

6. Gépszerkezet

Az első Zeppelin léghajó gépszerkezete két egyenként 14,7 lóerő teljesítményű motorból állt. Már az LZ2-nél (1905) 170 LE lett az összteljesítmény. Ez a háború kitöréséig az LZ18 –ig (1913) 660 LE-re emelkedett. Ezáltal tudtak először kielégítő sebességet elérni. A háborús kényszer miatt további teljesítményemelésre volt szükség. Így már az LZ38 (1915) több mint 840 LE-vel, az LZ48 (1915) több mint 960 LE-vel, az (1916) több mint 1440 LE-vel rendelkezett. Ezt a gépteljesítményt csak 1917-ben az LZ105, 1450 LE-vel tudta felülmúlni. Aztán az LZ112 (1918) háborús léghajó már 2030 LE teljesítménnyel rendelkezett. Aztán a későbbi, békebeli léghajóknál már kevesebb az LZ120-nál (1919) 960 LE áll rendelkezésre, az LZ 126-nál (1924) 2000 LE, viszont az LZ127-nél (1928) már 2500 LE. Mindezeket túl az LZ129 4400-5000 LE csúcsteljesítménnyel rendelkezik, majdnem kétszer annyival, mint a „Graf Zeppelin” teljesítménye.

Ezzel a rövid bemutatott teljesítményemelkedéssel együtt az évek folyamán a Zeppelin léghajók csúcssebessége is jelentősen emelkedett, amihez természetesen kisebb mértékben az áramlástechnikai tökéletesedés is évről évre hozzájárult. Az LZ1 még meg kellett, hogy elégedjen a cseppet sem kielégítő 29 km/h sebességgel, ami azonban a háború kitöréséig 77 km/h –ra emelkedett. A háború alatt aztán ez elérte 130 km/h-t, amit aztán a háború utáni léghajók is megtartottak. Az LZ129 léghajónál ez még valamivel magasabb, 135 km/h.

A Zeppelin léghajók gépszerkezetének egyik lényeges ismertetőjele az egymástól függetlenül elhelyezett hajtószerkezetek, tehát a géprendszerek elrendezése. Ennek az elrendezésnek az előnye az a nem lebecsülendő üzemi biztonságnövekedés, aminek addig volt különös jelentősége, amíg viszonylag kevés üzembiztos léghajómotor állt rendelkezésre. Továbbá a léghajóépítésnél az a lényeges előnye volt, hogy ez az elrendezés lehetővé tette a súly és a tolóerő több helyre való elosztását.



Az LZ129 fara a vezérsíkokkal. Ezek mozgatható, de feszesen álló kormánylapátokkal vannak felszerelve. A rájuk kapcsolt mozgatható kormánylapátok közül a függőlegesen álló az oldalkormányzást, a vízszintesen álló a magassági kormányzást szolgálja. A kormánylapátok

nagy méretei következtében akkora hely keletkezett, hogy az alsó farkormánylapátban egy lépcső és egy helyiség is teret kaphatott. A léghajó teljes magassága 41,2 m. Ennek megfelelően a magassági vezérsík kb. 20 méterrel a föld felszíne fölött van. Alatta egy négyemeletes ház elférne. Baloldalon látható két gépgondola, melyekről a propeller még hiányzik. Észrevehető a képen, hogy a két kormánymű még nincs összekapcsolva. Működésbiztos állapotban, az ábrával ellentétben az oldalkormány lapátoknak ugyanolyan irányban kell állniuk.

Így például az LZ1 (1899) már két, egymástól független meghajtó egységgel rendelkezett. Ezt a kétfelé osztást az LZ6-ig (1909) alkalmazták, ami az átépítés során már három meghajtó egységet kapott. Az LZ18 (1913) kapott először négy, az LZ62 (1916) már hat, és az LZ112 (1918) hét ilyen egységgel. Ennek megfelelően a háború után az egységek száma már nem emelkedett tovább, sokkal inkább visszaszorult. Már az LZ120 (1919) is csak négy 960 LE összteljesítményű motorral, míg az LZ126 (1924) és az LZ127 (1928) öt egységgel rendelkezett. Ezekkel szemben az LZ129-nél már elegendő a négy részre osztás, habár közben a működés biztos motorok teljesítményét 1100 1200 LE-re sikerült felfejleszteni.



Beszállás az LZ129 oldalkormányának lapátjába. Felismerhető a könnyűfém létra, a hátsó leszállókerék, a tartórudak, és a kormánylapát-kabin ökörszem ablaka, ahonnan a gép belsejében a közlekedőfolyosóhoz egy lépcső vezet. Ennek a kormánylapátnak a belsejébe egy tartalék kormányrudat terveztek, amivel egy vagy több fő kormányrúd kiesése esetén a léghajó még kormányozható. Mivel a beszállónyílás csak a személyzet részére, és nem az utasoknak van nyitva, a méretei csökkenthetőek voltak.

Ezen gépszerkezetek fejlődésével kéz a kézben változott a szükséges gépgondolák száma is, illetve maguknak a gondoláknak a száma is. Eleinte minden a közlekedőfolyosó alatt elhelyezkedő gondolában egy motor volt található. Később a motorszám emelkedésével ezeket

kis, külön gondolóba helyezték át. Az első vezetőgondola hajtóműgondolaként való hasznosításáról a háború végére letettek. Ezzel a gondolák mind inkább tökéletesedtek, merev géptalozat alakult ki, aminek a fő jelentősége a motorok beépítésének és állandó, kifogástalan szemmel tartásának kedvező lehetősége. Célszerű tehát a gondolákat nem csónakként megépíteni, amikbe beszereli a motorokat, hanem inkább a motortalozatokat kell gondolává átalakítani.

A gondolák külső formáját mindig az áramlástechnikai nézőpontok szerint határozták meg, mert ezek a szabadlevegőn vannak. Ezért mindig olyan testeket fejlesztettek ki, amelyek közelebb kerültek az áramvonalas testhez. Mindenesetre ez a közelítés nem olyan egyszerű, mert a formákat a motorok mérete erősen befolyásolta. Az egyéb, a feltétlenül szükséges nagy kiterjedéseket azonban természetesen nem vették annyira figyelembe.



Az LZ129 vezetőgondolája építés közben. Megfigyelhető a gondola és a hajótest könnyűfém váza.

Eddig az összes Zeppelin léghajót porlasztóelví motorral szerelték fel. 1910-ig Daimler, azóta pedig Maybach motorokról van szó. A Maybach Műveket a Zeppelin Léghajógyár leányvállalataként, abból a megfontolásból hozták létre, hogy a hosszú távú teljesítéshez, amit a léghajógyártás megkövetel, a megszokott repülőmotorok nem felelnek meg, hanem különleges léghajómotorokat kellett kifejleszteni. Először az LZ129-nél használtak a porlasztóelví motorok helyett olyat, amely diesel elven működik. Hogy a különbséget röviden szemléltessük, meg kell említeni, hogy a porlasztóelví motornál a porlasztóban, a hengeren kívül, egy üzemanyag – levegő keveréket állítanak elő, amelyet aztán a hengerbe bevezetnek. Ezután egy kívülről ható gyújtógyertya segítségével belobbantják az üzemanyag – levegő keveréket. Ezzel ellentétben a diesel motornál tiszta levegőt szippantanak be, és sűrítenek össze. A porlasztóelvnel az összepréselés nem mehet nagyon sokáig, hogy az üzemanyag öngyulladását elkerüljék, viszont a diesel elvnel a levegőt szándékosan olyan erősen összesűrítik, hogy az itt létrejövő felmelegedés elegendő ahhoz, hogy a nagy nyomás alatt befecskendezett üzemanyag elége megkezdődjön. Itt tehát egy külső gyújtószerkezet használatáról le lehetett mondani. Az elégekori nyomásteljesítmény a porlasztóelví motornál viszonylag alacsony (kb. 35 kg/cm^2), míg a diesel motornál ezzel szemben ennek majdnem a kétszerese (60 kg/cm^2).

Rengeteg előny adódott, melyek ahhoz vezettek, hogy az LZ129-nél már csak diesel motorokat használnak, miután a repülőgépiparban ezeket éveken át gondosan fejlesztették, és magas fokú üzembiztonságot értek el. Gondoljunk csak a Junkers nehézolaj motorokra.

Ezek az előnyök a következőképpen foglalhatók össze röviden:

A diesel elv lehetővé teszi nehezebben gyulladó üzemanyag használatát, mint a porlasztó elv. Ezáltal, és azon tény miatt, hogy a diesel motorban, ellentétben a porlasztó motorral csak a hengerben található gyúlékony keverék, lényegesen csökken a tűzveszély. A „Graf Zeppelin”, és sok másik léghajó, és sok ezer repülőgép, valamint sok millió gépjármű üzemeltetése azt mutatja, hogy a tényleges tűzveszély a porlasztómotor esetében nem csekély, és így mind inkább üdvözölni kell azt az előrelépést, hogy biztonság tekintetében a tűzveszélyesség oldala az új léghajónál lényegesen lecsökkent.

Ehhez azonban még további előnyök csatlakoznak a diesel elv mellé, mely a léghajóépítésre felhívja a figyelmet. Itt különösen a gazdaságosság lényeges növekedését lehet megfigyelni. Azt, hogy a fajlagos üzemanyag fogyasztás a diesel motor esetében sokkal alacsonyabb, mint a porlasztó motoroknál. Hogy ez mit jelent, egy rövid példa a repülőgép üzemeltetéséből megmutatja. Kísérlettel alátámasztva megmérték, hogy egy hárommotoros Junkers repülőgép (Ju 52/3m), ami levegőhűtéses porlasztómotorral van felszerelve, óránként kb. 320 kg üzemanyagot fogyasztott, míg nehézolajmotorral csak 200 kg-t, ugyan annyi idő alatt. Ha a benzin árát 45 pfenninnek vesszük, akkor az órára jutó költség 144 királyi márkát tesz ki. Mivel a nehézolaj ára 10,74 pfennig kilónként, így egy üzemóra a nehézolaj üzemeltetéssel csak 21,5 királyi márkába kerül, vagyis nem egészen a hetedrészébe.

Ebből a kis példából is kitűnik, hogy mekkora költségmegtakarítás érhető el, ha a Zeppelin léghajót diesel motor üzemre állítják, mindamelllett, hogy sok más egyéb előnyt is ad. Gondoljunk csak a diesel motor egyszerű felépítésére, még azt a lehetőséget is lecsökkenti, hogy a gyújtógyertya hibája a zavarmentes üzemeltetés, vagy a rádióadás zavarva legyen. Ehhez jön még az üzemeltetési biztonság növekedése a szelepek elmaradása miatt.

Ezek mind olyan szempontok, amelyek mindenképpen indokoltá teszik a léghajómotorok működési elvének a megváltoztatását. Az új motorokat azonban már nem a Maybach Művek, hanem a Daimler – Benz Művek gyártotta.

A motorok üzemanyagkészletét, ami 60000 kg nehézolajat jelent (ez 10 teletöltött üzemanyag-szállító gépkocsi), a hajótest belsejében számos kisebb tartályban tárolják, melyek a közlekedőfolyosó mellett vannak elhelyezve, és onnan könnyen megközelíthetők, és rá vannak kapcsolva a hajó egész testén végighúzódo elosztórendszerre.

Minden egyes motor (a négyből) egyenként, mintegy 1000 LE teljesítményt nyújt, és 170 kg üzemanyagot fogyaszt, így a 60000 kg nehézolaj mintegy 100 órára elegendő. Ez 120 km/h utazósebesség mellett leszállás nélkül mintegy 12000 km hosszú útra elegendő, ami akkora távolság, amivel minden mai közlekedési eszközt felülmúl.

A vízkészlet, ami a könnyűfém tartályokban van, mintegy 2500 l.

A léghajóhoz alkalmazott propeller alakja szintén jelentős változáson ment keresztül. Az első léghajónál, az LZ26-ig (1914) a propellerek a hajótesten, a gépgondola fölött voltak elhelyezve. Minden motor két egyforma propellert hajtott meg, aminek a mozgását szabályos kör alakú forgattyú végezte a gondolában, amit a hajótestben tengelycsövek és forgattyúkötelek rögzítettek a kifeszítő bakokhoz. Az LZ26-nál tértek el először ettől az elrendezéstől, amikor is egy propeller a gondola farára lett helyezve, minek a mozgását egy homlokkerék-hajtómű végezte. Ezáltal olyan előnyök adódtak, mint például egyszerűsödés, átláthatóság, üzembiztonság, és az építési mód leegyszerűsödése.



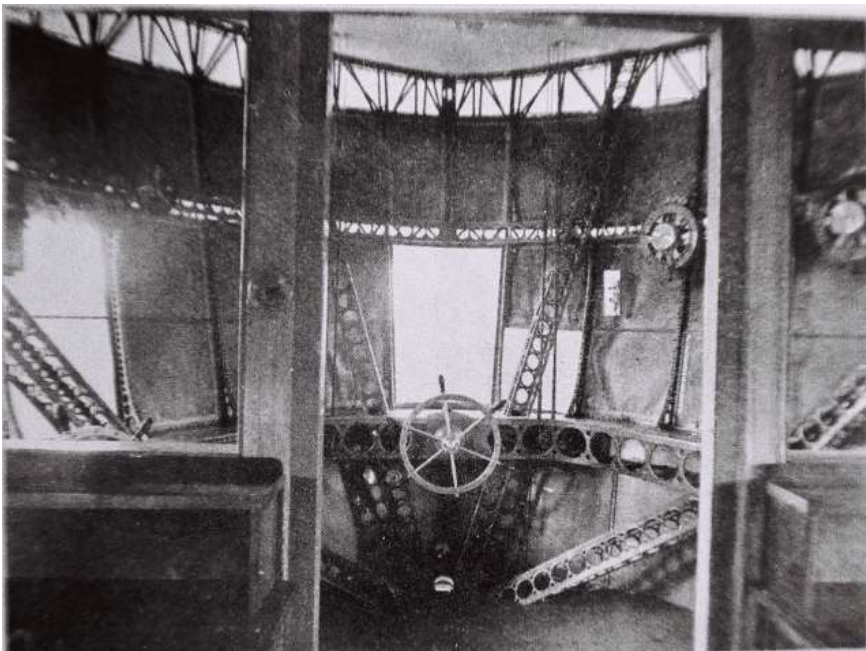
Az LZ129 vezetőgondolája félig felöltötött állapotban. Megfigyelhető a kerék, és a hajótest könnyűfém váza.

Az LZ62-től (1916) minden motorgondolára felszereltek egy tolópropellert, A háborús hajóknak az elülső gondolájában is volt motor, annak a hátuljában is forgott egy propeller.



Az LZ129 vezetőgondolája. Éppen startol a léghajó. Felismerhető az áramvonalas kialakítás, a tartórudak, és a leszállókerék. A gondola fölött, a hajótestben lévő ablakok láthatók, éppúgy, mint a felső utasfedélzethez tartozó kitüremkedés, és egy gépgondola négyszárnyas propellerrel.

A gondolapropellerek bevezetésének más feltétele is volt, olyan, ami a háborúban nem volt feltétlenül szükséges, ez a következő: a gépgondolát egy bizonyos távolságra kellett elhelyezni a hajótesttől, hogy a propeller szabadon foroghasson. Az első Zeppelin léghajóknál a gondolák ilyen módon való elhelyezése nem volt lehetséges, mert a stabilitást akarták javítani. Ugyanakkor tanácsosnak tűnt a burkolat nélküli, nyitott gondolákban működő motorokat a hajótest gyúlékony anyagaitól minél messzebb elhelyezni. Ez volt az egyik fő oka annak, hogy úgy döntöttek, hogy a gondolákat nyitottra építették. Az akkori alacsony sebesség és utazási magasság miatt nem volt erős igény a zárt gondolákra. Először csak az LZ18-nál (1913) mentek el odáig, hogy teljesen befedjék a gépgondolákat, ami elég negatív eredményt hozott, az LZ2 léghajó felrobbanását. Ezt esősorban a gondola belsejének csekély szellőzése idézte elő, a keletkezett durranógáz berobbanását pedig valószínűleg motorszikkra okozta. Ezt a veszélyt a nyitott gondola építésével szüntették meg. Később a sebesség, az utazási magasság és a menetidő növekedése miatt azonban a levegőhiány miatt a személyzetet védeni kellett, és ezért visszatértek a zárt gondolákhoz, úgy hogy távolabb helyezték el azokat a hajótesttől, ezáltal a levegő szabadon mozgott a hajótest és a gondolák között.



Az LZ127 főgondolájának előterében levő kormányfülke. Közepén az oldalkormány kereke látható, míg balra a magassági kormányé. Végül pedig a ballaszt szabályzókat lehet felismerni. Jobbra a távirógép figyelhető meg, míg az előtérben a navigációs kabin térképasztala.

Amíg csak két vagy három gépgondola volt, addig ezeket a hajótest alá, egymás mögé szerelték fel. Ez nem volt túl gazdaságos, mert a propellerek körei fedték egymást, úgy hogy ugyanazon áramlásban dolgoztak a hátsók, mint az elsők. Ezért később úgy helyezték el a gépgondolákat, hogy a propellerek vetülete ne fedje egymást. Egy ilyen elhelyezés esetén az sem túl bonyolult, hogy az egymástól nem messze levő egyforma gondolák külső palástjának lobogását csökkentsék azáltal, hogy a propellernek, vagy az egész gondolának olyan helyzetet biztosítsanak, hogy a propeller tengelye nem a hajó palástja felé, hanem hátrafelé mutat.

Hasonló megfontolásból helyezték az LZ129 elülső oldalgondoláit a hajótesten magasabbra, mint a hátsó motorgondolákat. Az összes motorgondola magasan történő elhelyezése további előnyt biztosít: egyenletes üzemelést, és a szabad mozgást a föld közelében

is. A régebbi hajók alacsonyan lévő gépgondoláinak hátsó propellerét nem lehetett a földön üzemeltetni. Csak akkor lehetett őket beindítani, amikor a léghajó már egy bizonyos magasságot elért, és leszállás előtt is időben le kellett állítani őket. Ezek az utazástechnika miatt nem olyan fontosak.

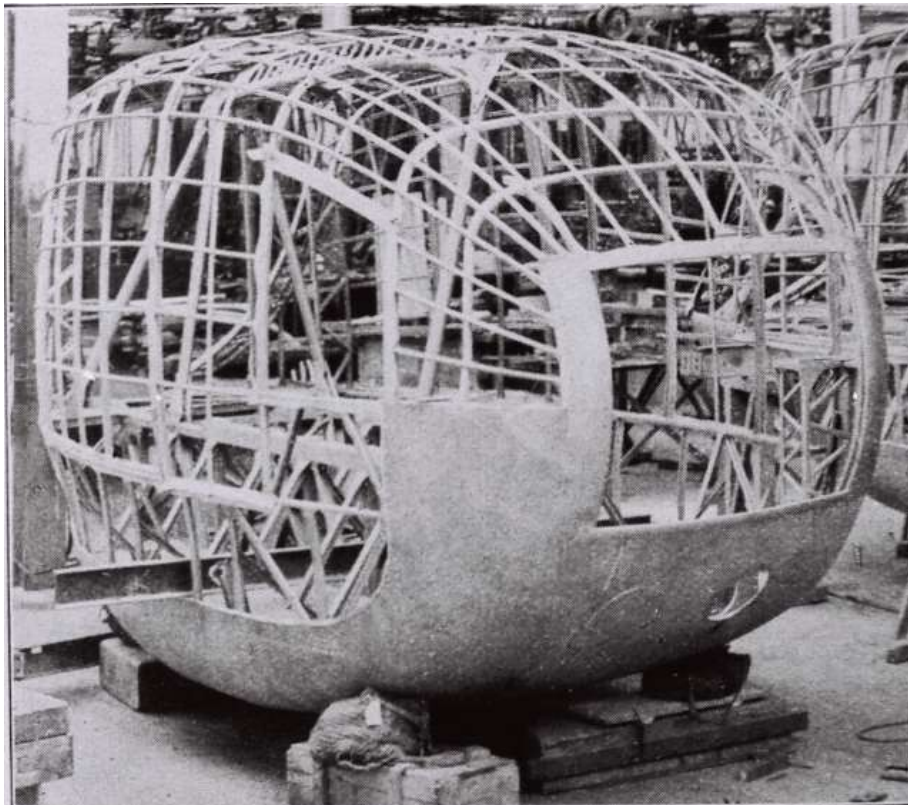
Azáltal, hogy az LZ129 csak négy gépgondolával rendelkezik csak a vezetőgondola landolókerékén, illetve a hátsó landolókeréken nyugszik a földön, míg az LZ 127, úgy, mint a többi korábbi Zeppelin léghajó az első és hátsó gondolákon együtt feküdt. Mindkét gondola a korábbi hajókon ennek megfelelően leszállóutközökkel volt felszerelve.

A propellerek borítása is változott az évek folyamán. Az elsők elég egyszerű felépítésűek voltak. Acél agyból és acél karokból álltak, melyekre az alumínium lapátlemezek rá voltak szegecselve. Az LZ1 (1899) négyágú propellerekkel rendelkezett, csupán 1,2 m átmérővel, és elég vastag lapátokkal, amelyek a vízi hajók lapátjaira emlékeztettek. Az LZ2(1905) és az LZ3 (1906) fémpropellerei már 2,2 m átmérőjűek és a lapátjaik keskenyebbek. Az LZ4 -en (1908) kétágú fémpropellerek voltak. A későbbi léghajók 1915-ig részben 2, részben 4 lapátos propellerrel voltak felszerelve, melyeknek a lapátlemeze összepréselt cső a végén hegesztett alumínium palásttal, amelyet víznyomás alatt egy megfelelő formába préseltek. Az átmérőjük 5,5 m volt, miközben a propellerlapátok keskenyebbek lettek. Itt tehát egy olyan jellegű fejlődést lehet megfigyelni, mint a repülőgépek szárnyainál, melyet az idő múlásával egyre vékonyabb formát vettek fel.



Az LZ127 rádió szobája. Jobbra a fő és mellékadók, balra a telefontájoló, balra az előtérben pedig a telefonvevő-rendszer látható.

Az olcsóbb előállítás és a nagyobb szilárdság miatt 1915-től kezdődően főként kétszárnyú farlégcsavarokat használtak. Ezeket Lorenzen, Garuda és Jarah tervezte, 6 m átmérőjűre, kőris vagy diófaból építették, a nedvességtől való védelem miatt többszörösen lakkozták, és alumíniumburkolattal védték a széleit és a szárnyvégeket. Az LZ127-en Dornier falapátok voltak, szintén kétszárnyúak. Az LZ129-en négyszárnyú Dornier propellerek vannak préselt szárnyakkal.



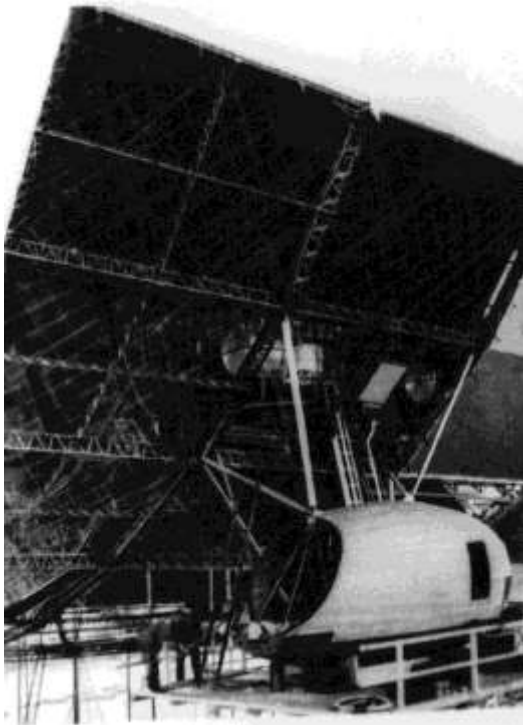
Egy Zeppelin gépgondola építés közben. Az első kivágás a hűtő levegő felvétele miatt van.

Az LZ1 (1899) esetében tervbe vettek egy olyan áttételt, amelytől a propellerek gyorsabban forogtak, mint a motorok. A későbbi léghajóknál sem ismerték fel azt, hogy a propeller lassabb forgása nagyobb hatást eredményez. Az LZ7-től (1910) aztán egy olyan áttételt alkalmaztak, hogy a propellerek lassabban forogtak, mint a motorok. Csak később, a kisgondolák használatakor növelték meg újra a propellerek fordulatszámát. Az LZ127-nél (1928) mondtak le a propellereknél áttételek használatáról. Itt közvetlenül hajtották meg a motorok a propellereket, méghozzá úgy, hogy az alsó balra, a hajó oldalán lévők pedig a hajó orrából nézve befelé forogtak. Az LZ129-nél azonban már újra áttételen keresztül hajtották meg a motorok a propellereket.

A léghajó működésében, szemben a repülőgépekével, elég nagy jelentősége van a kormányozhatóságnak. Olyan feltételeket kellett teremteni, melyekkel a léghajó alacsony sebességnél, vagy éppen álló helyzetben is tud manőverezni, mert a repülőgép, szemben a léghajóval, a lebegőképességét az előre haladó sebességének köszönheti. Ez természetesen csak akkor lehetséges kielégítő biztonsággal, ha a gép mindig teljesen kormányozható. Általában a léghajómotor nehezebb volt, mint a repülőgépmotor, viszont kevesebb üzemanyagot fogyasztott el, nagyobb szerelési szabadsággal volt megépíthető. A nagyobb szállítóerővel rendelkező repülőgépnél azonban nem volt akkora szerepe néhány kilógrammnak, mint a léghajónál.

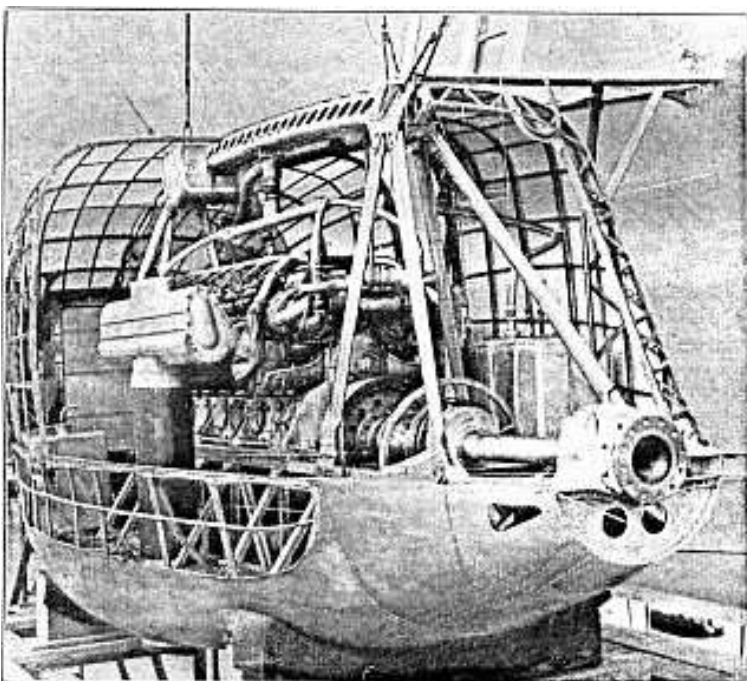
A motorgondolák építési módjáról röviden annyit kell megjegyezni, hogy az egyszerű duralumínium idomaiból összeszegecselt motortalapzatok megszűntek, amelyeket csupán annyira bővítettek ki, hogy a hűtőn kívül csupán egy kicsi szolgálati fülkének jutott hely. Míg a váz alját duralumíniumból tervezték, addig a tetejét cellulózgyapottal vonták be. A motorok

vízhűtőjét a gondola elején helyezték el, úgy, hogy a levegőáramlás a lehető legkönnyebben érje el. A hűtési felület itt azáltal szabályozható, hogy felül és alul eltolható tetők vannak felszerelve, amelyeket körforgásszerű kötéllel tudnak egy sínben mozgatni. Ezek a tetőrészek a belső fűvóka alakú, hajlított törzsfelülettel van kapcsolatban, amelyek minden állásban egy megközelítőleg örvénylésmentes áramlást biztosítanak a levegőnek a hűtéshez. A hűtő olyan módon van tervezve, hogy a tetején beszívott levegő átáramoljon rajta, és a hűtővíz a sűrítő meleg köpenyén keresztül a hengerköpenybe áramlik. A gépgondolák annyira tágasak, hogy minden egyes motorrész menet közben is megközelíthető.



Az LZ129 alsó vezető – kormány - motorgondolája. Felismerhető a könnyűfémváz a szövet bevonattal, és az oldalsó ablakkal, úgy, mint a nyersolajmotor tengelyének vége. A propeller még nincs felszerelve. Egy létra vezet a hajótestbe a csukható ajtón keresztül, ahonnan egy oldalsó folyosó vezet a nagy közlekedőfolyosóhoz. A hajótestben megfigyelhető a tartályok felfüggesztése, a duralumínium hossztartók, a fő és mellék gyűrűk és a kötélháló. A légcső alaktrészeit már kifeszítették.

Az LZ129 –nél is ellazultak a gépgondolák a régóta alkalmazott drótköteles felfüggesztés során, és alá kellett támasztani őket a hajótestnél. Ezen támasztékok egy esetleges ütközéskor összegyűrődnek. Vagyis összehajódnak mielőtt a hajóvázon valamilyen sérülés következne be, ha a hajó egy kemény landoláskor a földre esik. Ezek a támasztékok tehát megóvják a hajótest egyes részeit az összetöréstől, miközben ők maguk törnek össze, de ezeknek a kicserélése sokkal könnyebb és olcsóbb.



Az LZ127 oldalgondolája Maybach-motorral, részlegesen leszedett burkolattal, ferdén hátulról nézve. Jobbra a nyomópropeller perselye látható.

Az LZ127-nél a gépgondola és a hajótest közötti összeköttetést létrával oldották meg, melyek az ellenállás csökkentése érdekében összecsucskozhatók. A gondola fölött a hajótest falában egy kiszálló nyílás van félrecsúsztatható tetővel. Innen folyosók vezetnek az alacsonyabban fekvő középső folyosóhoz. Az LZ127-nél a közlekedőfolyosó keresztmetszetének irányában a nyomás felvételére a bemélyedésekbe gázcellákat építettek be, ami egy sor ovális alakúra nyomott csőből áll. Ezek az akna közepén, annak hosszanti irányában egyesével vannak felrögzítve, a végüknél a hajószerkezethez dróttal vannak kifeszítve. Csak a hajókormány alatt lévő gondola alsó nyílásai nem érhetők el az LZ127 közlekedőfolyosójáról. Az LZ129 közlekedőfolyosójáról már a korábbi fejezetekben elmondtunk lényeges dolgokat.



