonyolult számításokkal lehet csak megkeresni az önhordó szerkezet leghelyesebb kialakítását, az egyes tartók méretét, elhelyezését, hogy az igénybevételek, a tor-

zulások és a keresztmetszetek összhangban legyenek.

Egy jól kialakított szerkezet valamelyik részének megváltoztatása rendkívüli veszélyeket rejt magában. Ha pl. valamelyik tartót vagy lemezt — mondjuk repedés miatt — vastagabbra cseréljük ki, ez a torzulások arányát valószínűleg annyira felborítja, hogy egyes tartók tehermentesülnek, más tartók pedig túlterhelődnek és sorozatosan eltörnek. Lehetséges, hogy az első tartó is azért repedt meg, mert valamelyik másik tartó merevebb volt a kelleténél, s ezért a feszültségelosztás tervezett arányai nem voltak meg. Ilyenkor nem a repedt tartót kell megerősíteni, hanem ellenkezőleg, a „bűnös” tartót kell legyengíteni!

Az önhordó kocsiszekrények kialakításakor külön gondot okoznak az erőbevezetések. A legtöbb esetben a szerkezetre ható külső erők (pl. a tengelynyomás vagy a motorsúly) koncentráltan működnek. Az ilyen erők környezetében a feszültségmegoszlás megint csak eltér a klasszikus mechanikából ismert elemi feszültségmegoszlástól, és csak az erő támadáspontjától eltávolodva kapjuk a normális feszültségmegoszlást. További problémát okoz az önhordó kocsiszekrények kialakításakor, hogy a vékonyfalú tartókon nyomóigénybevétel hatására nemcsak kihajlás léphet fel, hanem megvan a veszélye az elcsavarodásnak és a dudorodásnak (ráncosodásnak) is.

A kocsiszekrényeket sajtolt lemezekből, rudakból és lapokból rakjuk össze. Ezeket egyszerű tartóelemeknek nevezzük. Az egyszerű tartóelemekből hegesztéssel, szegecseléssel, csavarozással vagy ragasztással nagyobb szerkezeti egységeket állítunk össze: kétőves gerendatartót, merevített lemeztartót, keretet, rácsos tartót, tartórácsot, merevített lapot stb. Ezeket összetett tartóelemeknek nevezzük. Az összetett tartóelemekből állítjuk össze magát a kocsiszekrényt.

Az önhordó kocsiszekrény kialakításán belül is beszélhetünk differenciál és integrál építésmódról.

A differenciál építésmódot az jellemzi, hogy a kész szerkezetet sok külön darabból, sok egyszerű vagy összetett tartóelemből állítjuk össze. Ez meglehetősen sok hátránnyal jár:

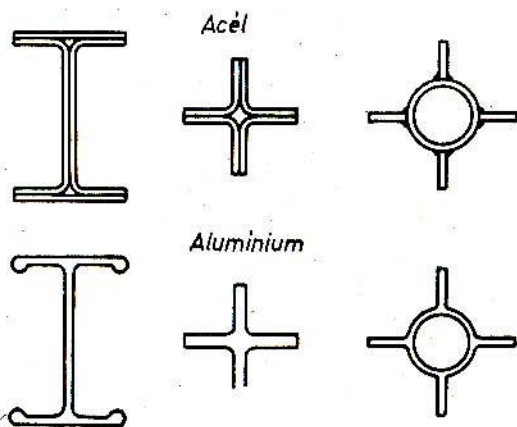
- sok kötés, sok feszültségnövekedés;
- a rejtett anyaghibák vagy sérülések veszélyesebbek;
- korrózióveszély;
- nagyobb pontatlansági veszély;
- kedvezőtlenebb felületek;
- sok kötés, sok hibaforrás;
- a gyártást megdrágítja.

Ezek a hátrányok kevésbé jelentkeznek az integrál építésmódban, amelyeknek az alapelve: lehetőleg mindent egy darabból vagy legalábbis minél kevesebb elemből gyártani. Sajnos, ez nem minden szerkezeti anyaggal valósítható meg. Ebből a szempontból legelőnytelenebbek az acélanyagok. Az alumínium kis fajsúlya, ill. nagyobb térfogata (nagyobb vastagsága) lehetőséget nyújt a nagyobb méretű alkatrészek egy darabból való kialakítására, a merevséghez szükséges falvastagság ugyanis itt magától adódik, anélkül, hogy az szilárdsági túlméretezettséget jelentene (ha acélból készítjük el ugyanolyan szilárdsággal, akkor olyan vékony lesz a fal, hogy nem biztosítja a szükséges merevséget). Néhány példát a tartók differenciál és integrál építésmódjára a 11. ábra mutat.

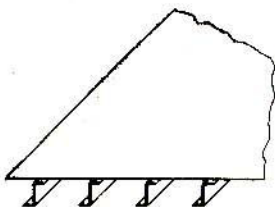
Az integrál építésmódnak legjobban a műanyag szerkezetek felelnek meg.

Az önhordó kocsiszekrény többféle építőelemből áll.

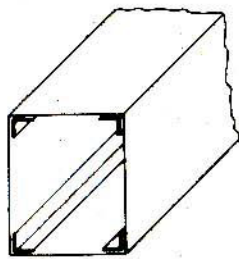
Lemez tartóelemeknek olyan vékony lemezeket nevezünk, amelyek csak a saját síkjukban fellépő erők, elsősorban húzóerők, felvételére alkalmasak. Síkjukra merőleges terhelés alatt behajolnak (membrán), de ilyenkor is csak húzófeszültségek ébrednek bennük. A membránlemezek önálló tartóegységként nem használhatók, hanem csak mint összetett tartóelemek részei, pl. két- vagy több öves tartók,



11. ábra



12. ábra



13. ábra

merevített síkbeli vagy térbeli lemeztartók sík vagy görbített burkolólemezei (12. és 13. ábra.).

Az *egyszerű lapok* abban különböznek a vékony lemezektől, hogy vastagságuknál fogva saját síkjukra merőleges erőket is fölvehetnek, de csavarás felvételére ezek sem alkalmasak.

A *merevített lapokon* külön bordák gondoskodnak a síkjukra merőleges erők felvételéről. Készíthetők vékonyabb lemezből, hornyok benyomásával is. Ide tartoznak a hullámlemezek is.

Egyszerű *rudakat* olcsón állítanak elő lemezből (szalagból) élhajtással vagy görgözéssel. Ezek húzásra, nyomásra és hajlításra vehetők igénybe, a zárt szelvényűek csavarásra is. Nagyon sok helyen felhasználhatók mint öv-, rácsrudak vagy oszlopok. Azonkívül gyakran használják őket hosszmerovítésre sík vagy görbített lemeztartóknál, héjszerkezeteknél és sík lapoknál. Meggörbítve olyan bordák készíthetők belőlük, amelyek térbeli lemezfelületek keresztirányú merevítésére alkalmasak. Az ilyen bordákat célszerű egy darab lemezből sajtolni a kívánt alakra (pl. a csomagtartófedélhez).

A *bordákat* nemcsak alaktartási célra vagy nagyobb felületek helyi kihajlásának megakadályozására használhatjuk, hanem az erősebb, ill. merevebb bordákkal a koncentrált külső erőket is bevezethetjük és szétoszthatjuk a héjszerkezetben.