

IPARI SZAKKÖNYVTÁR

---

SZERKESZTŐ BIZOTTSÁG

BRETZ GYULA

FODOR JÁNOS

IZSÁK SÁNDOR

SZENTKUTI KÁROLY

MŰSZAKI KÖNYVKIADÓ, BUDAPEST, 1980

KOLTAI GYULA

# KÖZÚTI JÁRMŰMOTOROK KÖNNYŰFÉM DUGATTYÚI



MŰSZAKI KÖNYVKIADÓ, BUDAPEST, 1980

Szakmailag ellenőrizte

Dr. Németh Lajos

okl. gépészmérnök

© Koltai Gyula, 1980

ISBN: 963 10 3054 7

ISSN: 0324—217X

ETO: 621.43—242.134  
629.114

Felelős szerkesztő: Makk Attila okl. gépészmérnök

## TARTALOMJEGYZÉK

Bevezetés .....	7
<b>A) A dugattyúk működése a motorban .....</b>	<b>8</b>
A.1. A dugattyú feladata és szerkezeti felépítése .....	8
A.2. A belsőégésű motorok csoportosítása .....	15
A.2.1. A belsőégésű motorok működési elve .....	15
A.2.2. Működés szerinti csoportosítás .....	17
A.2.3. Csoportosítás a szerkezeti kialakítás szeint .....	21
A.3. A dugattyúval kapcsolatos számítások .....	23
<b>B) A dugattyú gyártása .....</b>	<b>28</b>
B.1. A dugattyú anyaga .....	28
B.2. A dugattyú öntése .....	35
B.2.1. A dugattyúöntőde berendezései .....	35
B.2.2. A fémolvadék kezelése .....	39
B.2.3. Dugattyúkokillák .....	45
B.2.4. A dugattyú öntésének technológiája .....	54
B.3. A dugattyú hőkezelése .....	59
B.3.1. Hőkezelő berendezések .....	61
B.3.2. A hőkezelés által elérhető keménység .....	63
B.3.3. A dugattyúk térfogatállandósága és hőterhelhe- tősége .....	64
B.4. A dugattyú szerkezeti kialakítása .....	66
B.4.1. Hőtágulás a motorban .....	66
B.4.2. Dugattyúfajták .....	67
B.5. A dugattyú megmunkálása .....	75
B.5.1. Megmunkálási szempontok .....	76
B.5.2. A megmunkálás műveletei .....	81
B.6. A kész dugattyúk minőségellenőrzése .....	87
B.7. A dugattyú beszerelésének szempontjai .....	90
B.8. Hengerfúrás, motorjavítás, a dugattyú meghibásodása ..	93
B.8.1. Dugattyúberágódás .....	95
B.8.2. A dugattyú káros alakváltozása .....	96
B.8.3. Nagymértékű olajfogyasztás .....	97

B.8.4. A zaj fokozódása a motorban .....	98
B.8.5. Kis motorteljesítmény .....	99
B.8.6. A dugattyú mechanikai sérülései .....	99
<b>C) A dugattyú tartozékai .....</b>	<b>103</b>
C.1. Dugattyúgyűrűk .....	103
C.1.1. A dugattyúgyűrűk feladata .....	103
C.1.2. A dugattyúgyűrűk anyaga .....	104
C.1.3. A dugattyúgyűrűk fajtái .....	107
C.1.4. A dugattyúgyűrűk öntése .....	116
C.1.5. A dugattyúgyűrűk megmunkálása .....	119
C.1.6. A dugattyúgyűrűk minőségellenőrzése .....	121
C.1.7. A dugattyúgyűrűk korszerűsítésére irányuló törekvések .....	125
C.2. Dugattyúcsapszegek .....	131
C.3. Dugattyúcsapszeg-biztosító rugók .....	138
<b>Függelék .....</b>	<b>141</b>

## BEVEZETÉS

Napjaink egyik legdinamikusabban fejlődő iparága a gépkocsigyártás. Ahhoz azonban, hogy egyetlen személygépkocsi vagy tehergépkocsi az utakra kigördülhessen, számos munkahely (öntő, megmunkáló, szerelő) összehangolt együttműködésére van szükség. A növekvő mennyiségi, de elsősorban minőségi és biztonságtechnikai igények, továbbá a konkurenciaharc belülről ösztönözte a gépkocsigyártás folyamatos fejlesztését, amely napjainkban is tart.

A fejlődés első szakaszához az utat a gőzgép feltalálása nyitotta meg. Ekkor vetődött fel először olyan jármű építésének gondolata, amelyet gépi erő hajt. 1769-ben a francia *Cugnot* épített egy gépkocsit, amelyet már gőzgép hajtott. A mai értelemben vett gépkocsi fejlődése azonban a belsőégésű motorok feltalálásával kezdődött. Az 1800-as évek második felében a gőz helyét a gáz és a benzin foglalta el. A gázmotorral hajtott gépkocsit *Lenoir* dolgozta ki. Később 1876-ban ezt a motort tökéletesítette a német *Otto*. A jelenlegi formának és szerkezeti kialakításnak megfelelő, mai értelemben vett automobil motor megteremtője *Benz* és *Daimler* volt. 1893-ban pedig *Ford* megteremtette a gazdaságos tömeggyártás alapjait, a híres „T” konstrukciók gyártásával.

*Diesel* 1897-ben új rendszerű motort alkotott, melyhez nehezen illő üzemanyagot használt fel. Ez a motor lényegében a mai tehergépkocsi és autóbusz erőgépének alapegysége.

Az *Otto*- és *Diesel*-gépkocsimotorok feltalálása után sorra alakultak meg a különféle rendeltetésű és célú gépkocsikat gyártó cégek. A gépkocsik üzemeltetéséhez szükséges hajtóerőt a motor adja, amely általában belsőégésű *Otto*- vagy *Diesel*-rendszerű motor. A belsőégésű motorok az üzemanyagban rejlő hőenergiát alakítják át a gépkocsi hajtására alkalmas mechanikai munkává. Közös jellemzőjük, hogy az üzemanyag elégetése, valamint a munkavégzés ugyanabban a térben, — a motor hengerében — megy végbe. A gyors égés hirtelen megnöveli a gáznyomást, ez a dugattyút a hengerhüvelyben lenyomja, ezáltal munkát végez.

Jelenleg a világ közúti gépjárműállománya közelítő adatok szerint 290 millió. Csupán 1976-ban a világ gépkocsigyárai 28,9 millió új személygépkocsit gyártottak.

Mind az *Otto*-, mind a különböző *Diesel*-motorok központi része a forgattyús hajtómű, ezen belül a legfontosabb elem a *dugattyú*. Ennek az alkatrésznek a fejlődése, gyártása igen hosszú, bonyolult folyamat.

A legelső belsőégésű motorok dugattyúi öntöttvasból készültek. 1913-ban *Dr. Selve* vegyészmérnök szabadalmaztatta az alumíniumötvözetből készült dugattyút, a német *Mahle* cég pedig 1922-ben már sorozatban gyártotta a gépkocsigyárak részére. Az első alumíniumötvözet rézzel ötvözött ún. Y-ötvözet volt. A fejlődésnek fontos állomása volt a *Dr. Sterner-Rainer* által a *Schmidt* cégnek kidolgozott KS 280 jelzésű hipereutektikus dugattyúötvözet.

Ma már a közúti gépjárművek dugattyúi csaknem teljes egészében alumíniumötvözetekből készülnek, vagy legalábbis részben öntöttvas kombinációval. Az alumíniumötvözetek öntöttvasal szembeni előnyei adtak lehetőséget a fejlesztésre.

E könyv célja a különféle változatoknak, a fejlesztés irányának és a sorozatgyártásnak az ismertetése. Egyszerű áttekintést ad és gyors tájékozódást tesz lehetővé a dugattyúval kapcsolatos kérdésekben.

## A) A DUGATTYÚ MŰKÖDÉSE A MOTORBAN

### A.1. A dugattyú feladata és szerkezeti felépítése

A dugattyú feladata, hogy a motor hengerét egyik oldalon határolja, és létrehozza a munkavégzéshez szükséges változó térfogatot, mozgás közben tömítsen a nagynyomású és magas hőmérsékletű gázokkal szemben. A felületére ható gázerőt átadja a dugattyúcsapszegen keresztül a hajtórúdra. Az egyenes vonalú mozgásnak forgó mozgássá való átalakítása során betölti a keresztfej szerepét. A hengerből felvett hőmennyiséget a gyűrűk közvetítésével átadja a hengerfalon keresztül a hűtőközegnek. Szabályozza ugyancsak a gyűrűk segítségével a motor kenőolajfogyasztását. A dugattyútető alakjával szabályozhatja az égéstérben a levegőmozgást. Kétütemű motorokban a töltéscserét is vezérli.

Ezek közül a tömítést, a hőleadást és az olajfogyasztás szabályozását a dugattyú csak a dugattyúgyűrűk segítségével tudja megoldani. A ma kialakult felfogás szerint a dugattyúgyűrűk kiválasztása és elhelyezése a dugattyúpalást kialakítással egyenértékű feladat.

A dugattyú igénybevétele a gázerőkből, a váltakozó mozgásból származó tömegeerőkből, a dugattyúcsapszeg terhelés alatti alakváltozásából, az oldalirányú vezetésből származó erőből és ezek irányváltozásakor fellépő billenés impulzuserejéből, a dugattyúgyűrűk által átadott, a hőmérséklet emelkedésekor bekövetkező alakváltozással együttjáró erőkből áll. Az igénybevehetőséget csökkenti, hogy a dugattyú anyagának szilárdsága a hőmérséklet emelkedésével csökken.

A dugattyúval szemben támasztott követelmények a feladatából és az igénybevételéből következnek: könnyű, de merev kialakítású legyen, a terhelés hatására ne lépjen fel káros alakváltozás. Ne lépjen fel a dugattyútetőn olyan károsan magas hőmérséklet, amely meghaladná a dugattyúgyűrű övezetében megengedhető határt, amin a kenőolaj már kokszosodik. Jól tömítsen a magas hőmérsékletű gázokkal szemben, hogy kicsi legyen az átfújási veszteség, és a tűzgát mellett kevés forró gáz juthasson el a gyűrűövezetig. A jó tömítés végett a dugattyúgyűrűket pontosan vezesse. Kis olajfogyasztást tegyen lehetővé. A dugattyú és a hengerhüvely egytengelyű legyen, hogy ne keltsen zajt és káros rezgéseket. Trapézgyűrűs változat esetén tegye lehetővé a gyűrű koksztávolító szerepéhez szükséges relatív (gyűrű- és horony-) elmozdulást. Az egy-

tengelyűségtől való eltérés növeli a kopást, és rontja a tömítést. A dugattyú palástján, a gyűrű hornyaiban és a dugattyúcsapszeg furatában a kopás minél kisebb legyen. Kicsi legyen a súrlódási munka is.

A követelmények kielégítését megnehezíti az, hogy egyesek egymásnak ellentmondanak, pl. a kis fajlagos tömegű, jó hővezető képességű könnyűfém anyagból könnyebb és alacsonyabb üzemi hőmérsékletet elviselő dugattyút lehet készíteni, mint öntöttvasból, de a nagy hőtágulási tényező miatt a dugattyú pontos vezetése nehezebb. A legtöbb követelmény kielégítéséhez elengedhetetlen a dugattyú pontos vezetése.

*A motorok fejlődése folyamán a dugattyúkkal szemben támasztott igények állandóan növekednek, és fontosságuk is változik. A dugattyúk kialakítása során mindig szem előtt kell tartani, hogy az adott igényeknek a legjobban megfeleljenek. A motorok mai fejlettségi fokán az egyes alkalmazási területek sajátosságai szabják meg, hogy a lehetséges megoldások közül melyeket kell a tervezés során felhasználni a követelmények lehető legjobb kielégítésére. Az első belsőégésű motorok forgattyús hajtóműve alig tért el a gőzgépekétől. A méretek csökkentésére azonban a dugattyú vette át a keresztfej szerepét is. Kezdetben csak öntöttvas dugattyúkat készítettek, amelyek kis fordulatszám esetén és kis hőmérséklettartományban megfeleleltek. A fordulatszám növelése tette először szükségessé, hogy a kisebb fajlagos tömegű alumíniumötvözetből készítsenek dugattyúkat. A könnyűfém dugattyú elterjedését meggyorsította a húszas évek elején kidolgozott nagy szilíciumtartalmú ötvözet megjelenése, mert ennek a hőtágulási együtthatója kisebb az eutektikus dugattyúötvözeténél. A harmincas évek végére a könnyűfém dugattyúk majdnem teljesen felváltották az öntöttvas dugattyúkat.*

**Szerkezeti felépítés.** A dugattyú feladatából és igénybevételéből egyértelműen következik, hogy a dugattyúk palástja nem lehet egyszerű henger, hanem sokrétű és bonyolult.

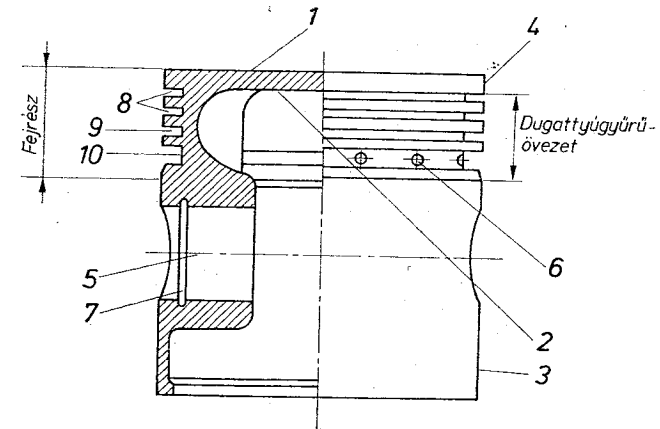
A dugattyú szerkezeti részei és kialakítása az 1. ábrán látható.

A *dugattyútető* kialakítása rendeltetésének megfelelően igen sokféle lehet. Általában öntéssel készül.

A *dugattyúfenék* sajátos dongaboltozat, amelynek az a rendeltetése, hogy ellenálljon a gázok nyomásának, és elvezesse a hőt.

A *dugattyúpalást* vezeti a dugattyút a hengerhüvelyben végzett mozgáskor. Keresztmetszete igen kicsi, de a rá ható erők is lényegesen kisebbek, mint a dugattyútetőre ható erők. A palást felületének kialakítása az adott anyag hőtágulási tényezőjétől és a motor szerkezeti kialakításától függ.

A tűzgát a dugattyútetővel és a fenékkal együtt képezi a *dugattyú fejrészt*. Olyan alakúra kell kiképezni, hogy a hőmérséklet szélsőséges változásainak ellen tudjon állni.



1. ábra. A dugattyú részei

1 dugattyútető; 2 dugattyúfenék; 3 palást; 4 tűzgát; 5 csapszegfurat; 6 olajáteresztő furatok; 7 csapszegbiztosító horony; 8 kompresszió dugattyúgyűrű-horonyok; 9 olajlehuzó dugattyúgyűrű-horony; 10 olajáteresztő dugattyúhorony

**Dugattyúgyűrű-övezet.** A dugattyúgyűrűk az égésgázokat tömítik. Az olajlehuzó dugattyúgyűrűk megakadályozzák az olajnak a kompresszióterbe való jutását.

A *dugattyú-csapszegfuratban* a dugattyú csapszega létesít összeköttetést a hajtórúddal. A dugattyún levő csapszegszemeket rendszerint bordákkal erősítik meg.

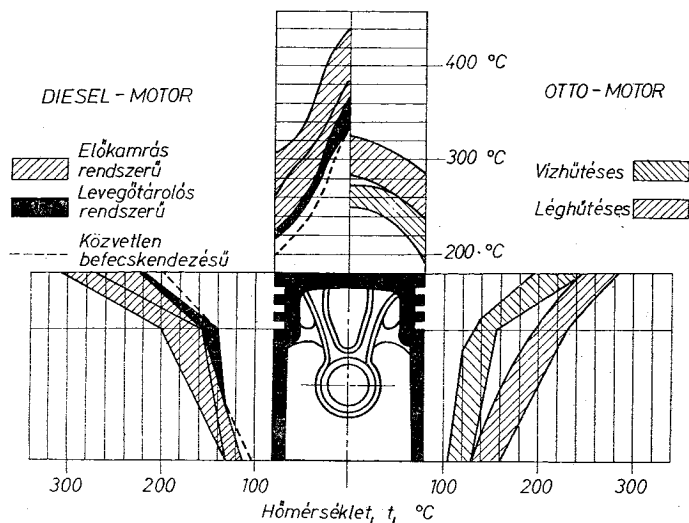
**A hőmérséklet hatása a dugattyúra.** A belsőégésű motorokban az üzemanyaggal bevitt energiának kb. 30%-a alakul át mechanikai teljesítménnyé. A maradék mintegy 30...35% energia hő formájában a kipufogó gázokkal távozik, míg a további kb. 35%-ot a hűtőberendezés vezeti el.

Ezek a hőhatások érvényesülnek a dugattyú különböző felületein is, és igen bonyolult alakváltozásokat idéznek elő. Szélsőséges esetben besülés, dugattyúgyűrű-törés, felületi sérülés következik be a dugattyún.

A 2. ábrán az Otto- és Diesel-motorokat üzem közben érő hatások értékei láthatók.

A legnagyobb hőigénybevétel a dugattyútetőtérnél és az első dugattyúgyűrű térségében van. A hőmérséklet növekedésénél itt bizonyos égésmaradványok is lerakódhatnak.

A hőhatás a dugattyú palástrészénél sugárirányú tágulást okoz, ennek mértéke a változó hőmérséklet miatt nem minden irányban egyenlő. A hengerhüvely falával a dugattyú olajfilmen keresztül érintkezik, itt sem azonos az egyes helyek hőmérséklete. Ezek ellensúlyozására a du-



2. ábra. Könnyűfém dugattyúk üzemi hőmérsékletének eloszlása négyütemű motorban

gattyú palástját különféle módon alakítjuk ki, és tágulásszabályozót építünk a dugattyúba.

Az itt felsorolt okok miatt a dugattyú külső alakja tehát igen nagy mértékben eltér az egyszerű hengerformától. A választott alak olyan legyen, hogy a dugattyú és a henger között még akkor se fordulhasson elő berágódás, üzemzavar, amikor a motor a veszélyes hőmérsékletartományba ér.

Nagymértékben hatnak a dugattyúra a következő jellemzők:

**Teljesítmény:** a dugattyú hőmérséklete állandó fordulatszám esetén körülbelül arányos az átlagos terheléssel.

**Fordulatszám:** azonos értéken levő átlagos terhelés esetén a dugattyú hőmérséklete a fordulatszám növekedésével együtt nő.

**Az égés megkezdődése:** minél inkább előbbre kerül a gyújtási időpont az optimális beállítással szemben, annál jobban növekszik a hőmérséklet.

**Égési folyamat:** minősége jelentősen befolyásolja a hőmérsékletet. A keverékképződés zavara esetén az égési folyamat minősége romlik, a dugattyú hőmérséklete nő.

**A dugattyúfenék formája:** a hőfelvétel egyaránt függ a dugattyútető átlagos keresztmetszetétől és a dugattyúfenék kiképzésétől. Az üzemanyag égése közben ugyanis a helyileg fellépő gázsebesség hőmérsékleti csúcsértéket okoz a dugattyúfenéken.

**Hűtés:** a léghűtéses motor dugattyújának hőmérséklete azonos terhelés esetén nagyobb, mint a vízhűtéses rendszerű motor dugattyújának hőmérséklete.

**A dugattyú szerkezeti kialakításának szempontjai.** Napjainkban a motorgyártás legnagyobb feladata — a teljesítmény növelésén kívül — az energiatakarékosság és a levegőszennyezettség elleni küzdelem. Az üzemanyag-felhasználás csökkentése céljából a tüzeléstechnikai intézkedéseken kívül számolni kell az alkatrészek — közöttük a dugattyú — mechanikai kopásával.

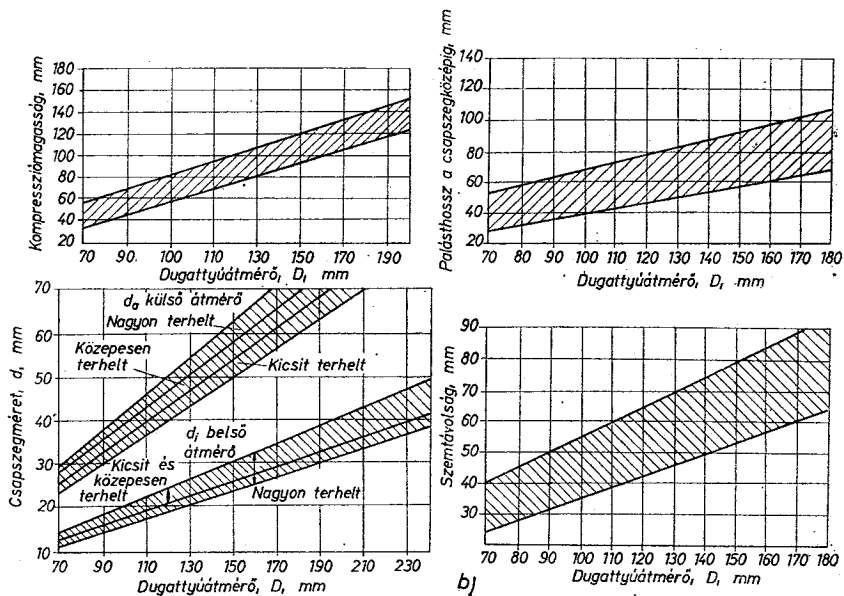
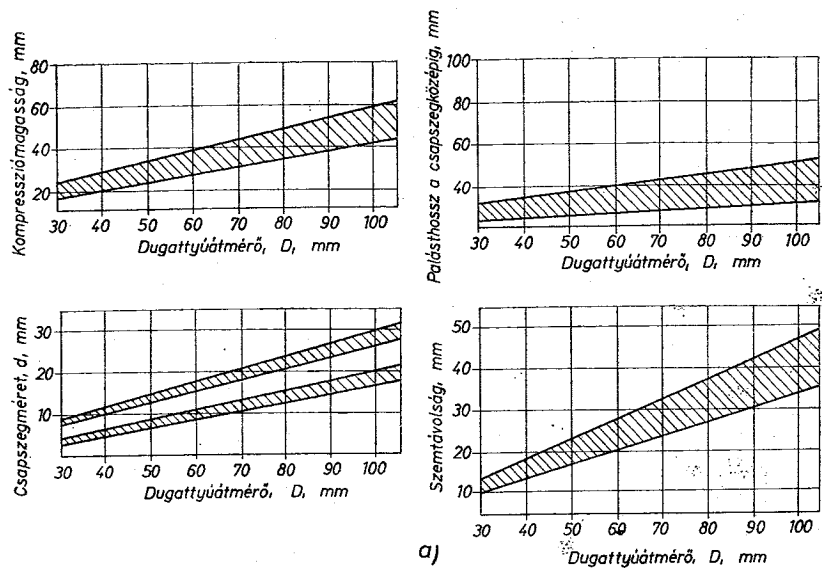
Az üzemanyagok ólomtartalmának csökkentése óta egyre gyakoribbak az Otto-motorok dugattyúinak, szelepeinek a meghibásodása. Ez a jelenség a dugattyúgyűrűk törésében és a tűzgát rongálódásában nyilvánul meg.

A kétütemű motorokban a nagy üzemanyag-fogyasztás égési zavarok nélkül is igen magas dugattyúhőmérsékletet okoz, tehát fokozottan jelentkezik az előbb említett hibák.

A dugattyúk és dugattyúgyűrűk szerkezeti kialakítása — az említett hibalehetőségek és motorteljesítmények figyelembevételével — a tervezők feladata. Nem érdektelen azonban megismerni ezek közül néhány szempontot, valamint az Otto- és a Diesel-motorok főbb méreteinek diagramját (3. ábra).

A dugattyúszerkesztés alapelve:

- A dugattyútető alakja az adott üzemi viszonyokhoz alkalmazkodjék. A dugattyúfenék ne legyen túl vékony, mert ez káros hőtorlódást okoz.
- A dugattyúpalást hosszmeretének és a kompressziómagasságnak a meghatározása: elméletileg ideális méret, ha a csapfurat alatt és felett egyenlő a dugattyú hosszmerete, otto-üzem esetén azonban ez alul rövidebb, diesel-üzem esetén alul hosszabb.
- A dugattyúgyűrű-övezet kialakítása során figyelembe kell venni a hőmérsékleti hatásokat. Ezért Otto-motorokhoz más méreteket alkalmazunk, mint Diesel-motorokhoz.
- A csapfurat átmérőjének és falvastagságának meghatározásakor a henger bizonyos jellemzőit feltétlenül figyelembe kell venni, így pl. a hőmérsékleti értékeket és a nyomásviszonyokat.



3. ábra. Négyütemű motor dugattyúinak méretei  
a) Otto-motor dugattyújának méretei; b) Diesel-motor dugattyújának méretei

## A.2. A belsőégésű motorok csoportosítása

A belsőégésű motor olyan rendszerű erőgép, melyben folyékony üzemanyagot égetünk el, és a felszabaduló energiából közvetlenül mechanikai munkát nyerünk.

Az üzemanyag—levegő keverék elégeése a motor égésterében nyomásnövekedést okoz. A túlnyomás folytán a hengerben mozgásba hozott dugattyú mechanikai munkát ad. A dugattyútest egyenes vonalú mozgását a hajtórúd és a forgattyústengely forgó mozgássá alakítja át. Kördugattyús motorok esetében (Wankel-motor) a dugattyú forgó mozgását hajtómű viszi át a hajtott tengelyre.

A belsőégésű motorok fejlődése során számos szerkezeti megoldás alakult ki, ezek többé-kevésbé eltérnek egymástól. A legfontosabb jellemzők szerint a következőképpen lehet csoportosítani a belsőégésű motorokat:

- működési elv szerint Otto- és Diesel-motorok;
- működés szerint két- és négyütemű motorok, Wankel-motor;
- szerkezeti kialakítás szerint álló, fekvő, boxer- és csillag elrendezésű motorok.

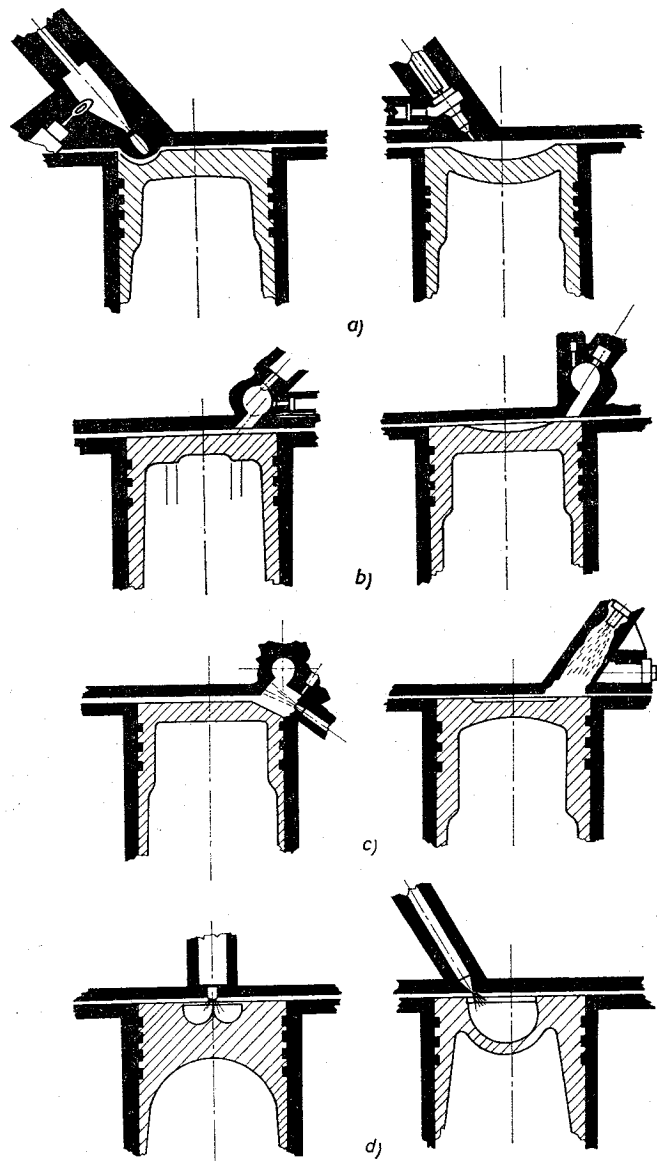
### A.2.1. A belsőégésű motorok működési elve

Az **Otto-motor** valamely könnyen párolgó üzemanyagot (benzint vagy keveréket) porlasztó segítségével égésterméké alakít át. A porlasztó szabályozza az üzemanyag mennyiségét és egyben a levegővel való keveredést is. Az előírt összetételű üzemanyag—levegő keverék a szívócsatornán keresztül a hengertérbe jut, majd itt villamos szikra gyújtja meg. A periodikus töltéscsere folyamatát rendszerint szelepek vezérlik, de ezt a feladatot átveheti a dugattyú is, mint pl. a kétütemű motorok esetében.

A **Diesel-motorokban** általában valamilyen nehezebben párolgó üzemanyagot (rendszerint gázolajat) égetnek el. Az üzemanyag befecskendezéssel fűvókákon át jut az égésterbe. A befecskendezési nyomást sajátos adagolószivattyú állítja elő, mely egyúttal szabályozza a beadagolt üzemanyag mennyiségét is.

A Diesel-motorok fejlesztése folyamán kialakult az égéster alakja (4. ábra), és ehhez igazodik a dugattyúk tetőrészének kialakítása. Ennek több változata van:

- előkamrás;
- örvénykamrás;
- légkamrás;
- dugattyúkamrás (közvetlen befecskendezés).



4. ábra. Diesel-motorok dugattyúinak égéstere  
 a) előkamrás motoré; b) örvénykamrás motoré; c) légkamrás motoré; d) dugattyúba  
 bemunkált égésterek közvetlen befecskendezéshez

A motorok gazdaságosságának fokozására a hagyományos Otto- és Diesel-motorok szívósos feltöltési rendszerei mellett bevezették az

— Otto-motorhoz a benzinbefecskendezéses eljárást;

— a Diesel-motorhoz a különféle feltöltéses rendszereket.

Az Otto-motorok befecskendezéses megoldásainak előnyei:

— javul a motor termikus hatásfoka;

— javul a töltés, mert a hengerbe a levegő nagyobb keresztmetszetű szívócsövön jut be, nincs szükség ui. a szívócső fűtésére, a henger hideg levegővel jobban feltöltődik;

— csökken a fajlagos üzemanyag-fogyasztás.

Kétféle befecskendezőrendszert különböztetünk meg: nagynyomásút és kisnyomásút.

A feltöltéses Diesel-motorok munkahengerének töltésfokát az elméleti és gyakorlati töltés tömegviszonyai fejezik ki, hasonlóképpen, mint a szívósos motoroknál. A szívósos Diesel-motorok töltésfoka optimális esetben 0,75...0,80%, ami a legnagyobb fordulatszámon 0,55...0,65%-ra csökken. Feltöltéses Diesel-motorok esetén ez az érték 0,90...0,95% és 0,85%-ra csökken. A feltöltés módszerei:

— kompresszoros feltöltők (*Roots-fűvők*)

— turbófeltöltők.

#### A.2.2. Működés szerinti csoportosítás

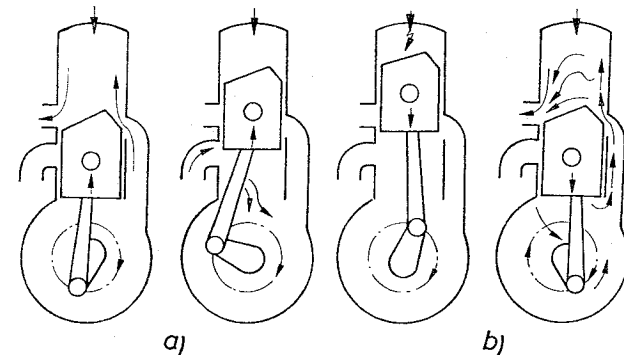
Működés, ill. a munkaciklus alapján megkülönböztetünk

— kétütemű Otto- és Diesel-motorokat;

— négyütemű Otto- és Diesel-motorokat;

— forgódugattyús Wankel-motort.

**Kétütemű Otto-motor (5. ábra).**



5. ábra. Kétütemű Otto-motor működési elve  
 a) 1. ütem; b) 2. ütem



1. *ütem: szívás-sűrítés.* A hengerben a dugattyú az alsó holtponttól a felső holtpontig mozdul el. Felső éle (ún. vezérlőlél) lezárja a beáramló- és kivezetőcsatornát.

2. *ütem: robbanás-kipufogás.* A dugattyú a hengerben az égésgázok nyomására a felső holtponttól az alsó holtpontig mozdul el. A dugattyú a kieresztőcsatornát szabaddá teszi. A csekély túlnyomással beáramló üzemanyag-levegő keverék a távozó gázokat kinyomja a kieresztőcsatornán. Eközben az üzemanyag-levegő keverék a forgattyúházból a hengertérbe áramlik.

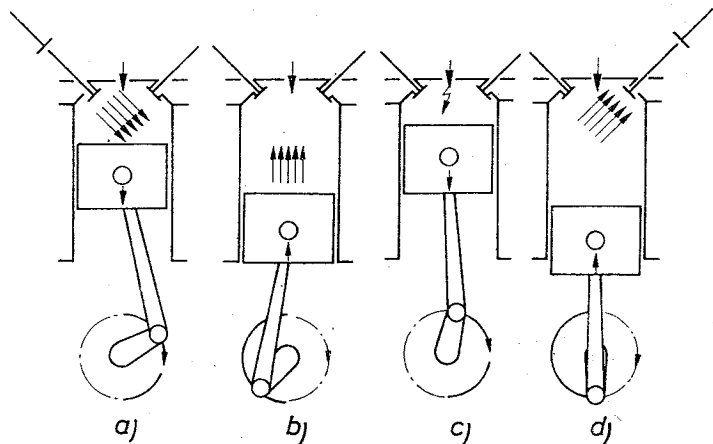
A kétütemű motor hátránya, hogy az égéstermék eltávolítását a beáramló friss keverék végzi. A jobb töltéscsere céljából alakították ki a tarajos dugattyúkat, a hurkos öblítési rendszert és a forgótárcsás vezérlést.

A kétütemű Diesel-motornak nem a forgattyúházát használjuk fel szivattyú céljára, hanem külön légsűrítőt alkalmazunk. Ezzel a megoldással a hengertér jobban feltölthető, és jobb a motor hűtése.

1. *ütem.* A dugattyú az alsó holtponttól a felső holtpontig mozdul el, ezáltal a be- és kieresztő rés még szabad. Az elősűrített levegő a beeresztő résen át a hengerbe áramlik, és az elégett gázokat kinyomja. A dugattyú elzárja a kieresztő rést, és sűríti a levegőt. Az üzemanyagot befecskendezzük, és meggyullad.

2. *ütem.* A dugattyú az égésgázok nyomása által a felső holtpontról az alsóig mozdul el. A kieresztő rések szabaddá válnak, és a távozó gázokat a saját túlnyomásuk, valamint a beáramló friss levegő kilöki.

**Négyütemű Otto-motor (6. ábra).**



6. ábra. Négyütemű Otto-motor működési elve

a) 1. ütem: szívás; b) 2. ütem: sűrítés; c) 3. ütem: munkaütem; d) 4. ütem: kipufogás

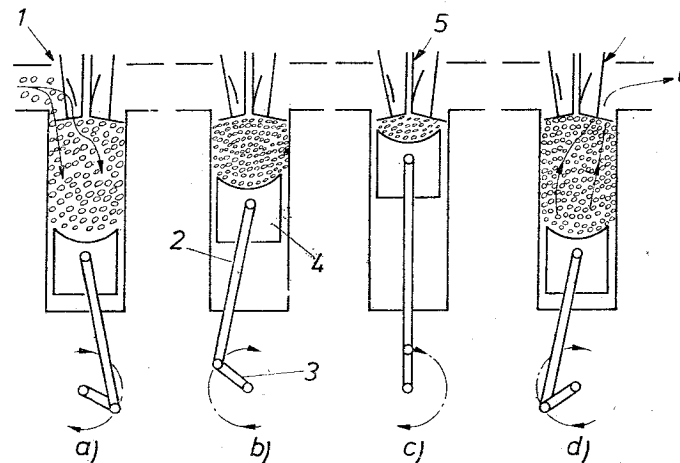
1. *ütem: szívás (depresszió).* A dugattyú a felsőtől az alsó holtpont felé halad, és a kinyitott beeresztő szelepen át beszívja az üzemanyag-levegő keveréket a hengerbe.

2. *ütem: sűrítés (komprimálás).* A dugattyú az alsó holtponttól a felső holtpont felé halad, és sűríti az üzemanyag-levegő keveréket. Ezalatt a beeresztő és kieresztő szelepek zárva vannak. Röviddel a felső holtpont előtt a keveréket a villamos szikra meggyújtja.

3. *ütem: munkaütem (expanzió).* A dugattyú az égésgázok nyomására a felső holtponttól az alsó holtpont felé halad. Ezt a mozgást a dugattyúcsapszeg és a hajtórúd útján viszi át a forgattyústengelyre.

4. *ütem: kipufogás.* A dugattyú az alsó holtponttól a felső holtpont felé halad, és az elégett gázokat kinyomja a hengerből a kinyitott kipufogószelepen át.

**Négyütemű Diesel-motorok (7. ábra).**



7. ábra. Négyütemű Diesel-motor működési elve

a) 1. ütem: szívás; b) 2. ütem: sűrítés; c) 3. ütem: munkaütem; d) 4. ütem: kipufogás  
1 szivószelep; 2 hajtórúd; 3 forgattyústengely; 4 dugattyú; 5 befecskendezőfűvóka; 6 kipufogószelep

1. *ütem.* A dugattyú a felső holtponttól az alsó holtpont felé halad, és csak levegőt szív a hengerbe.

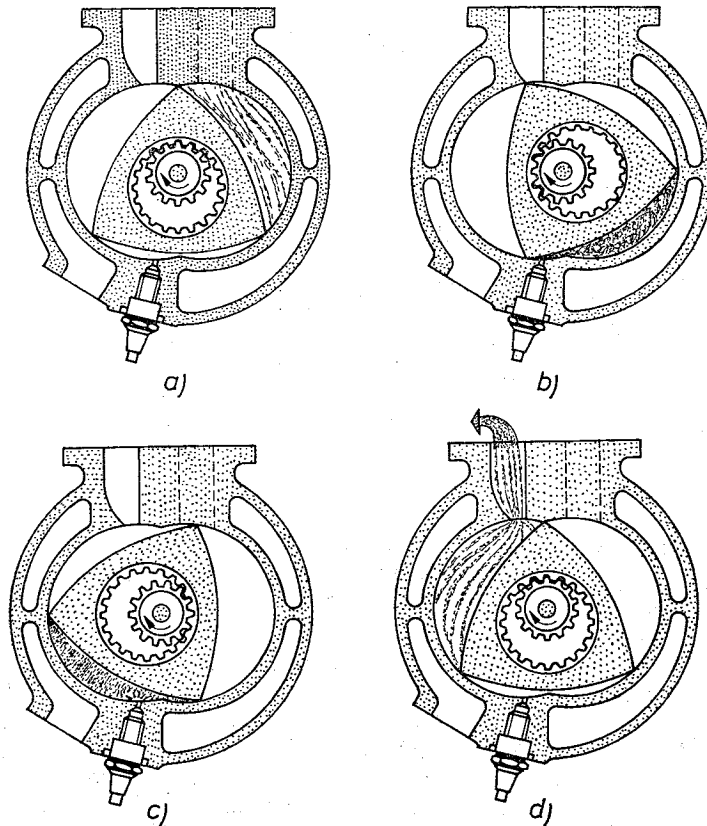
2. *ütem.* A dugattyú az alsó holtponttól a felső holtponthoz mozdul el és sűríti a beszívott levegőt. Röviddel a holtpont előtt befecskendezzük az üzemanyagot, ez meggyullad a forró, sűrített levegőben.

3. *ütem.* A dugattyú az égésgázok nyomására a felső holtpontról az alsó holtpont felé halad. Ezt a mozgást a dugattyúcsapszeg és a hajtórúd útján viszi át a forgattyústengelyre.

4. *ütem.* A dugattyú az alsó holtponttól a felső holtpont felé halad, és az elégetett gázokat kinyomja a hengerből a kinyitott kipufogószelepen át.

**Forgódugattyús motorok.** Az utóbbi évek fejlesztésének eredményeként megjelentek azok a motorok, melyekben a dugattyú nem egyenes vonalú, hanem forgó mozgást végez. Ezek a forgódugattyús motorok, amelyeket feltalálójukról röviden csak *Wankel-motoroknak* nevezünk.

A forgódugattyús motor ütemei a 8. ábrán láthatók. A teljes folyamat követéséhez a körhagytengely (hajtótengely) három fordulatát kell figyelembe venni, amelyek közben a dugattyú egyszer fordul meg. Ennek a motortípusnak a munkafolyamata háromhengeres, négyütemű motor munkafolyamatának felel meg. Előnye, hogy kevés alkatrészből áll, kis helyen elfér, könnyen karbantartható. Kenőolaj-fogyasztása kevesebb,



8. ábra. A Wankel-motor működési elve  
a) szívás; b) sűrítés (kompresszió); c) munkaütem (expandálás); d) kipufogás

és gyengébb minőségű adalékkal is üzemeltethető. Hátránya, hogy a kipufogó gáz igen sok káros szennyezőt tartalmaz.

A Wankel-motor fejlesztése még nem ért véget, és valószínű, hogy a gázturbinás motorokkal együtt a jövő motorja.

### A.2.3. Csoportosítás a szerkezeti kialakítás szerint

Az egyhengeres motorok mindig labilis üzemjárásúak, mivel a forgattyústengely hajtása szakaszos, lökésszerű. Ezért általában a motorok több, 2, 4, 6, 8, 12 hengerrel készülnek.

A többhengeres motorok nyugodt, stabil járásúak, és nagyobb a teljesítményük.

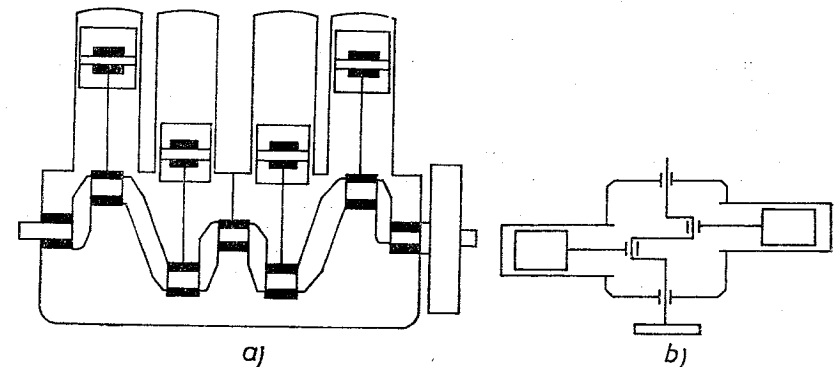
A hengerek elrendezése alapján (9. ábra) vannak

*Soros motorok* (9a ábra), amelyekben az egyes hengerek rendszerint egymás után következnek. A forgattyústengely forgattyúcsapjai ennek megfelelően helyezkednek el. A munkaütemek sorrendje, ill. a gyújtási sorrend különféle lehet.

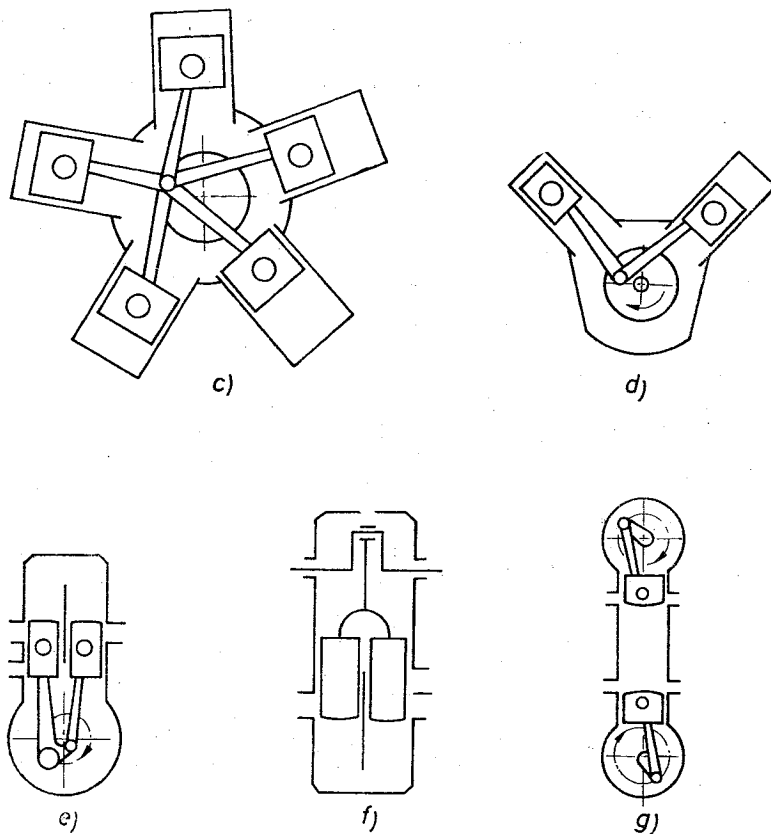
A *boxermotorok* (9b ábra) hengereit vízszintes elrendezésben építik; többnyire két-két, de több henger is lehet egymással szemközt. A dugattyúk egymással ellentétes mozgást végeznek, váltakozva hajtják a forgattyústengelyt. Gépjárművek alvázában könnyen elhelyezhetők, felépítésük rövid.

A *csillagmotor* a 9c ábrán látható.

A *V-motor* (9d ábra) elnevezését a motor hengereinek V alakú elhelyezéséről kapta, ez a V alkotta szög lehet 60° és 90°. Egyetlen forgattyúcsapra mindig két hajtórúd kapcsolódik.



9. ábra.



9. ábra. Motorszerkezetek építés szerint

a) soros motor; b) boxermotor; c) csillagmotor; d) V-motor, e) dupladugattyús motor; f) merev vezérlésű motor; g) ellendugattyús motor

Dupladugattyús motort szemléltet a 9e ábra.  
Merev vezérlésű motor látható a 9f ábrán.  
Az ellendugattyús motort a 9g ábra szemlélteti.

### A.3. A dugattyúval kapcsolatos számítások

**Lökettérfogat** a hengernek az a tere, amelyet a lefelé haladó dugattyú felszabadít, miközben a felső holtpontról az alsó holtpontra jut (10. ábra).

A  $V_n$  lökettérfogat nagysága a határos dugattyúfelületből és a dugattyúlökét hosszából számítható ki:

$$V_n = \frac{\pi D^2}{4} s \quad \text{cm}^3,$$

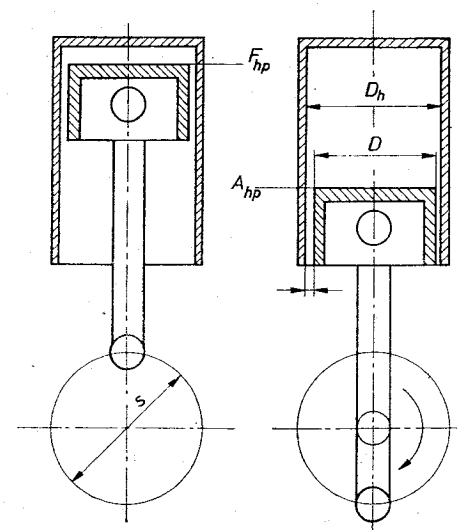
ahol

$s$  a dugattyúlökét hossza, ami egyenlő a forgattyúkör átmérőjével, cm;

$\frac{D^2}{4}$  a dugattyú felülete, cm<sup>2</sup>.

Többhengeres motor számításakor a kapott értéket meg kell szorozni a hengerek számával.

**A löket és a furat viszonya.** Megkülönböztetünk hosszúlökétű és rövidlökétű motorokat.



10. ábra. A lökettérfogat meghatározása

$F_{hp}$  felső holtpont;  $A_{hp}$  alsó holtpont;  $D_h$  a hengerhüvely átmérője;  $D$  a dugattyú átmérője;  $s$  a forgattyúkör átmérője

A hosszülökötű motorok általában kisebb fordulatszámmal járnak. A henger hosszabb, és a forgattyúház is értelemszerűen terjedelmesebb. Általában tehergépkocsik Diesel-motorjaira jellemző az ilyen felépítés. Személygépkocsikra a rövid lökethossz jellemző.

A lökethossz aránya:  $\frac{l}{D}$ ,

ahol

$D$  a dugattyúátmérő;

$l$  a lökethossz.

Azonos furat—lököt méret esetén ún. *négyzetes viszonyról* beszélünk.

**Töltési fok.** A teljesítmény elsődleges tényezője a töltés, vagyis a beszívott üzemanyag mennyisége.

A töltési viszonyt jellemzi a henger töltési foka, amelynek számértéke a valóban beszívott és elméletileg lehetséges gázmennyiség viszonyozása:

$$f = \frac{V_g}{V_t},$$

ahol

$f$  a töltési fok,  $\text{cm}^3$ ;

$V_g$  a friss gázmennyiség,  $\text{cm}^3$ ;

$V_t$  a lökettérfogat,  $\text{cm}^3$ .

A **sűrítési viszony (kompresszióviszony)** a motor egyik legfontosabb jellemzője. A felfelé haladó dugattyú sűríti a keveréket. A nyomás állandóan nő, meghatározott értéket ér el, amelynek nagysága a hengertérfogat és a sűrítési térfogat viszonyától függ:

$$\text{sűrítési arány} = \frac{\text{lökettérfogat} + \text{sűrítési térfogat}}{\text{sűrítési térfogat}}.$$

Gyakorlati értelmezése: nagyobb sűrítési arány esetén a motornak jobb a teljesítménye, és kevesebb üzemanyagot fogyaszt. Értéke az Otto-motorokban 0,6...1 MPa (6...10 ata), Diesel-motorokban 1,5...2,5 MPa (15...25 ata) (11. ábra).

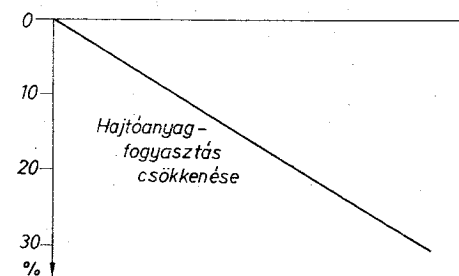
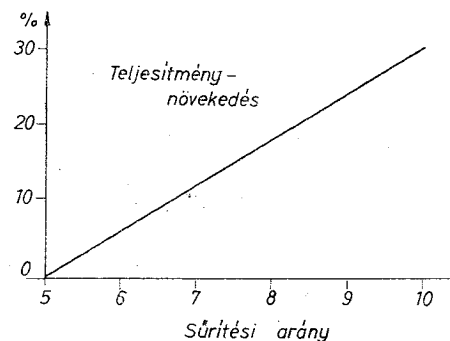
**A motorok teljesítményét a**

— hengerek száma és a dugattyúfelület mérete,

— a dugattyúra ható középnyomás,

— a forgattyústengely fordulatszáma határozza meg.

A kétütemű motorok minden forgattyústengely-fordulatra, a négy-ütemű motorok pedig minden második fordulatra végeznek munkaütemet. Az egy ütemben kapott munkát a hengerek keresztmetszetének, a rájuk ható nyomásnak és a lökethossznak a szorzata adja. Mivel a dugattyúra ható nyomás változó, általában a számításokat indikált közép-



11. ábra. A sűrítési arány, a teljesítmény és a fogyasztás összefüggése

nyomással végzik. Az *indikált középnyomás* az a képzelt, állandó nagyságú nyomás, amely a löket alatt ható változó nyomással egyenértékű munkát végezne.

Ezek szerint egy hengerben egy ütem alatti munka

$$W = Ap_i l \quad J (= N \cdot m),$$

ahol

$A$  a henger keresztmetszete,  $\text{cm}^2$ ;

$p_i$  az indikált középnyomás, MPa

$l$  a lökethossz, cm.

A képletet bővítve az  $n$  percenkénti fordulatszámmal, megkapjuk az 1 s alatt elvégzett munkát. Mivel a motorok többhengeresek, az  $i$  hengerszámmal még meg kell szorozni a kapott eredményt.

A motorban kifejtett valódi munkát a  $P_e$  *effektív* teljesítmény adja.

A két teljesítmény viszonya a motor *mechanikus hatásfoka*:

$$\eta = \frac{P_e}{P_i} \quad \%$$

**A dugattyúra ható erők.** A motor működése közben a dugattyúra sokféle erő hat. Ezek egyben hatnak a forgattyús hajtóműre és más szerkezeti részekre is. Az erők a

- munkanyomásból,
  - nyomáelosztásból,
  - dugattyúsebességéből
- erednek.

A *munkanyomást* az égéstermékek hozzák létre maguk előtt tolva a dugattyút. A gyújtás után éri el a legnagyobb értéket, majd fokozatosan csökken. A négyütemű Otto-motor indikátordiagramja két területet zár be: alsót és felsőt. A felső területből számítjuk ki a közepes munkanyomást. A felületet több azonos részre osztjuk. A megfelelő értékeket összeadjuk és elosztjuk a résznyomások számával. Ebből adódik a hengerben levő *munkanyomás középértéke*.

A *dugattyúerőt* a közepes munkanyomásból és a dugattyú felületéből lehet kiszámítani

$$F = 100 p_m A \quad \text{N},$$

ahol

$p_m$  a közepes munkanyomás, MPa;

$A$  a dugattyú felülete,  $\text{cm}^2$ .

**Példa.** Valamely  $\varnothing 80$  mm-es dugattyú közepes  $p_m$  munkanyomása 0,75 MPa. Mennyi a dugattyúerő?

$$A = \frac{D\pi}{4} = \frac{8^2 \cdot 3,14}{4} = 50,24 \text{ cm}^2;$$

$$F = 100 p_m A = 0,75 \cdot 50,24 = 3768 \text{ N}.$$

**Nyomáeloszlás.** A hengerben mozgó dugattyú által kifejtett erők a dugattyúcsapszetre hatnak. Ezeket két összetevőre bontjuk: az egyik erő a hajtókaron keresztül továbbadódik a forgattyústengelyre és itt forgatónyomatékot fejt ki. A másik oldalirányú erő nagysága állandóan változik, így a dugattyú üzem közben váltakozva nyomódik a hengerfalhoz.

A felső holtpontban keletkező robbanási nyomás veszi legjobban igénybe a dugattyút, és itt a hengerhüvely kopása is nagyobb, mint egyéb helyzetben.

**A dugattyú sebessége.** A forgattyústengely minden egyes fordulatakor a dugattyú egyenes vonalú, váltakozó (alternáló) mozgást végez. Ez a mozgás gyorsul vagy lassul, a legnagyobb értékre növekszik, majd egy pontban nullára csökken. A sebesség legnagyobb értéke a dugattyú útjának közepén van.

Nagy dugattyúsebesség esetén növekszik a motor által kifejtett erő is, így igen nagy mértékben vesszük igénybe a dugattyúkat és hengereket. A dugattyúsebesség alapján közelítőleg meg lehet határozni a motor élettartamát. A dugattyú középsebessége általában 8 és 14 m/s között váltakozik.

## B) A DUGATTYÚ GYÁRTÁSA

### B.1. A dugattyú anyaga

A közúti gépjárműmotorokba szerelt dugattyúk minősége, hosszú élettartama és megbízhatósága mindenekelőtt a dugattyúötvözet tulajdonságaitól és jellemzőitől függ.

Már említettük, hogy a húszas évek elejéig használatos öntöttvasakkal szemben ma már teljesen elterjedtek az alumíniumötvözetek. Az alumíniumötvözetek előnyei:

- kis fajlagos tömeg;
- igen jó mechanikai tulajdonságok: szilárdságuk sok esetben megközelíti a temperöntöttvas öntvényekét;
- igen jól megmunkálhatók (pl. gyémántmegmunkálással igen nagy finomságú felület alakítható ki);
- egyes ötvözetek hőállósága igen nagy.

Az alumíniumötvözetből készült dugattyú anyagát a következő tulajdonságokkal jellemezzük:

- anyagösszetétel;
- az anyagszerkezet tömörsége és folytonossága;
- szövetszerkezet;
- keménység, kopásállóság;
- szakítószilárdság és törőszilárdság;
- folyáshatár;
- nyúlás és kontrakció;
- rugalmassági tényező;
- ütőmunka;
- kifáradási határ;
- sűrűség (fajlagos tömeg);
- hővezetőképesség;
- melegszilárdság;
- térfogatállandóság;
- hőtágulás;
- a hőterhelhetőség felső hőmérsékletarára.

Ezek közül a legfontosabb és legjellemzőbb tulajdonságokat ismertetjük részletesen.

**Hőtágulás.** A dugattyú alapanyagának használhatósága szempontjából döntő fontosságú az ötvözet hőtágulási együtthatója. A készremunkált dugattyú térfogatának és alakjának nem szabad beépítés után többet változnia, mint amit a normális hőtágulási együttható megenged: vagyis a dugattyúnak nem szabad „duzzadnia”. A beépítési játékot, amennyire csak lehet, kicsire kell venni, hogy a motor a lehető legkedvezőbb járását megvalósítsa. A hőtágulást, ill. a hőtágulási együttható nagyságát az ötvözet összetevőinek százalékos aránya, valamint különféle szennyezőik jelenléte befolyásolja.

**Szilárdság.** A dugattyúfenéken és a tűzgátban fellépő, sok esetben 300...330 °C hőmérsékleten a dugattyú szilárdsági tulajdonságainak olyan értéken kell maradniuk, hogy meg tudjanak felelni a nyomó-, húzó- és hajlítószilárdság tekintetében támasztott követelményeknek. Ezért a dugattyú alapanyagának gyártása, ötvözése során nagyon fontos azoknak az alkotóknak a bevitelére, amelyek ezeket a szilárdsági értékeket megvalósítják.

A hővezető képességgel szemben igen nagyok a követelmények. Ez nem csupán az alapanyagtól, hanem a dugattyú szerkezeti kialakításától is függ. A nagyobb keresztmetszet gyorsabban elvezeti a hőt, viszont a tömeg csökkentésére való törekvés a keresztmetszet csökkentését igényli. Az alumíniumötvözetek hővezető képessége nagyobb mint az öntöttvasaké.

**Kopásállóság, siklasi tulajdonságok.** A dugattyúktól megkívánt tulajdonságokat mind a kopásállósággal, mind a térfogatállandósággal fogalmával jellemezhetnénk. A kopásállóságnak minél nagyobbnak kell lennie. Ez megfelelő szerkezeti kialakítást kíván. A kopásállóságot nagymértékben befolyásolja az öntéssel kialakított szövetszerkezet.

**A hőterhelhetőség felső határa.** Ahhoz, hogy a dugattyúötvözetek a növelt teljesítményű és nagyobb hőterheléssel dolgozó motorok dugattyúinak anyagául megfeleljenek, már nem elég az anyagszerkezet jellemzőinek ismerete és ezek szabványban előírt értékeinek elérése. A hő okozta szabályos alakváltozás az ötvözetre jellemző hőterhelési határig áll fenn. Ha ennek a kritikus határnak az értéke fölé hevítjük az ötvözetet, akkor megkezdődnek a belső átalakulások. Ezért kell minden dugattyúötvözet felső hőterhelhetőségi határát ismerni, ill. megállapítani.

**Anyagösszetétel.** Valamennyi alumínium dugattyúötvözet a következő kémiai összetevőkből áll:

- alkotók: Si, Cu, Mg, Ni, ritkábban Co és Cr;
- szennyezők Fe, Mn, Ti, Zn, esetenként Ca és Pb.

Ezek az alkotók és szennyezők határozzák meg a dugattyúötvözet fizikai és kémiai tulajdonságait, és a metallográfiai szerkezetet tekintve igen bonyolult fémek közti (intermetallikus) szerkezeteket alkotnak.

Az egyes alkotók szerepe az ötvözetben általában a következő:

A szilícium a dugattyúöntvények legfontosabb alapalkotója, az alumíniummal eutektikumot képez, ennek jelentőségéről még később szó lesz.

A réz legnagyobb része szilárd oldatban az alumíniumban van, már kis mennyiségben előfordulhat fémes vegyületben is nikkellel. A réz keményebbé teszi az ötvözetet. A hipoeutektikus ötvözetekben a szilícium mellett fő alkotóként szerepel 2, 4, sőt 5%-ban.

A nikkel az ötvözet szilárdságát javítja.

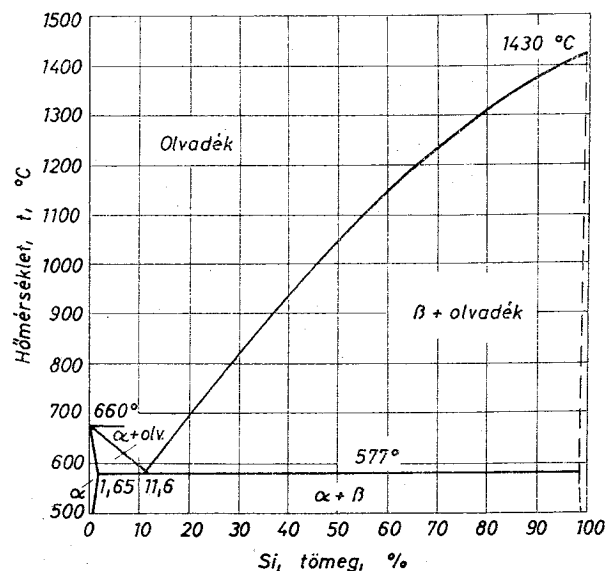
A vas a dugattyúöntvények igen káros szennyezője, általában 0,8%-nál nagyobb mennyiségben okoz gondot, mivel primeren dermedő  $Fe_3Al$  (vasaluminid) vegyületet alkot, amely lemezesen válik ki. Ez a szilárdságot nagymértékben csökkenti. Mangán hozzáadásával javítják, sok esetben százalékosan írják elő a vas és a mangán arányát.

A mangán a már említett kompenzáló hatást fejt ki a vassal szemben. Bizonyos érték felett azonban rontja az ötvözet önthetőségét, és elősegíti a primer szilícium kiválását.

A titán a megengedett 0,2%-ig finomítja a szemcséket, és növeli a szilárdságot.

A cink szerepe nem teljesen tisztázott, de 15%-ig nem káros.

**Szövetszerkezet.** Az alumíniumalapú dugattyúöntvények állapotábrájának az Al—Si diagramot tekintik (12. ábra). A diagram értékelése



12. ábra. Alumínium-szilícium ötvözetek állapotábrája

előtt feltétlenül beszélni kell a dugattyúöntvények alkalmazhatóságának lényegéről, a hordozókristály-hipotézisről.

Ennek lényege, hogy minden anyagnál, amely a használat folytán surlódásnak van kitéve — mint pl. a dugattyú vagy a csapágy —, érvényesül az ún. „hordozókristály-hipotézis”. Eszerint lágy alaptömegbe ún. hordozókristályok vannak beépülve, amelyek mindenekelőtt a kopásállóságot javítják. Ebben a szerkezetben az is előnyös, ha e kétféle fázison kívül egy harmadik kristályforma is jelen van, amely hozzájárul ahhoz, hogy a „hordozókristályok” a lágy alapanyagba ágyazódjanak. A gyakorlatban ez a dugattyúöntvény esetében a következőképpen érvényesül:

- alapanyagának az alumíniummátrixot tekintjük, és ebbe épülnek be a szilíciumszemcsék mint hordozókristályok,
- adott eutektikus ötvözetben az alumínium—szilíciumeutektikum tölti be ezt a szerepet.

A diagram alapján a gyakorlatban az alumínium dugattyúöntvények három nagy csoportjáról beszélhetünk

- hipoeutektikus Al—Si ötvözetek;
- eutektikus Al—Si ötvözetek;
- hipereutektikus Al—Si (nagy szilíciumtartalmú) ötvözetek.

A három csoport fontos választója az eutektikus pont, melynek értéke ma is vitatott, mivel ezt 11,5 és 11,7%-ban határozza meg az irodalom.

Az eutektikus dugattyúöntvények 11,5...13% szilíciumot tartalmaznak. Mechanikai és egyéb tulajdonságaik igen közel állnak egymáshoz. Öntési tulajdonságuk a legjobb, bonyolult szerkezetű dugattyúk öntésére is alkalmasak, és jól hőkezelhetők. Szövetszerkezetükre jellemzők az alumínium—szilícium eutektikum különböző változatai. 12%-nál nagyobb szilíciumtartalom esetén a primeren kivált szilícium nagyobb „táblákban” jelentkezik, és a megmunkálás során nehézséget okoz.

A hipereutektikus dugattyúöntvények nagy szilíciumtartalmú dugattyúöntvények. Szilíciumtartalmuk 15...26%. Legnagyobb előnyük, hogy valamennyi dugattyúöntvény közül a legkisebb a hőtágulási együtthatójuk. Szövetszerkezetükben primer szilíciumkristályok vannak, ezeknek köszönheti az ötvözet az egyik legelőnyösebb tulajdonságát: a kopással szembeni nagy ellenállást. Ezekből az ötvözetekből készülnek a sajtolt dugattyúk is. Öntésekor a leglényegesebb művelet a szemcsefinomítás, mivel a megmunkálás során igen sok kellemtelenségtől kímél meg. A hipereutektikus dugattyúöntvények hátránya, hogy ridegek, ezért igen hajlamosak a repedésre.

A hipoeutektikus dugattyúöntvények szilíciumtartalma 11%-nál kisebb. Jellemzőjük még a nagy réztartalom is. Pl. az Y-1 hipoeutektikus anyag réztartalma 3,5...4,5%. Szövetszerkezte alumíniummátrixból,

Al<sub>2</sub>Cu vegyületből és eutektikumból áll. Jól megmunkálható ötvözetek. Hátrányuk, hogy öntéskor finomlunker képződésére hajlamosak.

Az 1—4. táblázatok néhány jellegzetesebb dugattyúötvözet kémiai összetételét és szilárdsági értékét foglalják össze. A táblázatok áttekintésekor kitérünk, hogy az egy-egy ötvözetsoporton belüli anyagminőségek között lényeges eltérés nincs. Alkotók és szennyezők tekintetében legfeljebb tizedes nagyságrendű eltérések vannak. Ennek az a magyarázata, hogy a minden országban használatos ötvözet igen hosszú fejlesztési munka eredménye. Így tehát az Al—Si dugattyúötvözetben igen ritkán visznek be eltérő adalékot.

1. táblázat

Eutektikus dugattyúötvözetek

Ország, szabványjel, márkanév	Határérték	Kémiai összetétel, %							
		Si	Cu	Ni	Mg	Fe	Ti	Mn	Zn
<b>NSZK</b>									
KS 1275	min. max.	11,0 13,0	0,8 1,5	0,8 1,3	0,8 1,3	— 0,7	— 0,2	— 0,2	— 0,2
MAHLE 124	min. max.	11,0 13,0	0,8 1,5	0,8 1,3	0,8 1,3	— 0,7	— 0,2	— 0,3	— 0,3
<i>Anglia</i>									
LM 13	min. max.	11,0 13,0	0,5 1,3	0,7 2,5	0,8 1,5	— 0,8	— 0,2	— 0,5	— 0,1
<i>USA</i>									
A 132	min. max.	11,0 13,0	0,5 1,5	2,0 3,0	0,7 1,3	— 1,3	— 0,25	— 0,35	— 0,3
<i>Franciaország</i>									
A—S UN	min. max.	11,5 13,0	0,5 1,5	0,5 1,5	0,8 1,5	— 0,75	— 0,1	— 0,3	— 0,2
<i>Magyarország</i>									
MSZ 2679—76 öAlSi12CuNiMg	min. max.	12,0 13,0	0,8 1,2	0,8 1,2	1,0 1,3	— 0,5	— 0,15	— 0,3	— 0,2
<b>NDK</b>									
TGL 4886 GAlSi12CuNi	min. max.	11,5 13,5	1,0 1,5	0,8 1,1	1,0 1,5	— 0,8	— 0,2	— 0,5	— 0,3
<i>Románia</i>									
AlSi12CuMgNi STAS 201-N/7	min. max.	11,0 13,5	0,8 1,5	0,8 1,3	1,0 1,5	— 0,6	— 0,2	— 0,5	— 0,2
<i>Olaszország</i>									
UNI 6250-68 GAlSi12,7NiMgCu	min. max.	12,0 13,0	0,5 1,1	2,0 2,4	0,8 1,2	0,6 0,8	— 0,2	0,8 1,0	— 0,2

2. táblázat

Hipereutektikus dugattyúötvözetek

Ország, szabványjel, márkanév	Határérték	Kémiai összetétel, %							
		Si	Cu	Ni	Mg	Fe	Ti	Mn	Zn
<b>NSZK</b>									
KS 281.1	min. max.	17,0 19,0	0,8 1,5	0,8 1,3	0,8 1,3	— 0,7	— 0,2	— 0,2	— 0,2
KS 280	min. max.	20,0 22,0	1,4 1,8	1,4 1,6	0,4 0,6	— 0,7	— 0,2	— 0,6	— 0,2
KS 282	min. max.	23,0 26,0	0,8 1,5	0,8 1,3	0,8 1,3	— 0,7	— 0,2	— 0,2	— 0,2
			ezenkívül Co						
			max. 0,5						
MAHLE 138	min. max.	17,0 19,0	0,8 1,5	0,8 1,3	0,8 1,3	— 0,7	— 0,2	— 0,2	— 0,3
<b>NDK</b>									
TGL 4880 GAlSi 20CuNi	min. max.	20,0 23,0	1,1 1,6	0,8 1,1	0,6 0,9	— 0,5	— 0,2	— 0,3	— 0,3
<i>Lengyelország</i>									
PN-76 H 88 027 AK 20	min. max.	20,0 23,0	1,1 1,5	0,8 1,1	0,5 0,9	0,5 0,6	— 0,2	— 0,3	— 0,2
<i>Magyarország</i>									
MSZ 2679—76 öAlSi20CuNiMg	min. max.	18,0 21,0	0,8 1,2	0,8 1,2	0,8 1,2	— 0,6	— 0,15	— 0,3	— 0,1
<i>Románia</i>									
STAS 201/1—71 AT Si18CuMgNi	min. max.	16,0 19,0	0,6 1,2	0,8 1,3	0,7 1,0	— 0,5	0,1 0,2	0,1 0,2	0,1 0,2
<i>Csehszlovákia</i>									
CSN 424 386 AlSi20Cu2NiMgN	min. max.	19,5 22,0	1,5 2,0	0,5 1,0	0,8 1,2	— 0,45	— 0,15	0,1 0,4	— 0,1
<i>Olaszország</i>									
UNI 6251—68 G-AlSi21CuNiCo	min. max.	20,0 22,0	1,4 1,8	0,5 1,2	0,4 0,8	— 0,9	— 0,2	0,6 0,8	— 0,2
			ezenkívül Co						
			0,5...1,2						

Az már tervezési kérdés, hogy ugyanazon elven működő és felépítésű motorba az egyik cég pl. eutektikus, míg a másik ugyanebbe a motorba hipereutektikus anyagú dugattyút épít be.

A szakembert legjobban érdeklő jellemzők egyike az ötvözetek hőtágulási együtthatója. Ez a három ötvözetsopornál a következő:



3. táblázat

Hipoeutektikus dugattyúötvözetek

Ország, szabványjel, márkanev	Határ-érték	Kémiai összetétel, %							
		Si	Cu	Ni	Mg	Fe	Ti	Mn	Zn
NSZK KS 270	min.	9,0	2,5	—	0,7	—	—	—	—
	max.	10,5	3,5	0,5	1,2	0,9	0,2	0,5	0,8
MAHLE Y	min.	0,5	3,5	1,75	1,25	—	—	—	—
	max.	0,5	4,5	2,25	1,75	0,6	0,2	0,2	0,2
USA F 132	min.	8,5	2,0	—	0,5	—	—	—	—
	max.	10,5	4,0	0,5	1,5	1,2	0,25	0,5	1,0
Anglia LM 26	min.	8,5	2,0	—	0,5	—	—	—	—
	max.	10,5	4,0	0,5	1,5	1,2	0,25	0,5	1,0
Olaszország GAS 10 -Fiat	min.	9,5	2,0	0,8	0,9	—	—	—	—
	max.	10,5	2,5	1,2	1,2	0,6	0,05	0,05	0,05
Magyarország MSZ 2679—76 öAlCu4Ni2Mg1,5	min.	—	3,5	1,8	1,4	—	—	—	—
	max.	0,4	4,5	2,2	1,8	0,5	0,15	0,3	0,1

4. táblázat

A dugattyúötvözetek mechanikai jellemzői

Márkajel	Hőtágulási tényező 20...200 °C között $\frac{\text{cm}}{\text{cm} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 10^{-6}$	Szakítószilárdság 20 °C-on, $R_m, \text{N/mm}^2$	Nyúlás 20 °C-on, $A_5, \%$
KS 1275	20,5...21,5	280...340	1,3
KS 281,1	18,5...19,5	220...260	0,5...1,5
KS 280	18,5...19,5	180...220	0,1...0,5
KS 282	17,5...18,5	180...220	0,1...0,3
KS 270	17,0...18,0	190...230	0,3...0,8
KS 1275	20,5...21,5	170...210	0,4...0,9
KS Y	23,0...24,0	280...320	5...12
MAHLE 124	20,5...21,6	220	0,3...1,5
MAHLE 138	18,5...19,5	230	0,5...1,5
MAHLE 244	17,0...18,0	220	0,1...0,5
MAHLE Y	23,0...24,0	280...320	5...15
GAs 10	19,5	min. 190	0,2
Nüral 3210	20,5...21,5	200...250	0,3...1,5
AlSi20Cu2NiMgN	17,0...19,0	min. 160	0,5

- hipoeutektikus ötvözetek hőtágulási együtthatója:  $21...22 \cdot 10^{-6} 1/^\circ\text{C}$ ;
- eutektikus ötvözetek hőtágulási együtthatója:  $20,5...21,5 \cdot 10^{-6} 1/^\circ\text{C}$ ;
- hipereutektikus ötvözetek hőtágulási együtthatója:  $17,5...19,5 \cdot 10^{-6} 1/^\circ\text{C}$ .

A hőtágulási együttható a tágulás mértékét jellemzi  $1^\circ\text{C}$ -nyi melegedéssel járó hőmérsékletnövekedés esetén, 1 cm hosszban. A tényleges hőtágulást a következő képlettel számoljuk:

$$L_t = L_0(1 + \alpha)t \quad \text{mm,}$$

ahol  $\alpha$  a hőtágulási együttható,  $1/^\circ\text{C}$ ;

$t$  a hőmérséklet,  $^\circ\text{C}$ ;

$L_0$  a  $20^\circ\text{C}$ -on mért hosszúság, mm.

A dugattyú anyaga minden jellemzőjének megfelelő értékre állítása bonyolult és összetett tevékenységek összehangolását igényli az öntés, a hőkezelés és a megmunkálás során.

## B.2. A dugattyú öntése

A belsőégésű motorok könnyűfém dugattyúi a legtöbb esetben öntéssel készülnek. Az öntés mint előkészítő művelet szerepel a sajtolással való dugattyúgyártás technológiájában is. Az öntés nagy előnye, hogy a dugattyúk bonyolult alakját könnyen lehet vele megvalósítani.

Ma a gépkocsiparban háromféle technológiával készítenek dugattyút:

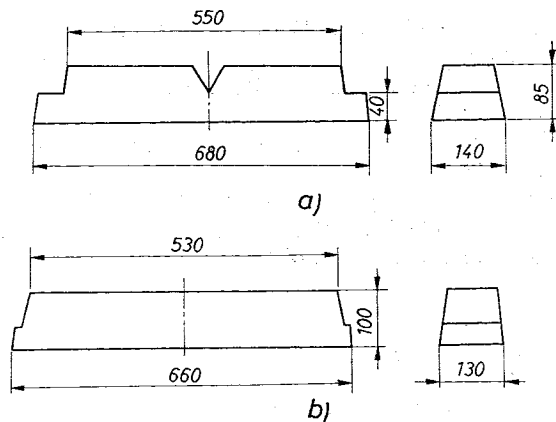
- kézi kokillaöntéssel;
- gépi kokillaöntéssel;
- sajtolással.

Történeti hagyományként meg kell említeni a homokmagos dugattyúöntést, amely kissorozatok készítésére alkalmas.

### B.2.1. A dugattyúöntőde berendezései

A dugattyúgyártás az alapanyag előállításával kezdődik. Szigorú minőségi átvételnek kell megelőznie a beolvasztást szabvány szerinti vizsgálatok elvégzésével.

A megfelelő minősítés esetében is célszerű az anyagokat adag szerint tárolni. Egy adag az egy kemencében olvasztott és ötvözött olvadék tömege, általában ez 3...10 t. Az adagon belüli tömbök (13. ábra) tömege 8...16 kg.



13. ábra. A dugattyúövzöttek tömbalakjai  
a) osztott tömb; b) osztatlan tömb

Az alapanyag beolvasztása, a laboratórium által bevizsgált és megfelelőnek minősített alapanyag megolvasztása a dugattyúgyártás első művelete. Az olvasztóberendezéseket több szempontból csoportosíthatjuk:

- a műveletek sorrendjében előolvasztó és hűtő kemencék;
- a használatos energia szerint gáz-, ill. olajtüzelésű és villamos kemencék;
- a berendezés felépítése alapján tégelyes (aknás- vagy billenthető) és stabil kemencék.

**Előolvasztó berendezések.** A dugattyúöntés minőségi követelményei minden esetben két külön olvasztási műveletet igényelnek:

1. előolvasztást;
2. hűtőtartást.

Ettől a két esettől csak igen ritka esetben térünk el. Az alapanyagot mindenkor külön olvasztjuk, és innen a hűtőberendezésbe szállítjuk a folyékony fémeket, ahol egyidejű hűtőtartás után következnek a fémkezelések. Végül ebből a kemencéből öntjük ki a fémeket a megfelelő formába.

Az előolvasztó berendezésekben az alapanyag megolvasztására legalkalmasabb a villamos energia. Célszerű minél nagyobb adagot olvasztani egyszerre, mert így egyenletesebb lesz az alapanyag minősége. Ennek azonban határt szab a kemence felvevőképessége.

**Hűtőberendezések.** Az előolvasztott anyagot különféle sókezelések után — rendszerint konvejorpián — átszállítják a hűtőberendezésekbe. Itt újabb kezelések és pihentetés következnek. A megfelelő öntési hőmérsékletre való hevítés után kezdődik a tulajdonképpeni dugattyúöntés.

A hűtőberendezések kevés kivételtől eltekintve majdnem minden esetben tégelyesek.

**Az olvasztáshoz szükséges energiák.** Ma a könnyűfémöntésekben használatos energiák kiválasztása során figyelembe kell venni a helyi adottságokat, a gazdaságossági tényezőket és a gyártás minőségének főbb szempontjait. Az elavult koksztüzeléssel ma már dugattyúöntésekben sehol sem találkozunk. Általánosan elterjedtek a gáz- és olajfűtésű berendezések. A legjobb minőségű olvasztást azonban villamos fűtessel lehet elérni. A felhasznált energia szerint háromféle hevítés van:

- gázhevítés;
- olajhevítés;
- villamos (indukciós és ellenállásos) hevítés.

A fejlődés iránya mindhárom esetben az automatizálás.

**Az olaj- és gáztüzelést egy helyen tárgyaljuk,** mivel az égőfej kialakítása, a kemencék felépítése nagyon hasonló. Az olaj- és gáztüzelésű berendezésekben belül még megkülönböztetünk *zárt* és *nyílt* tüzelési rendszereket.

A *zárt* rendszerekben a füstgázok elvezető csatornákon úgy távoznak, hogy nem érintkeznek a fémolvadék felületével. A *nyílt* rendszerben a fémolvadékot éri a láng. A két mód közül a zárt rendszer elégíti ki a tiszta olvasztás követelményeit.

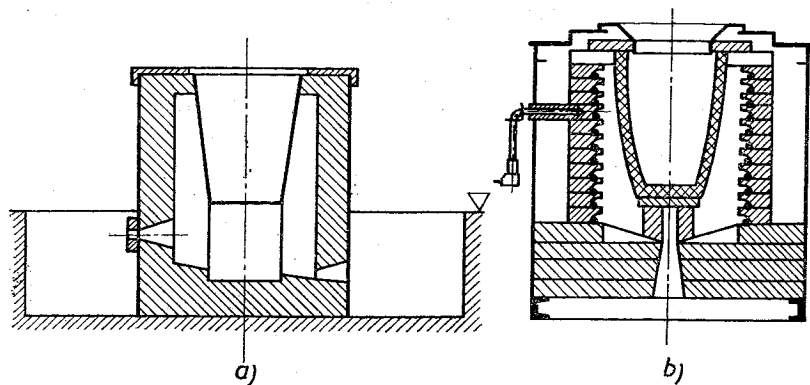
Az automatikus vezérlésű olaj- és gázégők a kedvezőtlen üzemi körülmények között is teljes biztonsággal és jó hatásokkal dolgoznak, az olvasztást függetlenítik a személyzet szubjektivitásától, megszüntetik a technológiai fegyelem hiányából eredő hibákat. A hőmérséklet megfelelő műszerezettséggel pontosan tartható, bár sosem annyira pontosan, mint villamos kemence esetén.

**A villamos fűtésű berendezések** lehetnek ellenállásos vagy indukciós fűtésű kemencék. Az előolvasztásra inkább az indukciós fűtésű rendszer használatos, amelyet általában hálózati frekvenciával vagy háromszorozott frekvenciával üzemeltetünk.

Az indukciós olvasztás jellemzői és előnyei:

- a hőforrás nem szennyezi a fémbetétet;
- rövid az olvasztási idő;
- az adagolási ütemterv pontosan betartható az energia megbízható szabályozásával;
- igen jó az olvasztása, és csekély a leégési veszteség;
- tiszta munkakörülmények, csekély környezetszennyeződés.

**A hűtőberendezések felépítése.** A tégelyes hűtőberendezés (14. ábra) a közvetlen dugattyúöntés fontos berendezése. Készülhetnek stabil és billenthető (mozgatható) változatban. A billenthető változat főleg nagyobb méretű dugattyúk öntésére használatos.



14. ábra. Tégelyes hőtartó kemencék  
a) olaj- és gáztüzelésű; b) villamos ellenállásfűtésű

Az olvasztótégely anyaga szilíciumkarbid vagy grafit. Az előolvasztásra használt nagyobb méretű tégelyek anyaga készülhet vasból, mint pl. a *Fulmina* berendezésben.

A tégely élettartamát meghatározza a raktározás, és az, hogy az üzemeltetés mennyire kíméletes, mivel a tégely *ütésre érzékeny*, és ha a bevonómáz megsérül, élettartama rohamosan csökken. A tégely átlagos élettartama:

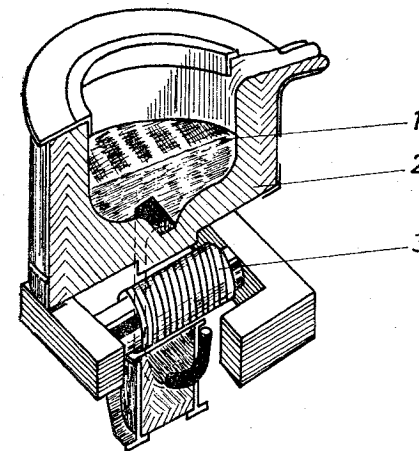
- egy műszak esetén 100—120 adag olvasztása;
- két műszak esetén 150—180 adag olvasztása;
- három műszak esetén 200 adag olvasztása.

Az egyműszakos üzem azért kedvezőtlen az élettartam szempontjából, mert a kemencét minden nap újból fel kell fűteni, ez pedig a tégely anyagára káros. A hosszú élettartam egyik fő meghatározója a jó lángvezetés. Ez azt jelenti, hogy a tégely falára közvetlen lángot nem szabad irányítani, általában a csavarmenetszerűen felfelé haladó láng a legkedvezőbb. A másik lényeges előírás, hogy a tégelyben az olvadék maradékának nem szabad megdermednie, ezért leálláskor vagy üzemzavar esetén azonnal ki kell menni. A tégelyek fém befogadóképessége 80...200 kg.

Olaj- és gáztüzelés esetén fontos a tégely alsó terének és a füstcsatornának a kiképzése, jórészt ettől függ az üzemelés biztonsága és hatékonysága.

A *billenőtégelyes* változat dőlésszögét motorral lehet szabályozni, így mindig csak a kívánt fémmennyiség ömlik ki.

A 15. ábra indukciós előolvasztó kemencét szemléltet.



15. ábra. Indukciós hevítésű csatornás előolvasztó berendezés  
1 olvasztott anyag; 2 tűzálló falazat; 3 indukтив tekercs

### B.2.2. A fémolvadék kezelése

A dugattyúöntéshez előolvasztott és hőtartott fémolvadék minősége a következő tényezőktől függ:

- a beolvasztott alapanyag minősége;
- a visszatérő anyagok (selejtektől és beömlőrészek) összetételének tisztasága;
- az olvasztóberendezések minősége;
- az olvasztáshoz használt energia;
- az olvadékkezelés hatékonysága.

Amennyiben az alapanyaggyártótól érkezett dugattyúöntvényeket a *laboratóriumi vizsgálatok megfelelőnek minősítették*, akkor rendelkezésre áll a minőségi gyártás alapanyaga. Az anyag minőségét a kémiai és mikroszkopikus vizsgálatokon kívül egyéb előírások is rögzítik, mint pl. az anyag felületi tisztasága és zárványmentessége. Ezeket adagonként legalább tíz tömbön kell ellenőrizni, mert a szennyezők, korundzárványok elszigetelődnek az olvadékban, és rontják a dugattyú minőségét.

A *visszatérő adalék* a selejtes dugattyúöntvényekből, a megmunkálóüzemek munkaselejtjeiből, valamint az öntvénytisztítás során lemunkált beömlő részekből áll. Ezek is igen gondos elemzést igényelnek, mert a visszaolvasztott anyagban közel 50%-os arányban is előfordulhatnak.

A fémöntvények megolvasztásakor a minőséget elsősorban három tényező rontja:

- a gázfelvétel (hidrogén);
- az oxidáció;
- a korundzárványok.

A fémolvadék gázosságának okai. A dugattyúöntvények 780 °C feletti hőmérsékleten igen hajlamosak a környező atmoszférából hidrogént felvenni. Hidrogéngáz kerülhet még az olvadt fémbe a kemence falazatából is diffúzió révén, főként olaj- és gáztüzelés esetén. Ezenkívül veszélyes még a kellően ki nem szárított kezelős is. Ezért igen fontos ezeket a kezelőszereket száraz helyen tartani. Ellenkező esetben ezekkel a szerekkel többet ártunk a dugattyúöntvényeknek, mint használunk.

A beolvasztandó tömbök is tartalmaznak zárt üregekben nedvességet, ez hevítéskor bejut az olvadékba és elősegíti a gázosodást.

A hidrogén okozta hibáknak, a gázosság külső megjelenési formájáról még szó lesz a dugattyúöntvény hibáinak elemzésekor, ill. az öntődei minőségellenőrzésnél.

Az oxidképződés okai. Az alumíniumöntvények előolvasztásakor sok esetben előfordul helyi túlhevítés. Ilyen lehet pl. a már tárgyalt nyílt lángú tüzelés esetén az égőfej helytelen beállítása (ún. *helytelen lángelvezetés*). Ilyenkor nemcsak az olvadék hidrogénfelvétele káros, hanem az is, hogy az ötvözetben igen erős oxidációs folyamat is végbemegy. A túlhevítés veszélye abban nyilvánul meg, hogy az önmagában ártalmatlan és lágy oxidhártyácska 900 °C-on alumíniumkorunddá ( $Al_2O_3$ -má) alakul. A keletkezett  $Al_2O_3$  9-es keménységű a Mohs-skála szerint.

A korundzárványok, amelyeknek sűrűsége közelítőleg azonos a folyékony fémével, öntéskor belekerülnek a kokillába, és a dugattyú megmunkálásakor felületi hibaként jelentkeznek. Keménységük folytán tönkreteszik a megmunkálókések éleit, és jelentős méreteltéréseket okoznak. A korundzárványok felismerése a megmunkált felületen igen könnyű: jellegzetes megjelenési formájuk az ún. mag és csóva. A mag képezi a korundelemet, a csóva pedig a forgácsolószerszám által okozott méretkülönbség következménye.

Korund kerülhet a fémolvadékba akkor is, amikor az öntő az öntőkanálban visszamaradt fémot visszajuttatja közvetlenül a tégelybe. Ilyen esetben az öntő észreveszi, hogy öntéskor a fém egyre sűrűbb lesz a kokillában, annak ellenére, hogy az olvadék hőmérséklete nem változott. Az automatizált dugattyúöntvényekben ezért igen nagy előny a *vezérelt öntőkanál*, amely csak annyi fémot merít a tégelyből, amennyi pontosan egy dugattyú öntéséhez kell.

A korundtartalmú részecskét már nem lehet a szokványos öntődei eljárással semlegesíteni. Az ilyen selejtdugattyút *nem szabad visszaolvasztani* a többi visszatérő adalékkal, mivel újra selejtet okozna. Ezt az anyagot csak többszöri átolvasztással, kitömbösítésekkel igen alapos metallográfiai elemzés után lehet csak felhasználni.

A beolvasztott anyagok arányai és az égési veszteségek. Az előállítandó fémolvadék olvasztása során a következő új és visszatérő anyagokkal kell számolni:

- 40% új tömb beolvasztása mellett 60% visszatérő. A visszatérő 60%-a legyen saját felöntés, 40%-a pedig egyéb selejtdugattyú.
- 50% új és 50% visszatérő.

Igen szigorú előírás az öntődégekben, hogy a hőntartó egységekbe új tömböt, hulladék részt közvetlenül beadagolni szigorúan tilos!

Az olvasztás folyamán számolni kell a természetes égési veszteségekkel. A legjelentősebb a magnézium leégése, pedig ennek állandó értéken tartása igen fontos szempont a hőkezelhetőség miatt. Általában 2 h-ás olvasztás alatt 0,1...0,3% magnéziumleeggéssel lehet számolni. Pótlására a fémolvadékba színmagnéziumot szoktunk adagolni.

A szennyezők közül egyes dugattyúöntvényekben vastartalom növekedésével kell számolni, de ez csak 0,8%-nál nagyobb arányban jelent veszélyt az anyagra.

Az olvasztási hőmérséklet ellenőrzése. Az olvasztás során — beleértve a különféle kezeléseket is — az 5. táblázatban található hőmérsékletértékekkel számolhatunk.

#### 5. táblázat

Dugattyúfém-olvadékok kezelési hőmérsékletei

Ötvözetsoport	Az olvasztási művelet hőmérséklete, °C		
	előolvasztás	nemesítés	gáztalanítás
Eutektikus ötvözetek	650...680	680...700	710...730
Hipereutektikus ötvözetek	720...750	780...800	800...820
Hipoeutektikus ötvözetek	660...680	690...700	720...740

Ezeknek a hőmérsékleteknek tartása, ill. a legkedvezőbb középértékre való beállítása lényeges a kezeléseket hatékonyságának szempontjából. A dugattyúöntvény fejlesztésének egyik legfontosabb célkitűzése, hogy a hőmérsékletek ellenőrzését automatikus regisztrálással és vezérléssel oldják meg.

A közbenső ellenőrző mérések elvégzése a gyártás elengedhetetlen feltétele. A műszerek pontosságának  $\pm 5$  °C között kell lennie. Erre a célra a különféle kézi és beépített *pirométerek* alkalmasak. Ezek hőtartomány 0...800 °C, vagy 0...1000 °C. A műszerek hőérzékelője lehet Ni—Cr—Ni vagy Fe—Konstatán. A műszerek érzékelőszálát kerámia-cső védi az olvadt fémtől. A műszereket legalább kéthetenként hitelesíteni kell. A legújabb műszerek digitális kijelzőegységgel vannak felszerelve.

A fémolvadék mérésének elsődleges szempontja, hogy közvetlenül az olvadt fémbe mérjünk, tehát ne a falazaton keresztül, mivel ez hamis értéket ad.

Az öntéshez alkalmazott hűtőfelületek, hűtővizek mérésére 0...400 °C tartományú *tapintó pirométer* használatos. Ezekben mérőmembrán van, amelyet méréskor a felületre helyezünk. Kokillák hűtési viszonyainak ellenőrzésére sok esetben beépített *termoelemet* használunk, ennek segítségével a hűtési és dermedési viszonyokat lehet eredményesen befolyásolni.

**Fémolvadékok kezelésének technológiája.** A megolvasztott fémek mind előolvasztásnál, mind öntés előtt közvetlen kezelő és raffináló műveleteknek kell alávetni. Az alumíniumötvözetek nemesítésénél meg kell említeni a magyar *Pacz Aladár* által 1920-ban az Egyesült Államokban szabadalmaztatott találmányt. Még ma is ez az alapja a különféle nátriumos kezeléseknél, nemesítéseknél.

A dugattyúötvözetekhez használatos kezelések a következők:

- takarás oxidáció ellen;
- oxidmentesítés;
- gáztalanítás;
- nemesítés (szemcsefinomítás);
- kombinált kezelések: tisztító-finomító, tisztító-gáztalanító, finomító-gáztalanító;
- salakolás.

E kezeléseket és az alkalmazott fémsókat öntészeti technológiák rögzítik. Ma már az öntődégekben igen sokfajta fémkezelőanyagot ismerünk. Ilyen pl. a *Foseco*, *Bart* és a *Servimettal* kezelőszer. Az újabb módszerek közé tartozik a szovjet és az olasz Fiat dugattyúöntődéjében használt *öblítő-gázás eljárás*. E hexaklór-etántartalmú gázokat kezeléskor az olvadékon átáramoltatják. Valamennyi készítmény használatánál igen fontos a gyártó cég utasításának pontos betartása.

**A fémkezelő szerek hatása.** A tisztító és fedősók védik az olvadékokat a külső hatásoktól a hevítés időtartama alatt. Ügyelni kell arra, hogy az olvasztás folyamán a már pépes állapotú olvadék felett is tökéletesen zárt salaktakaró legyen. Ha az olvasztási eljárás befejeződött, a salaktakarót gyengén át kell keverni, és a salak a sómaradékkal együtt könnyen eltávolítható.

A *tisztító- és oxidoldó sók* növelik a fém higfolyósságát, és kis fémtartalmú salakot adnak. A salakvizsgálatok eredménye igazolja e szerek hatékonyságát és gazdaságosságát. Így pl. 100 kg fémnél kb. 5 kg salak keletkezik kezelés nélkül, kezeléssel ez a mennyiség mintegy felére csökkenhet.

**Nemesítés.** A dugattyúötvözetek mechanikai tulajdonságainak javítása végett meg kell szüntetni az alumínium—szilícium eutektikum dur-

vaszemeses kialakulását. Ezt rendszerint úgy érjük el, hogy nátriumot vagy nátriumot tartalmazó fémsóvegyületeket juttatunk az olvadékbába. Ezáltal finom eutektikum szerkezet alakul ki, ami lényegesen kedvezőbb a szemcsés eutektikumnál.

**Az olvadék gáztalanítása.** Ha az olvadék, ill. a dugattyúöntvény gázzal szennyezett, igen könnyű felismerni. A felületen teljesen szabályos gömb alakú pórusok lépnek fel, amelyek meghatározott keresztmetszetben viszonylag egyenletesen oszlanak meg. Ennek elkerülésére az olvadékot gáztalanítani kell.

Igen sok kezelő sókészítménynek egyúttal dezoxidáló és gáztalanító hatása is van, a készítmények egy része azonban csak gáztalanító hatású. Ezért célszerű minden esetben pontosan áttanulmányozni a mellékelt utasítást, és meg kell győződni a szer hatékonyságáról.

A dugattyúötvözetek olvadékának gáztalanítása csak akkor eredményes, ha az olvadékból valamennyi oxidszennyeződéssel eltávozik, a visszamaradt oxidhártyácskák ui. megkötik és visszatartják a gázmaradványokat. A sóhoz hasonló gáztalanítószereket lenyomóharanggal lassan kell a hőntartó tégely fenekére nyomni. Itt kb. 1...2 min-ig kell tartani, hogy a preparátumokból keletkező klór és fluor átbuborékoljon az olvadékon. Ezt az eljárást meg lehet ismételni, így biztonságos eredmény.

Fontos balesetvédelmi előírás a kezelésekhöz az elszívóharang alkalmazása, amelyet a fürdő fölé helyezünk, és központi elszívócsatornába kötünk be.

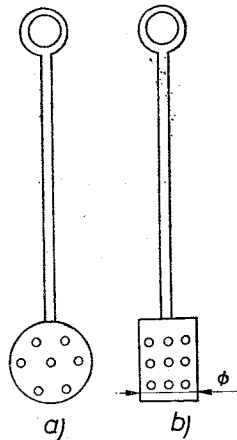
Újabb, hatásos gáztalanítási módszer különösen erősen elgázosodott olvadékokhoz a *hexaklór-etános kezelés*. Ez a kezelés még a szövetszerkezetet is jelentősen finomítja, és kiküszöböli az ötvözet porozításra való hajlamosságát. A hexaklór-etánt öt-hat egyenlő adagban vezetik a fémfürdőbe, mindegyik adag a tégely fémmennyiségének 0,06%-a. A kezelés 10...12 min-ig tart és 10...15 min pihentetés után következhet az öntés.

Másik gázöblítési módszer a *klórgáz bevezetése az olvadékbába*. Az eljárás előnye, hogy a gáztalanításon kívül a korundot is eltávolítja. A bevezetett klórgáz mennyisége az egész fémtestet súlyának 0,3%-a. Nagyobb mennyiség felhasználása esetén durvább szemcsék képződnek. A klórgázos kezelés hőmérséklete 700...730 °C, magasabb hőmérsékleten a klórgáz nagy része hasznosítás nélkül távozik az olvadékból.

A gázfelhasználást úgy lehet megállapítani, hogy a palack súlyát kezelés előtt és után meg kell mérni. Használhatunk még átfolyásmérőt is a mennyiség meghatározására. A gázkezelések során a munkavédelmi szabályokat feltétlenül be kell tartani.

**Eutektikus ötvözetek kezelésére,** sorrendben az oxidáló, gáztalanító és nemesítő kezeléseket alkalmazzuk. Erre a célra színes kezelősókat használunk a keveredés megakadályozására, így pl. a nemesítő sók kék színűek, az oxidoldó sók pirosak. Igen lényeges a kezelési hőmérséklet

betartása, különben a művelet hatástalan. A kezelés eredménye az idő függvényében csökken. Ezeket az ötvözeteket pl. 720...740 °C-on nemesítjük. A kezelést sajátos kezelőszerszámokkal végezzük (16. ábra), amelyek általában grafitból készülnek. Vasból nem ajánlatos szerszámokat készíteni, mert hajlamosak a fémolvadékkal való reakcióra, növelve ezzel az olvadék vastartalmát. Ha mégis vas anyagú szerszámot használunk, különleges védőmázzal kell bevonni.



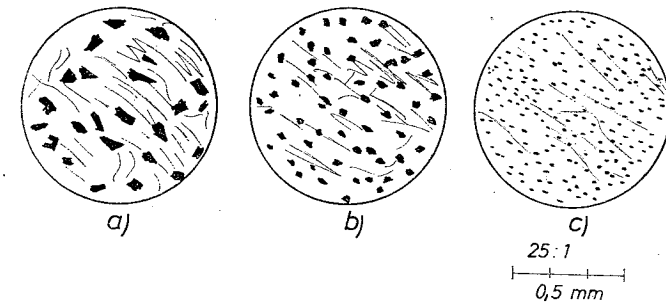
16. ábra. Fémolvadék-kezelő szerszámok  
a) oxidáltávolító; b) kezelő-senyomó harang

A nemesítés elvégzése után kb. 5 min pihentetés következik, majd az öntés megkezdhető. Az ötvözet nemesítésének hatása kb. 90 min-ig tart. Utána a műveletet újból el kell végezni.

A hipereutektikus olvadékok kezelésének célja a dermedő fémekben a szilíciumkristályok finomítása, eloszlásuk egyenletessé tétele. A hipereutektikus dugattyúötvözetek alkalmazásának kezdetén a kristályok nagysága és eloszlása igen sok nehézséget okozott: a dugattyúkat nehezen lehetett megmunkálni, igen nagy volt a szerszám és az ipari gyémánt felhasználása. Ez a jelenség azonban a megfelelő szemcsefinomító sók alkalmazásával megszűnt. Foszfor adagolására ezekben az ötvözetekben növekszik a csírák száma, és ezzel végbemegy a primer szilíciumkristályok finomítása.

A szilíciumkristályok nagyságának és eloszlásának jellemzője, értékmérője a TGL 7182 etalonsorozata, amelyen 50-szeres nagyításban látható a kész dugattyúöntvények szövetszerkezetében a szilícium eloszlása (17. ábra).

Ennek a kezelésnek a gyakorlati magyarázata, hogy amikor a kezelés nélküli hipereutektikus ötvözetek megdermednek, az elsődleges szil-



17. ábra. Hiperszilótvözetek etalonja a TGL 7182 szerint  
a) a szemcse durva eloszlása (nem felel meg); b) közepes eloszlása; c) igen jó eloszlása

íciumkristályok jelentősen megnövekednek (50 μm-nél nagyobbra), és bizonyos mértékig elkülönülnek. A vörösfosforos kezeléskor az alumíniumkristály egyesül a foszforral alumíniumfoszfiddá. Az alumíniumfoszfid molekulái az elsődleges szilíciumkristályok részére csírákat (növekedési központokat) képeznek, ezzel a szövetszerkezetben igen sok egyenletesen eloszlott kristályt hoznak létre. Itt a foszfortartalom kedvező hatása 0,025...0,10%-ig érvényesül.

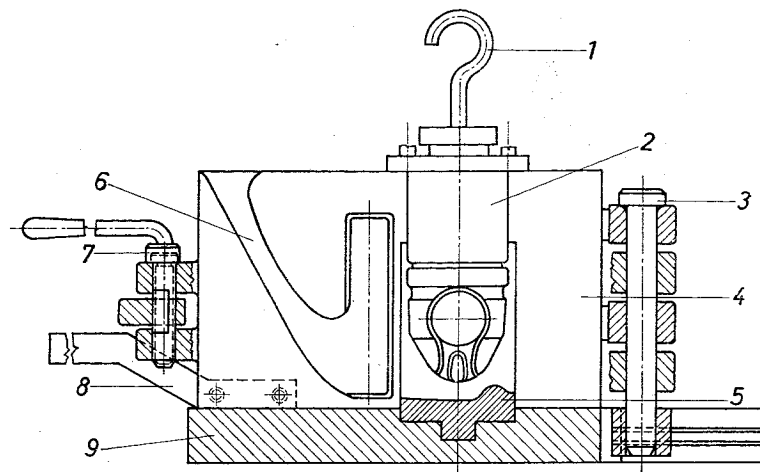
A kezelés időtartama és hatása. A finomítás után a szilíciumkristályok mérete kb. 20 μm. Ez a hűntartás alatt növekszik, és 5 h után eléri a 45...50 μm-t. Igen finom szövetszerkezethez a további csíráképződés elősegítésére újabb kezelés kell. Ezeknek az ötvözeteknek a szemcsenövekedése még jelentős mértékben függ a hűtés gyorsaságától is.

### B.2.3. Dugattyúkokillák

A dugattyúöntés egyik legelterjedtebb formája a kokillaöntés. Az öntési folyamat végezhető kézzel vagy géppel, de a szerkezet, a kokilla felépítése mindkét esetben hasonló, csak a működtetésben van lényeges különbség (18. ábra).

Az öntöttvasból készült kokilla anyaga a magyar szabvány szerinti ö.v.22—ö.v.26 minőségnek felel meg. A kokilla fő részei:

- a kokillaház, ebben vannak a csapszegfurat betétei, amelyek a dugattyú csapszegfuratát képezik ki;
- a kokillaalaplap, amely a dugattyú fenékrészét alakítja ki;
- a kokillamagok rendszerint páratlan elosztásban, attól függően, hogy mennyire bonyolult a belső kiképzés; így lehetnek egy-, három-, öt-, hét- és kilencrészesek.



18. ábra. Dugattyúöntő kézi kokilla

1 magfogantyú; 2 magrészek; 3 kokillavezető csap; 4 kokillaház; 5 kokillafenékrész; 6 beömlőrendszer; 7 zárószerszék (excenter); 8 fogantyú; 9 kokillaalaplap

A belső magrészek anyagának tartósnak kell lennie, ezért gyakran krómmal, nikkellel és molibdénnel ötvözött acélananyagokból készül a nagy hőigénybevétel miatt. Az élettartamot tekintve általában a két magkészlet alkalmazása látszik a legkedvezőbbnek, mivel így jobban ki lehet küszöbölni a túlhevülést.

A kokilla készítésekor figyelembe kell venni az ún. *túlméretes dugattyúk* méreteit is, így nem kell több kokillát készíteni.

A kokillák szerkesztése során feltétlenül számolni kell a zsugorodás mértékével, ez egyes dugattyúöntvények esetén eléri az 1...1,5%-ot is.

Kiszámítása Schröder szerint a következő:

$$L = L_{fém} - t_k L_k,$$

ahol

$L$  a zsugorodás mértéke;

$t_k$  a kokilla hőmérséklete, °C;

$L_k$  a kokilla-alapanyag hosszanti (vonal menti) tágulása melegítéskor;

$L_{fém}$  az öntőfém zsugorodásának mértéke.

A magrészeknél valamennyi egymásba kapcsolódó, érintkező rész ún. *fecskéfark* illesztéssel kötődik. A csapszegbetéteknek is kúposnak kell lenniük az eltávolítás megkönnyítésére. A kúposág értéke általában 2...3%.

A kokillamagok anyagát megmunkálás előtt több órán át feszültségmentesítésnek vetjük alá a későbbi vetemedések elkerülésére.

Ajánlatos még a kokillafélfázak belső tömörségét röntgenátvilágítással is vizsgálni, mivel a belső zárványok, lunkerek veszélyes hőhalmazódási göcöket képeznek. Ez öntésnél igen káros, és selejt keletkezésére vezethet.

Egy kézi kokilla általában három—öt magkészlettel készül, mivel a kokillaház élettartama 350—400 000 öntésre van tervezve. A magok kb. 80—100 000 dugattyú leöntéséig tartják meg az alakjukat. Ez a szám a *nedves öntési* technológiákra vonatkozik, ún. *száraz öntés* esetén ezek az értékek kb. 40%-kal jobbak.

A kész dugattyú rajzáról készül a dugattyú és a kokilla rajza, ez tartalmazza a megmunkálási ráhagyásokat. Természetesen a nyersen maradó felületeken is számolni kell bizonyos kopással.

A 6. táblázatban a kész dugattyú átmérője alapján meghatározhatók a legfontosabb dugattyúfelületek megmunkálási ráhagyásai.

6. táblázat

Kokillában öntött dugattyúk megmunkálási ráhagyásai (kézi öntés esetén)

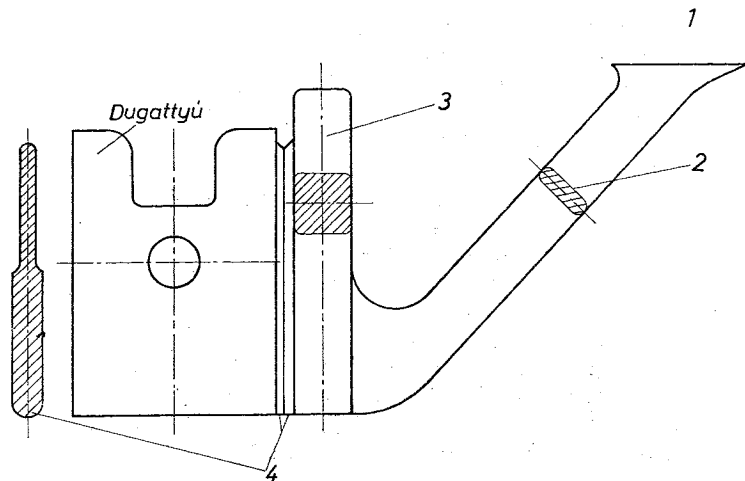
A kész dugattyú átmérője, $d$ , mm	Megmunkálási ráhagyás, mm			
	átmérőre	tetőfelületre	a csapfurat átmérőjére	a szájrész átmérőjére
50—60-ig	2,5	1,0	2,0	2,0
60—70-ig	3,0	1,3	2,5	2,2
70—80-ig	3,5	1,5	3,0	2,5
80—100-ig	3,9	1,8	3,4	2,8
100—120-ig	4,5	2,4	4,0	3,2
120—150-ig	5,0	3,0	4,5	3,8
150—200-ig	6,5	3,5	5,0	4,5
200 mm felett	8,0	4,2	5,5	5,5

A ráhagyások megállapításakor figyelembe kell venni a gazdaságossági és minőségi szempontokat is. Így pl. a nagy ráhagyás az anyagvesztésen kívül selejtvesztést is rejt magában, mivel lunkerodást okozhat. Kis ráhagyás esetén munkaselejt keletkezhet, ha foltosság jelentkezik valamelyik bázisfelületen.

**A dugattyúk kokillák beömlőrendszerei.** A dugattyúöntés egyik legfontosabb gyártási feltétele a jól kialakított kokilla-beömlőrendszer.

A kokilla-beömlőrendszer részei a 19. ábrán láthatók.

A jó beömlőrendszer megoldása már régen foglalkoztatja az öntőszakembereket. A fémöntés során általában bonyolult alakú öntvényről



19. ábra. A beömlőrendszer részei

1 beömlőnyílás; 2 beömlőcsatorna; 3 tápfejrész; 4 megvágás

van szó, ez a dugattyúöntvény esetében különösen igaz. A vasöntészetben a beömlőméret-számítások már ismertek, és ezek megkönnyítik a szakemberek munkáját. A dugattyúöntésben ilyen jellegű adatok, jól bevált számítások nincsenek. Így az öntőszakember elsősorban a saját tapasztalataira támaszkodik.

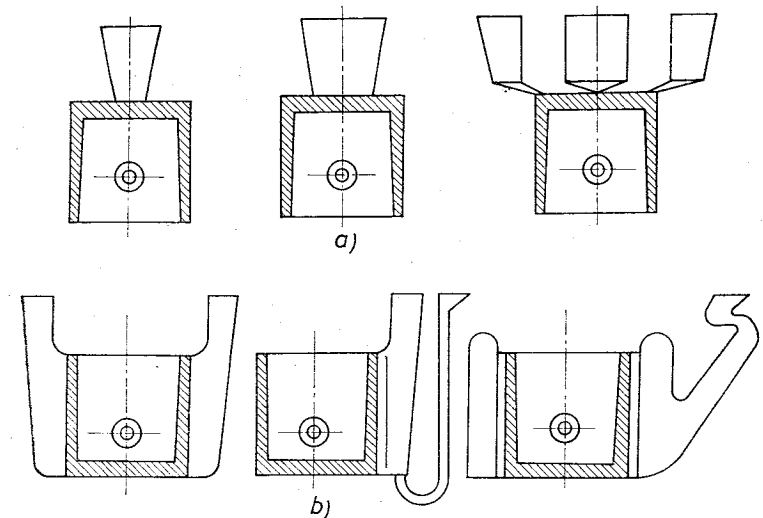
A beömlőrendszerek fajtáit a 20. ábra szemlélteti. Az ábrán látható beömlőrendszereknek több közös vonásuk van: pl. a 20a ábrán látható rendszerek közös jellege, hogy öntéskor a dugattyúk fenékekkel felfelé helyezkednek el, és a beömlőkön, valamint a fenéken kialakított táprészen folyik az anyag utánpótlása, ezzel az öntvény tömörsége javul. Ezeket *gravitációs rendszerű beömlőknek* nevezzük. Ez az eljárás elsősorban kisméretű dugattyúk öntésére alkalmas.

A 20b ábrán látható beömlőrendszerek hasonlóak. A dugattyúk fenékekkel lefelé vannak elhelyezve a kokillában. A beömlők kiképzése mintegy fékezi az anyag áramlását. A rendszer hátránya: a kokillatér alsó részén hőtorlódás keletkezhet és ez veszélyezteti a dugattyúöntvény épségét.

Mindkét rendszernek vannak előnyei és hátrányai. A dugattyú jellegétől függ, melyik rendszert alkalmazzuk; így pl. gravitációs beömlők nem alkalmasak alakos tetejű dugattyúkhoz.

A beömlőrendszer feladata:

- a fém turbulencia nélkül, minél simábban töltsse ki a kokillateret;
- olyan hőtechnikai feltételeket kell teremtenie, hogy a folyékony



20. ábra. Dugattyúöntés beömlőrendszereinek fajtái

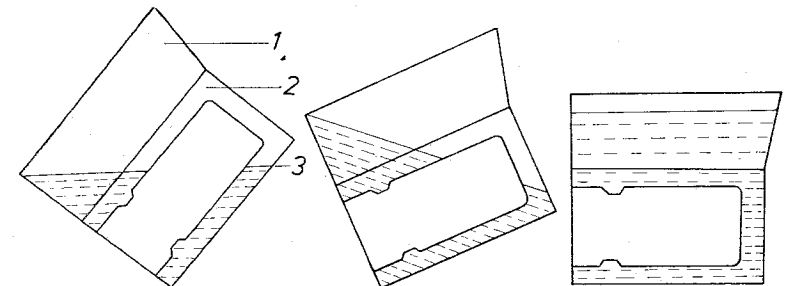
a) dugattyú öntése felső (gravitációs) kiképzéssel; b) dugattyú öntése oldalsó beömlőnyílásokkal

fémbe a hőgradiens segítse a szabályos megszilárdulást, és ezzel együtt az öntvény anyagszerkezetének hibátlan kialakulását;

- gazdaságossá kell tennie az öntést: pl. öntvénytisztításra a lehető legkevesebb munkát kelljen fordítani, kedvező legyen az öntvény kihozatali százaléka. (A kihozatali százalék a beöntött fém és a kész dugattyú tömegének a viszonya).

A dugattyúöntéshez alkalmas beömlőrendszerek:

- nagysorozatban gyártott  $\varnothing 80$  mm-nél kisebb méretű dugattyúk beömlőrendszere a 20a ábra valamelyik változata;
- $\varnothing 150$  mm-nél nagyobb Diesel-dugattyúk öntésére használatos az ún. *hintázóöntés* (21. ábra).



21. ábra. Dugattyú hintázóöntése

1 felöntés; 2 dugattyú; 3 dugattyúkokilla része



A hintázóöntésnek két előnye van:

1. elsősorban a folyékony fém turbulenciája ez esetben a legkisebb, minthogy nem fordul elő az átöblítés jelensége;
2. a beöntött fémolvadék mintegy végigmossa a kitöltendő kokillateret, és egyenletesen tölti ki a formát.

A hintázóöntés ott gazdaságos, ahol az öntvénytisztítás feltételei megvannak. A tisztítási többletmunka az öntészeti selejt kis százaléka folytán megtérül.

Az irányított dermedés céltudatosan irányított megszilárdulási folyamatot jelent, amely megfelelő finom szövetszerkezetű dugattyúanyagot hoz létre. Az irányított dermedést kétféleképpen lehet megvalósítani:

- mesterségesen lelassítjuk az öntvény azon részének a lehülését, amely a beömlőrendszerhez csatlakozik;
- mesterségesen hűtjük az öntvénynek azt a részét, ahonnan a legcélszerűbb a megszilárdulás kiindulása.

Az irányított megszilárdulás lényege tehát, hogy valahányszor egy réteg megszilárdul és összehúzódik, a felette levő folyékony réteg ezt az összehúzódást kövesse. A megszilárdulás így fokozatosan halad alulról felfelé, és a beömlőrendszer az utolsó szakasz, ahol a folyékony fém megszilárdul.

A dugattyú beömlőrendszere az öntvényhez a *rávágással* csatlakozik. Ezeket úgy kell megoldani, hogy egyrészt eleget tegyenek az öntészeti követelményeknek, másrészt pedig könnyen eltávolíthatók legyenek. A keresztmetszetet új számszámban *mindig kisebbre tervezzük*, és ebből kiindulva később lehet módosítani, növelni a rávágás keresztmetszetét. Ezt az első dugattyúöntvények vizsgálata alapján már meg lehet állapítani.

**A kokillák élettartama.** A dugattyúöntéshez használatos kézi és gépi öntőkokillák élettartamát a következő tényezők határozzák meg:

- a magrészek, csapok és kokillaházak anyagának minősége;
- milyen öntéstechnológiát alkalmazunk a kokilla hűtőrendszerében (száraz vagy nedves);
- a leöntött dugattyúsorozatok nagysága.

A gyakorlatban tehát a kokillák megtérülése során számolhatunk azzal, hogy száraz öntés esetén a kokilla élettartama hosszabb, és jobb a dugattyú felületi minősége.

Minőségi szempontok miatt célszerű meghatározni az egy kokillával leönthető optimális sorozatnagyságot. Bizonyos idő után ugyanis a szerző elveszíti hűtőhatását, és az öntészeti hibák fokozottabban jelentkeznek.

**A kokillák hűtése.** Az *öntőkokilla-félfházak* és a *-magrészek* hűtőhatásának javítására, a helyi dermedési viszonyok irányítására gyakran használunk vízhűtéses betéteket, vízszákokat. Ezek a megoldások a kritikus térségben eleget tesznek az irányított dermedés követelményeinek.

Zárt betétet, szákot képezünk a kokilla hűtendő részén, ez lehet pl. a dugattyú-gyűrűhorony térsége vagy a dugattyú szoknyarésze, melyből öntés közben ki- és bevezető csőrendszerrel vizet áramoltatunk.

Ilyen megoldás esetén a hűtőhatás érvényesül pl. a dugattyú-gyűrűhorony térségében, ahol igen sok dugattyúfajta hajlamos a szívódásra. A dugattyú-csapszegfúratok is ilyen hibahelyek. A hibák a megmunkálás során válnak láthatóvá porozítások és lunkeosság formájában. A kokillaházban a beömlőrendszertől 90°-ra helyezkednek el a hűtőbetétek. A furathibákat vízzel hűtött betétek használatával lehet megelőzni.

A dugattyú másik kritikus keresztmetszete a *fenék*, amelynek vastagsága 10 mm-től egészen 80 mm-ig terjedhet. Itt kedvező hűtéssel finom szövetszerkezetet kell létrehozni. A kokilla fenekét vízzel hűtve ez megoldható.

A hűtéssel ellentétes hatású a *kokillák fűtése*. Ennek az a célja, hogy a kokillának azt a részét melegítjük gázzal, ahol késleltetni akarjuk a fém dermedését. Ez a rész lehet a dugattyú beömlőrendszere, amelyből így tovább lehet táplálni a fémot. Különösen nagy keresztmetszetű Diesel-dugattyúk öntéséhez bevált módszer.

**A dugattyúk öntésének gépesítése és automatizálása.** A dugattyúöntés *gépesítésének* az a célja, hogy kiiktassuk a dolgozó szubjektív szerepét a folyamatból, és növeljük a termelékenységet. A nagy autógyárak öntődéiben a dugattyúk nagysorozatú gyártása során az öntészeti selejt 1%-nál kisebb, míg hagyományos kézi öntés esetén 8...10%.

A kokillák gépesítése, a teljes öntési folyamat automatizálása két fő területre osztható:

- egyes nagyméretű dugattyúk öntésének részleges gépesítése;
- a teljes dugattyúöntés automatizálása a fém beöntésétől egészen az öntvénytisztításig.

A kokillaöntőgép fő részei:

- hidraulikával működtetett kokillafelek;
- magrészek;
- öntvényeltávolítók;
- fordítórendszer;
- központi maghűtő mechanizmus.

Az öntés műveletei a következők:

1. A formák, kokillafelek összezárása.
2. A magrészek behelyezése, oldalgertyák illesztése a vezetőfúratokba.
3. A fémolvadék beöntése az összezárt kokillába gépi úton vagy kézzel.
4. Öntés utáni nyitás idővezérléssel, pontosan betartva az öntési, dermedési ütemidőt. Fúratgertyák kihúzása, magköteg kiemelése.

5. A magok elfordítása a hűtőközegben (levegőben vagy folyadékban).

6. Az öntvényt kidobó szerkezet a szállítószalagra helyezi, amely a tisztítóegységbe szállítja.

Az öntőasztalon a kokillafelek cserélhetők, az oldalak pontosan illeszkednek az alaplaphoz, így elkerülhető a fém kifolyása.

A berendezés egy műveletorának ideje 260...300 s a dugattyú méretétől függően. A berendezéshez csatlakoztatott idővezérlők lehetővé teszik az öntés, nyitás folyamatának változtatását.

A teljesen automatizált dugattyúöntés általában körasztalos (karuszszel) rendszerű. A körasztalon több kokilla van.

A 22. ábrán látható egység öt öntőkokillát foglal magába.

A fémadagoló manipulátor olyan vezérelt kar, amely az olvadék merítésekor hőérzékelők segítségével jelzi az olvadék szintjét és hőmérsékletét, elégtelen értékeknél az egység leáll. A fém a legrövidebb úton jut el a kokillákba. A megfelelő öntési sebesség kérdése ezzel a vezérléssel megoldódott. Az adagoló több egységet is kiszolgálhat egyszerre, ezért alkalmaznak ikertégelyeket a gyártás folyamatossága végett.

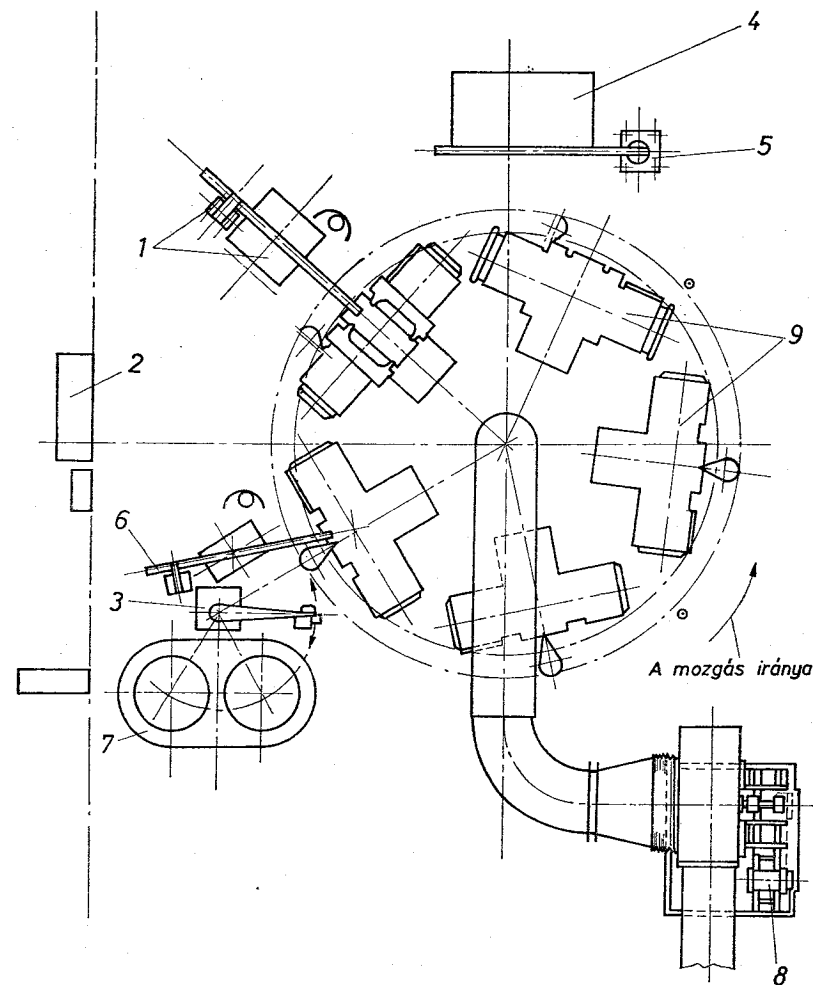
A manipulátorokat a dugattyúkkal nem éghető folyadék segítségével mozgatjuk (pl. glikol-víz típusú folyadék kb. 100 bar nyomáson). Az egység teljesítménye a hidraulikaközpont időszabályozásával változtatható. Az energia tartalékolására gömbakkumulátorokat alkalmazunk. Ezek külső üzemzavar esetén is folyamatossá teszik az öntést.

A kokillák alapfelépítése többrészes körasztalos megoldás esetén is megegyezik a kézi kokillák bevált szerkezeti kialakításával. A mozgatóegységek csatlakozásával kapcsolódnak a vezérlőközpontozhoz. A kokillák levegővel is hűthetők. Lényeges a zavartalan üzem, ezért a kokillákat gondosan karban kell tartani, és időben felújítani. A kokillameghibásodásból eredő üzemzavar ugyanis sokkal súlyosabb következményekkel jár, mint kézi kokillaöntés esetén. Ezért megfelelő tartalékmagokat és tartalékkokillákat kell készletben tartani.

A kisegítő berendezések szerves részei az egységeknek: az öntvénytisztító (emelőrendszer nagyobb dugattyúk továbbítására) és a táprészleválasztó berendezés a dugattyút öntés után már teljesen táprészektől leválasztott állapotban adja át a hőkezelő részlegnek.

A teljesen automatizált dugattyúöntőgépek műveleti sorrendje:

1. Olvadék öntése a kokillába.
2. Gyertyák eltávolítása.
3. Belső magok kihúzása, kokilla nyitása.
4. Az öntvény eltávolítása.



22. ábra. Dugattyúöntőgép

1 öntvénykiemelő szerkezet; 2 automatairányító; 3 fémadagoló manipulátor; 4 kokillaelőkészítő; 5 szállítószalag; 6 magösszeállító készülék; 7 fémolvadék-tároló; 8 mechanikus irányító; 9 kokillák

Az alkalmazott gépegységek gazdasági számításai során figyelembe kell venni, hogy nemcsak emberi munkát lehet kiküszöbölni a zárt, automatikusan szabályozott rendszerrel, hanem a selejt csökkenése is megtakarítást eredményez.

#### B.2.4. A dugattyú öntésének technológiája

A kokilla tervezése és elkészülte után az öntőde próbaöntést végez. Ennek során ellenőrizzük a rajz szerinti öntvényméreteket, és roncsolásos vizsgálatokat végzünk a rejtett hibák feltárására. Az eredményes vizsgálatok után átadjuk a kokillát a sorozatgyártás megkezdésére.

A kokilla előkészítése a kezelésével, mázzal való bevonásával kezdődik. Mindazonon a helyeken, ahol a fém gyors lehűlése kívánatos, meg kell tisztítani a kokilla felületét, így pl. a palástfelületet. A letisztított részeket és felületeket előmelegítés után kaolinos vagy különleges grafitos fekeccsel vonjuk be. Azokon a részeken ahol a kokillafalazatot az olvadék különösen igénybe veszi, még egy fedőréteget kell létrehozni, amely  $Mg_2O$  szuszpenziójából áll kaolinnal és vízüveggel keverve. Ez a réteg igen ellenálló és nagyon rossz hővezető, ami a beömlőnél előnyös.

Az öntés hűtési viszonyait tekintve megkülönböztetünk

- száraz (hűtés nélküli) kokillaöntést;
- nedves (vízzel hűtött) kokillaöntést.

*Száraz öntés* esetén általában lassabb a hűlés, az öntés két magkészlettel folyik: míg az egyikkel az öntési műveletet végezzük, a másik levegőn hűl. A magok bevonása a dugattyú belső felületének érdességét csökkenti.

*Hűtött öntéskor* gyorsabb a hűlés, viszont éppen ezért a mag igen hamar vetemedik, tönkremegy.

Kézi kokillaöntés esetén a beömlő kedvező kialakításán kívül a hevítő- és hűtőrétegek kialakításával is befolyásolhatók a kokillán a dermedési viszonyok, ezáltal ki lehet küszöbölni az esetleges rejtett hibák képződését.

A technológiában előírt *öntési hőmérsékletet* pontosan be kell tartani. A túlhevített olvadék elősegíti a korundképződést, az alacsony hőmérséklet pedig lunkerodást idézhet elő. Az öntési hőmérséklet:

- |                                |               |
|--------------------------------|---------------|
| — eutektikus ötvözetekhez      | 720...740 °C; |
| — hipoeutektikus ötvözetekhez  | 710...730 °C; |
| — hipereutektikus ötvözetekhez | 800...820 °C. |

Az előírt hőmérséklet pontos betartására műszereket építünk be regisztrálóegységekkel.

A dugattyúgyártás legfőbb minőségi törvénye, hogy valamennyi gyártási követelmény tekintetében az *egyenletesség* érvényesüljön, így

- egyenletes legyen az alapanyag minősége;
- egyenletesek legyenek az olvasztási feltételek;
- egyenletes legyen az öntés hőmérséklete;
- egyenletes legyen a kokilla hőviszonya;

- egyenletesek legyenek a dermedési és hűtési viszonyok a kokillában;
- egyenletes legyen a hőkezelés és a megmunkálás minősége.

Amennyiben ezeket a feltételeket teljesítjük, akkor jó minőségű dugattyúsorozatot kapunk.

**Az öntött dugattyúk hibáit** a következőképpen csoportosítjuk:

- látható hibák, ezek öntés után azonnal észlelhetők;
- rejtett hibák, ezek csak a dugattyú teljes készremunkálása után válnak láthatóvá;
- rejtett hibák, melyek csak roncsolásos vagy roncsolásmentes vizsgálattal tárhatók fel.

*A látható hibák* a leöntött dugattyú minőségellenőrzésekor tűnnek elő. Ezek a következők:

- Szívódási üregek. Jellemzőjük, hogy az üreg az öntvény külső felületén (beömlőnél, csapszegfuratban) jelentkezik. Okuk: a dermedő fém elégtelen utánpótlása.
- Folytonossági hiány a folyékony fém kis hőmérséklete miatt.
- Melegrepedés. A repedés felülete jelentős mértékben oxidálódott, főleg a dugattyúszemet erősítő bordázatnál keletkezhet, mivel itt a legnagyobb a keresztmetszetek eltérése. A másik oka lehet az öntvények belsejében zsugorodáskor fellépő feszültség. Ezenkívül helytelen öntvény szerkesztés is okozhat ilyen hibát.

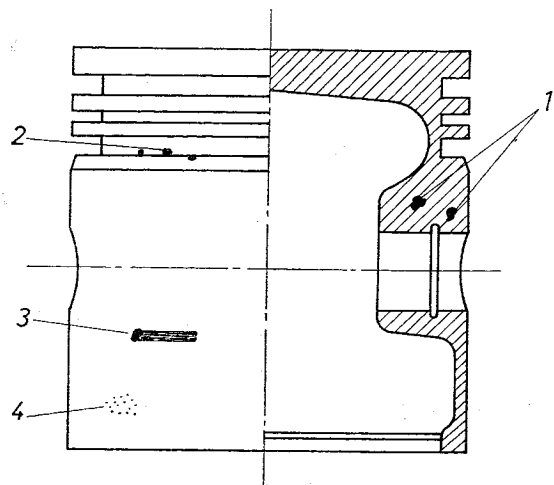
*Rejtett hibák, amelyek megmunkálással feltárhatók.*

- A gázhólyagok az öntvény megmunkált felületein sima fenekű, rendszerint majdnem teljesen szabályos gömb alakú üregek alakjában jelennek meg. Nagy felületen elszórtan jelentkeznek. A hiba oka az olvadék kezelésénél említett hidrogénfelvétel.
- A salakzárvány általában  $Al_2O_3$  korundzárvány. Megmunkáláskor szerszámtörést okoz. A zárvány környezetében a dugattyú felületén méretlépcsők keletkeznek. A hiba oka a kezelés elégtelensége.
- A porozitás a hűtési rendellenességek következménye. Megjelenési helye a dugattyú bármely része lehet: csapszegfuratban, hornyok élein, dugattyúpáláston stb.
- A lunker nagyobb kiterjedésű, szívódáshoz hasonló hiba, hasonló eredetű mint a porozitás.

*A rejtett, megmunkálással fel nem tárható hibák.* Belső, zárt lunker-kamrák, apró porozitások formájában jelentkeznek főleg vastag átméreteknél, mint pl. a dugattyú fenékrészénél, csapszegfuratok felett kialakított szemekben. Mivel a dugattyú szokásos minősítésekor nem kerülnek napvilágra, különösen veszélyesek üzem közben, ha közel vannak a külső felületekhez. Itt ugyanis hőtorlódási góccokat képeznek, és így

feszültséget, repedést idézhetnek elő a motor üzemi hőmérsékletének hatására.

A 23. ábra az öntészeti jellegű hibák egy-egy jellegzetes megjelenési formáját szemlélteti



23. ábra. Dugattyúhibák öntésnél

1 belső rejtett hiba; 2 szívódási üregek a felületen; 3, korundzárvány a felületen; 4 gáporozítás

**Dugattyúöntödei minőségellenőrzés.** Az öntödei minőségellenőrzés magába foglalja az alapanyag vizsgálatától kezdve egészen a motorba építésig valamennyi öntési és hőkezelési művelet ellenőrzését. Ezekben vannak roncsolásos és roncsolásmentes vizsgálatok.

E vizsgálatok során különös gondot kell fordítani az előkészítésre, az előírások, szabványok és ellenőrzési utasítások betartására.

A teljes gyártás ellenőrzése a dugattyúöntvény ellenőrzésével kezdődik. Ennek során a statisztikai minőségellenőrzés módszereivel veszünk próbákat az adagokból. A mintákat kémiai metallográfiai vizsgálatnak vetjük alá. A nedves kémiai ellenőrzések helyett ma már a gyorsvizsgálati módszerek használatosak. A legkorszerűbb anyagvizsgálati berendezések: spektroszkópiai vizsgálóegységek, kvantométerek.

A metallográfiai vizsgálatokat etalonok alapján végezzük. Az MSZ 2679—76 előírja a primer szilícium vizsgálatát az eutektikus összetételű AlSi12CuNiMg dugattyúöntvényben. A metszetek szövetszerkezetének ellenőrzésére igen alkalmas a projektorral és fotóberendezéssel felszerelt mikroszkóp.

Új lehetőséget nyitott az anyagok pontos metallográfiai vizsgálatára az elektronmikroszkóp és a mikroszondás anyagvizsgálat.

Az öntödei ellenőrzés, ill. a fémolvadék vizsgálatának egyik fontos része a gázmennyiség mérése. Erre több módszer ismeretes. Az egyik leggyakoribb a Dardell-próba. Az olvadékból vett mintát vákuumharangba helyezük és az első gázbuborék megjelenéséig tartó időből kiszámítható a fém gáztartalma 100 g fémre vonatkoztatva. Az elfogadható érték 0,2 m<sup>3</sup>/100 g fém.

A dugattyú öntésekor próbapálcát veszünk, amelynek a szakítóvizsgálata választ ad az ötvözet szilárdságára. Ezt ugyanabból a tégléből és ugyanakkor kell kivenni, amikor a dugattyút öntjük. A hőkezelést is együtt kell végezni a dugattyúkkal.

A dugattyú gyártásközi ellenőrzései közé tartozik a kémiai elemek vizsgálata az említett gyorsvizsgáló berendezésekkel. Itt lényeges, hogy a módszer gyors legyen, és ne akadályozza az üzem termelését. A korszerű elemzőautomaták már számítógépekkel dolgoznak, és a próbavételtől számított 6...10 min-on belül 30 különböző elemet tudnak vizsgálni. Dugattyúöntvények esetén általában 8—12 elem ismeretére van szükség.

A leöntött dugattyúöntvény minőségellenőrzésének egyik hatékony módszere a roncsolásos vizsgálat. Ennek során töretekészítéssel próbáljuk felfedni a hibákat. Már tízszeres nagyítással is meg lehet állapítani az öntvény különféle hibáit.

A szövetszerkezet vizsgálatával eutektikus ötvözet esetében választ kaphatunk a szövet finomságára, hipereutektikus ötvözetek esetén pedig a szilíciumeloszlás méreteire. A csiszolatok elkészítéséhez a metszeteket meghatározott próbavételi terv szerint kell venni a dugattyúból. Ezekről felvételeket készítünk kiértékelés, bizonylatolás végett.

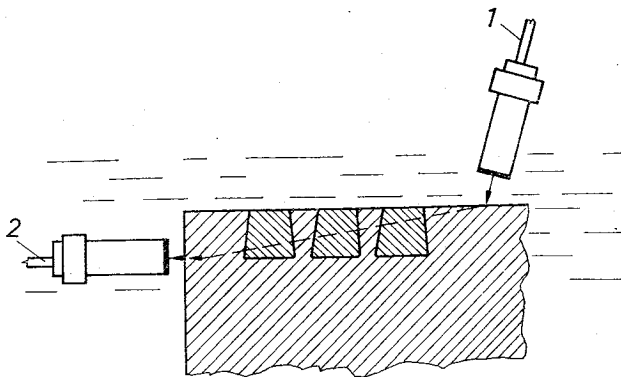
A dugattyú belső rejtett hibáinak vizsgálata. A dugattyú rejtett hibáit, amelyek megmunkálás után sem láthatók, feltétlenül ki kell szűrni a motorhibák megelőzésére. Egy nagyméretű dugattyú több ezer forintba is kerülhet, de a motorban általa okozott kár annak is a többszöröse lehet.

A hibák kritikus megjelenési területe a csapszegfurat feletti rész és a dugattyúfenék. Ezek a hibák lehetnek finom hajszálrepedések is, amelyek a dugattyú roncsolását idézhetik elő.

A roncsolásmentes vizsgálat egyik módszere a röntgenátvilágítás. Ennek eredményéről felvételt készítenek és azt értékelik ki. A módszer egyik hibája, hogy sok esetben nem lehet mélységet meghatározni, ami a hiba elbírálásának szempontjából nem közömbös.

Korszerűbb, újabban alkalmazott roncsolásmentes vizsgálati eljárás az ultrahangos vizsgálat. Ez kiegészítője is lehet a röntgenvizsgálatnak, de önállóan is megbízható képet ad a hibákról. A berendezés felépítésének lényege: a zárt körfolyamatban egy adófej és egy vevőfej által

kirajzolt oszcilloszkópgörbén lehet leolvasni a hibák helyét és nagyságát. A módszer különösen bevált vas- és alumíniumkötések ellenőrzésére a gyűrűhordós változatokhoz (24. ábra). Vizsgálatkor a dugattyút 360°-ban körbeforgatjuk, miközben az adó állandóan hullámokat bocsát ki. A hanghullámok átfutási idejének megfelelően — ami minden egyes oldalról nézve állandó — a visszhang a képernyőnek mindig ugyanazon a helyén alakul ki. Ha jó a vizsgált felület, a képernyőn ennek megfelelő jel mutatkozik, anyagritkulásos közegben vagy hibás kötés esetén csak gyenge jel adódik. A vizsgálóberendezést egy teljesen hibátlan dugattyún kell hitelesíteni.



24. ábra. Gyűrűhordozós betétes dugattyú kötésének ultrahangos vizsgálata  
1 adófej; 2 vevőfej

Hajszálfinom repedések kimutatására *indukáló- (penetráló-) szereket* használunk, amelyek általában három alkotóból állanak. Ezek a repedést feltáró szerek 5  $\mu\text{m}$  vékony hibák feltárására is alkalmasak.

Az indukálószerek használatának sorrendje:

1. lemosó, amely zsirtalanítja a vizsgált felületet;
2. indukáló; ez olajos vegyület piros színezéssel, amely behatol a repedésbe;
3. rögzítő; fehér porszerű vegyület, amely fél perc alatt kirajzolja a repedés nagyságát és irányát.

A dugattyúöntőde minőségellenőrzésének hatáskörébe tartozik az öntészeti ráhagyások ellenőrzése is.

Mint láttuk, a dugattyúöntés minőségellenőrzése és vizsgálata igen sokrétű, de csak így lehet elérni a gyártott alkatrészek megfelelő minőségét, és később az üzemelés biztonságát.

A dugattyúöntőde öntészeti selejtje. A gépi öntés jó minőségű gyártmányairól már beszéltünk. Kézi kokillaöntés esetén viszont közepes nagy-

ságrendű üzemből, évi 1 milliós gyártás esetén legfeljebb 8% selejt lehetséges. Számolni kell a berendezések élettartamával és minőségével is. Tehát a feltételezett 8% selejt tíz évnél nem régebbi öntődei berendezésekre vonatkozik, ahol az előolvasztásra és az öntésre villamos fűtést használunk. A műszaki személyzet és az öntőmunkások szakmai szintjét nem vettük figyelembe.

### B.3. A dugattyú hőkezelése

A dugattyúnak a motorban való megbízható működése, az öntésnél felsorolt minőségi előírásokon kívül, elsősorban a hőkezeléstől függ. A közúti gépjárművek dugattyúi vizsgálatának elsődleges szempontja a *térfogatállandóság*.

Vizsgáljuk meg, mi is a térfogatállandóság lényege?

Valamely ötvözet hőokozta térfogatváltozásának jellege és nagysága a fizikai-kémiai törvények értelmében létrejött rácsegyensúlyi állapottól függ. Hogyha az ötvözetet felépítő homogén szilárd oldat a stabil egyensúly állapotában van, akkor adott hőmérséklet hatására a térfogatváltozás rugalmas és szabályos lefolyású. Ha viszont az ötvözet túltelített szilárd oldatból áll, és instabil állapotú, akkor a térfogatváltozás két részből áll: maradó és rugalmas térfogatváltozásból. A rugalmas változás csak a maradó alakváltozás befejeződése után válik szabályossá.

Az ötvözőelemek atomjaival túltelített oldat rácsszerkezete a szabadenergia-függvény szabta legkisebb energiájú helyzetbe igyekszik kerülni. Vagyis, ha instabil az ötvözet rácsszerkezete, akkor megindul benne az atomok vándorlása, és ez addig tart, amíg az adott körülmények között legstabilabb állapotot el nem éri. A kedvező fémfizikai állapotot és az ezzel kapcsolatos térfogatállandóságot a hőkezeléssel valósítjuk meg.

A dugattyúötvözet hőkezelése meghatározott szabályok szerint végzett hevítésekből és hűtésekéből áll, aminek következtében a fémötvözet tulajdonságai véglegesen vagy időlegesen térfogatállandóra változnak. A hőkezelés célja tehát a térfogatállandóság megvalósítása adott üzemi hőmérsékletig.

A dugattyúötvözetekhez használatos hőkezelések:

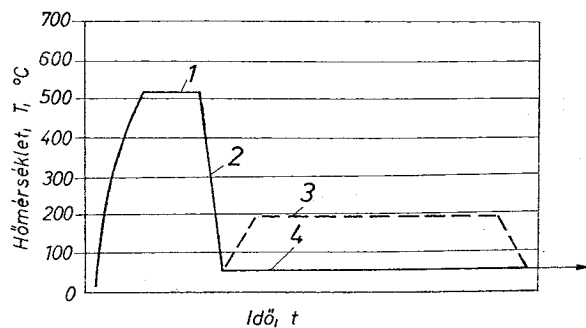
- magas hőmérsékletre való hevítés (feszültségoldó hőkezelés) és az azt követő gyors hűtés;
- alacsony hőmérsékletre való melegítés (öregbítés) és az ehhez kapcsolódó lassú lehűlés.

A *feszültségoldó hőkezelés (homogenizálás)* során az atomok az alumínium rácsszerkezetben olyan helyzetet foglalnak el, hogy az öregbítés mindig azonos rácshelyzetből induljon el.

A feszültségoldó hőkezeléshez úgy kell a hőtartományt megválasztani, hogy figyelembe vesszük a különböző alkotók olvadáspontját, de a kezelés valósítsa meg a szükséges rácsszerkezetet. A dugattyúötvözetek oldó hőkezelési hőmérséklettartománya általában 500...520 °C.

A belső feszültségek oldása, mivel ez diffúziós folyamat, egyaránt függ a hőkezelés hőmérsékletétől és időtartamától.

A dugattyúöntvény oldó hőkezeléséhez legalább 3...4 h hőtartás szükséges az öntvény bonyolultsága miatt (25. ábra).



25. ábra. A dugattyú hőkezelések idődiagramja

1 oldó hőkezelés (hevítés); 2 hűtés; 3 mesterséges öregítő hőkezelés; 4 természetes öregítés

Az oldó hőkezelés hőmérsékletének változásától függenek a mechanikai tulajdonságok:

- a végső keménység mintegy 15%-kal lesz kisebb, ha a hőmérséklet 510 °C-ról 480 °C-ra csökken, és 20...25%-os csökkenés jelentkezik, ha 475 °C-on végezzük az oldó hőkezelést;
- a hőmérséklet növelésével 510 °C felett viszont a szilárdság növekszik: 525 °C-on végzett oldó hőkezelés után az öregített állapot utáni szilárdsági és keménységi érték 5...10%-kal nagyobb. Ennél a nagyobb hőmérséklettartományban azonban fennáll a fémek olvadás veszélye.

Az oldó hőkezelés hevítése után lényeges az oldott szövetet rögzíteni, ezt a kemencében való hevítés után vízben hűtve végezzük. A víz szoba-hőmérsékletű legyen. Nagyobb keresztmetszetű dugattyúkhöz a vizet 80...90 °C-ra melegítjük a repedés elkerülése végett.

**Az ötvözőelemek hatása a hőkezelésre.** A dugattyúötvözetekben jelenlevő ötvözőelemek közül legfontosabb a réz és a magnézium. Ezek az ötvözők elsősorban az anyag szilárdsága, hőkezelhetősége szempontjából fontosak.

A nikkelt, amely főleg  $Al_3Ni$  fémek vegyületben van jelen, nem hat jelentősen a szilárdságra. A vas és a mangán hatása káros lehet a hőkezelésben, mivel egy bizonyos érték felett repedkennyé teszik az öntvényt.

A magnézium még külön említendő: mivel a dugattyúötvözetek hőkezelhetőségét az  $Mg_2Si$  fázis teszi lehetővé (magnéziumszilicid).

**Az öregítést (stabilizálást)** úgy foghatjuk fel, mint a dugattyú második hőkezelési szakaszát. Kétféle módon végezhető: mesterségesen hevítéssel vagy természetesen (ún. kirakással) hosszú természetes környezetben való tárolással.

A mesterséges öregítés tartománya 180...220 °C.

**A három ötvözőfajta hőkezelése.** *Eutektikus* ötvözeteket majdnem minden esetben kétféle módon hőkezelünk, kivéve, ha betét van a dugattyúban. Akkor ugyanis kerülni kell a nagy hőmérsékletet, mert a betét kilazulhat.

*A hiperszilivözeteket* rendszerint csak öregítjük.

*A hipoeutektikus ötvözetekhez* sokféle hőkezelés használatos. Találkozunk egy- és kétszakaszos hőkezelésekkel. Itt is a betétes, gyűrűhordós változatok hőkezelésekor kerülni kell a nagy hőmérsékletet.

### B.3.1. Hőkezelő berendezések

A hőkezelő berendezések felépítésük szerint lehetnek:

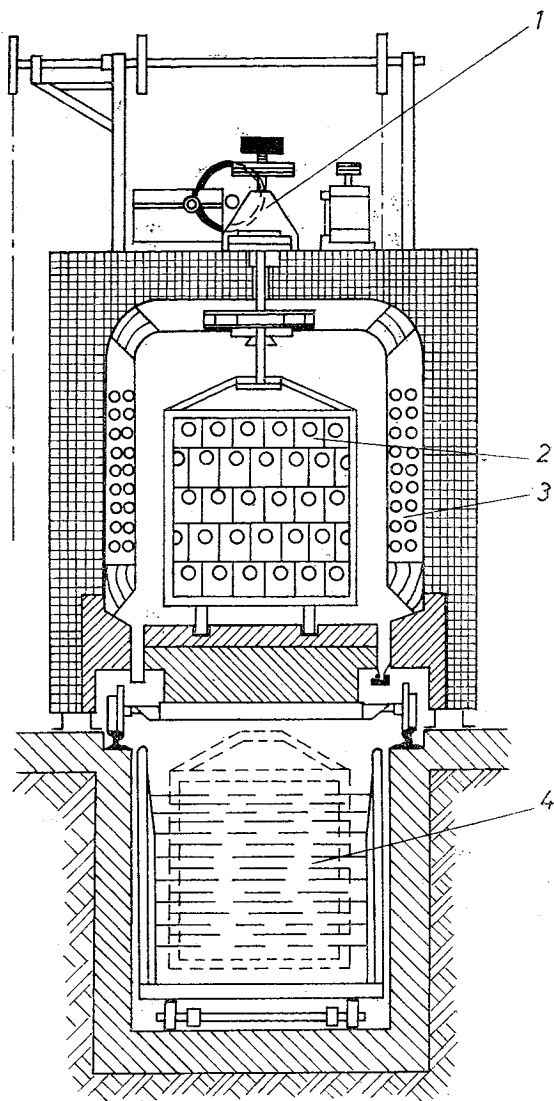
- süllyesztett kemencék;
- szekrényes kemencék.

*A süllyesztett kemencékben* (26. ábra) feszültségoldó hőkezelést végzünk. A berendezés befogadóképessége a dugattyú méretétől függ, a kosárszerű betétbe általában 150—180 dugattyú fér el.

A dugattyúkat már az előírt hőmérsékletre felfűtött kemencébe kell berakni. A műveletre kizárólag ellenállásfűtésű, levegőkeringtetéses berendezés alkalmas. A hevítés időtartamát pontosan be kell tartani, figyelembe kell venni azonban a dugattyúk különböző falvastagságát is.

A hevítés után következik a rögzítés vízbe mártással. A legkorszerűbb kemencékben a víztér alul van, és automatikusan a feszültségoldó hőkezelés után a kosár a víztérbe merül, ezzel a dugattyúötvözet rácsterületének rögzítése gyorsan megvalósul.

Az öregítéshez használatos kemencék általában szekrényes felépítésűek. Itt nem kell nagy hőteljesítménnyel számolni, viszont igen lényeges a lassú lehűlés. Tehát fontos kritérium a 40 °C/h lehűlési sebesség.



26. ábra. Hőkezelő berendezés dugattyú oldó hőkezeléséhez  
1 ventilátor; 2 dugattyú; 3 ellenállásfűtés; 4 víztartály a hűtéshez

A hőmérséklet és a kezelési idő pontos tartására valamennyi berendezés regisztráló és ellenőrző-szabályozó műszerrel van felszerelve. Valamennyi hőkezelés tűrése  $\pm 5^\circ\text{C}$ . Havonta egyszer valamennyi műszert hitelesíteni kell, és az eltéréseket helyettesíteni.

### B.3.2. A hőkezelés által elérhető keménység

A leírt hőkezelések által a dugattyúöntvény keményedik.

A keménységi értékek és a kezelés közötti összefüggést néhány gyakorlati példán keresztül ismertetjük.

1. *dugattyú*: hőkezeletlen állapotban 82 HB. A kezelés módja: feszültségoldó hevítés 4 h  $500^\circ\text{C}$ -on, utána hűtés vízben, majd 6 napi szobahőmérsékleten való tartás. Az elért keménység 104...106 HB.

2. *dugattyú*: kezeletlen állapotban 86 HB. A kezelés módja: feszültségoldó hevítés 4 h  $500^\circ\text{C}$ -on, utána hűtés vízben, majd azonnal öregbítés 16 h  $200^\circ\text{C}$ -on. Az elért keménység 127...129 HB.

3. *dugattyú*: kezeletlen állapotban 84 HB. A kezelés módja: csak melegen való keményítés 16 h  $200^\circ\text{C}$ -on. Az elért keménység 88 HB.

E kezelésekből látható, hogy az ilyen ötvözetek legkedvezőbb keménységét kétszakaszos hőkezeléssel lehet elérni.

A dugattyúk keménységének ellenőrzése a hőkezelt öntvényen az első ellenőrzési művelet.

Egy hőkezelési adagon belül — ez lehet az egy kemencéből kivett tétel — minél kisebb a keménység szórása, annál jobb volt a hőkezelés. Megmunkáláskor is kedvezőbb a minél kisebb keménységi szórás.

Nehézséget okoz a megmunkálás során, ha a dugattyúk keménysége a szükségesnél kisebb, mert akkor a felületeken nem tarthatók az előírt méretek. A túl kemény dugattyúkon viszont a finom méretek megmunkálásakor alakhibák keletkezhetnek. A legkedvezőbb keménységi értékhatárok: 95...125 és 100...130 HB.

A dugattyúk keménységének mérésére minden esetben a Brinell-féle vizsgálati módszert alkalmazzuk. Az MSZ 105 az alumíniumötvözetek mérésére minden esetben a  $10 \times D^2$  szorzót írja elő, mely a gyakorlatban azt jelenti, hogy 10 mm-es átmérőjű golyóval 1000 kp-os terhelést kell alkalmazni. Ettől eltérni csak 60 mm-nél kisebb átmérőjű dugattyúk esetében lehet. Ilyen esetben 5 mm-es golyóval és 250 kp-os terheléssel mérünk.

A vizsgált dugattyúk felületét minden esetben csiszolással elő kell készíteni. A mérés helye lehet a dugattyú palástján és sima tetőkiképzés esetén a tetőn is.

Hiperszildugattyúk keménységmérésére a szilíciumszemcsék kiválása miatt minden esetben 10 mm-es golyót kell használni.

A keménység a dugattyú igen fontos jellemzője. A dugattyúk keménysége a motorba való beépítés után, a járatás első óráiban kissé csökken.

### B.3.3. A dugattyúk térfogatállandósága és hőterhelhetősége

A dugattyú kifogástalan működésének alapvető feltétele a térfogatállandóság.

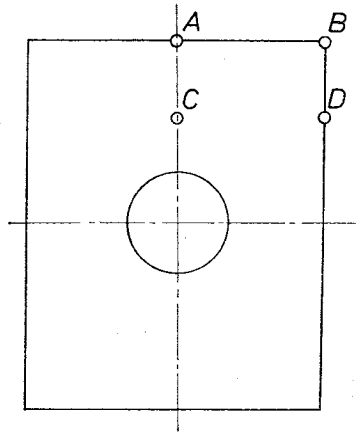
A dugattyú külső méreteinek és alakjának változása a hőmérséklet-egyenetlenségektől, a dugattyú anyagának hőtágulásától és feszültségi állapotának változásától függ.

Az esetben, ha a hőkezelés technológiai adatait nem az ötvözeteknek megfelelően állítjuk be, akkor az ötvözet anyagszerkezete a gyártás ideje alatt nem éri el a homogén szilárd oldat állapotát. Az ilyen metastabil anyagú dugattyúk a motorba szerelve a hőtágulás hatására csak bizonyos működési idő után érik el stabil kristályszerkezetű állapotukat.

A hőhatásra bekövetkező változások legjobban a dugattyú un. kis- és nagytengelyén mérhetők. *Kistengelynek* nevezzük a csapszegfuraton átmenő egyenest, *nagytengelynek* az erre merőleges tengelyt.

A térfogatállandósági mérőpontok ebben a két síkban helyezkednek el (27. ábra). A mérési pontok a következők:

- az *A* pont a csapfurat feletti felületen van, a *B* pont ettől 90°-ra azonos magasságban;
- pontosabb meghatározáshoz még két, *C* és *D* pontot mérünk a paláston az *A* és *B* mérési pontok alatt.



27. ábra. A térfogatállandóság mérési pontjai

Ezeket a pontokat a megmunkált dugattyún ezred mm-es pontossággal kell mérni.

Ezután következnek a háromszori hőhatás 350 °C-on 5 h-ig. A három melegítés közötti lehűlés sebessége 50 °C/h. A harmadik melegítés után kell mérni a próbadarabot, és az e mérés és az első mérési érték közötti különbség adja a dugattyú „duzzadását”, vagyis térfogatváltozását. Az érték lehet pozitív vagy negatív.

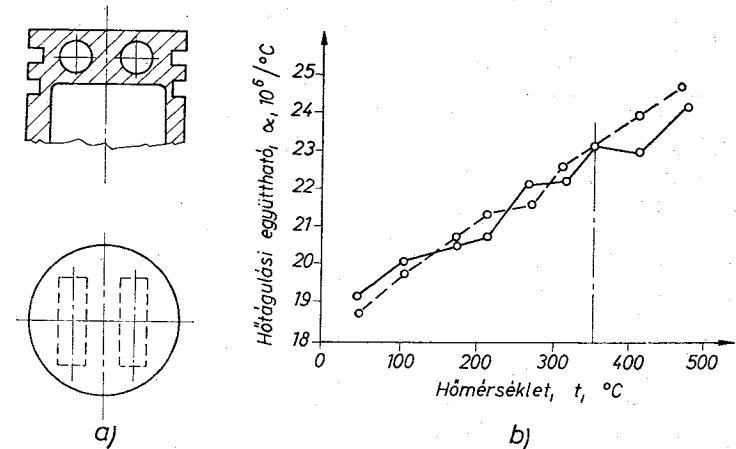
A megengedett duzzadás értéke a dugattyú *d* névleges átmérőjének és a dugattyúötvözet hőtágulási együtthatójának a szorzata:

- eutektikus ötvözet duzzadása  $(0,0001...0,00015)d$ ;
- hipoeutektikus ötvözet duzzadása  $(0,00015...0,0002)d$ ;
- hipereutektikus ötvözetek duzzadása  $(0,00008...0,0001)d$ .

Így pl.  $d=120$  mm átmérőjű eutektikus anyagból készült dugattyú térfogatváltozására 0,012...0,08 mm engedhető meg.

A kész dugattyú jellemző értéke még a hőhatásra jelentkező *hőállóság* és *hőtágulás*. Ezek az értékek összefüggnek a dugattyú hőterhelhetőségi maximumának meghatározásával.

A vizsgálat neve *dilatometeres mérés*. Az eljárás során a dugattyúból próbatestet metszünk ki (28. ábra), és azonos körülmények között dilatométerrel felvesszük a két próbatest hőokozta nyúlásgörbéjét 50...450 °C-os hőtartományban 50 °C-os lépcsőkkel. Ebből diagramot szerkesztünk, és a két görbét kiértékeljük: az ötvözet akkor homogén, ha



28. ábra. Dilatometeres hőterhelhetőségi vizsgálat

a) a próbatest kimunkálása; b) diagram (az egyik próbatest értékeit szaggatott, a másikat folytonos vonal jelöli)



a két görbe közel egyforma. Inhomogén ötvözet esetében a görbék eltérnek egymástól.

A mérések eredményeképpen megkapjuk az adott dugattyúötvözet vagy dugattyú felső hőterhelhetőségi pontját, amit a motor működésekor elsősorban figyelembe kell venni.

## B.4. A dugattyú szerkezeti kialakítása

A könnyűfém dugattyúk sokáig ún. *egyfémű* változatban készültek egyszerű öntött alakban. A motorok fejlesztése azonban egyre inkább megkövetelte a dugattyú szerkezeti módosítását és fejlesztését. Ezeknek az új változatoknak meg kellett felelniük a korszerű, nagy teljesítményű és nagy fordulatszámú motorok fokozott hő és mechanikai terhelései által támasztott követelményeknek. Az új öntési és megmunkálási technológiával gyártott dugattyúk jól beváltak, ezt igazolták a motorjáratási próbák eredményei.

### B.4.1. Hőtágulás a motorban

A könnyűfémötvözetekből készült dugattyúkat az öntöttvasénál lényegesebben nagyobb hőtágulásuk miatt viszonylag nagy illesztési hézaggal kell a hengerbe szerelni. Előre nem látott hőterhelések hatására a dugattyúhézag annyira csökkenhet, hogy a dugattyú hozzányomódik a hengerfalhoz, és berágódik a henger csúszófelületébe. A szakemberek nagy erőfeszítéseket tettek és tesznek, hogy a dugattyú hőtágulását már a könnyűfém dugattyú szerkesztésekor, méretezésekor minél jobban közelítsék az öntöttvasból készült hengerhüvelyhez. Az ilyen szerkezeti megoldások során pl. szándékosan eltorzítják a dugattyútestet. Figyelembe veszik a motorban fellépő hőmérsékletingadozás káros hatását. A tetőfelületen és a tűzgátban létrejött melegezési viszonyoknak az alumínium-ötvözet nem minden esetben tud ellenállni. Megfelelő szerkezeti módosításokkal úgy irányítják (szabályozzák) ezeket a megoldásokat, hogy ellen tudjanak állni az alakváltozási folyamatoknak.

Az ily módon készített dugattyúk alakja és hordfelületi kiképzése nem okoz károsodást, a motorban megbízhatóan üzemel.

A dugattyúk módosításai:

- a dugattyúalak megfelelő szerkesztése;
- a dugattyúpalást felhasítása;
- a dugattyú-csapszegfurat eltolása a szimmetriatengelytől;
- hűtőrendszerek alkalmazása;
- betétek beépítése.

Ezekben belül a következőképpen lehet a dugattyúkat csoportosítani:

- acélgyűrűbetétes dugattyúk (*Ringsstreifenkolben*);
- kettősfém dugattyúk (*Authotermik*);
- gyűrűhordós dugattyúk (*Ringträger*);
- alumínium—vas dugattyúk (*Al-Fin*);
- sajtolt dugattyúk (normál, gyűrűvédős betétes, hűtőcsatornás és szerelt felső részű);
- szerelt és hűtőcsatornás dugattyúk.

### B.4.2. Dugattyúfajták

**Acélgyűrűbetétes dugattyúk.** Mivel a személygépkocsiktól és egyéb nagy teljesítményű közúti gépjárművektől fokozottan nyugodt, üzembiztos járást várunk, szerkesztőik mindent elkövetnek, hogy a dugattyú szerkezeti kialakítása is megfeleljen ennek az elvárásnak. Így fejlődött ki az alumínium dugattyúba beépített acéllemezek és -gyűrűk számtalan megoldása, amelyek csökkentik a dugattyú hőtágulását.

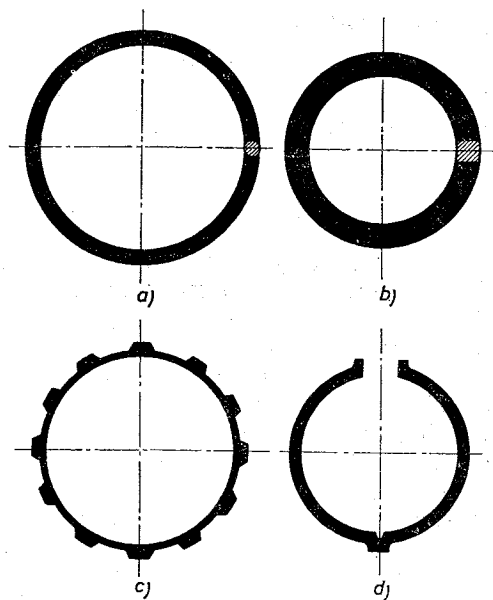
Ezen az úton igen sok dugattyúszerkezet fejlődött ki, ezek közül azonban csak nagyon keveset sikerült megvalósítani és valóban a gyakorlatban alkalmazni. Ennek ellenére érdemes megemlíteni azokat az erőfeszítéseket, próbálkozásokat, amelyek végül is a megoldáshoz vezettek. Az utóbbi 30 évben így jöhetett létre számtalan gépkocsitípusban az invarbetétes, gyűrűhordós és egyéb megoldások egész sora. Elég csak megemlíteni, hogy a személygépkocsik közül a legtöbb Fiat motorban milyen eredményesen üzemelnek betétes dugattyúk.

Először azzal próbálkoztak, hogy az alumíniumötvözetek viszonylag nagy hőtágulását ellensúlyozzák, így különféle alakú acélgyűrűket iktattak a dugattyú palástjába. Ezzel a megoldással akarták mérsékelni a hőhatás okozta növekedést, az alakváltozás nagyságát. Ilyen kísérleteket már a 30-as években is végeztek. Ezeknek a szabadalmi leírásoknak mindegyikében egybehangzóan arra hívták fel a figyelmet, hogy meg kell akadályozni a dugattyúk nagymérvű ovális alakváltozását. A szerkesztési megoldások első ízben nem vezettek eredményre, mivel a vas és alumínium hőtágulása közötti különbség igen nagy. Az ébredő ellentétes irányú erők a különemű anyagpárkötés keresztmetszetében elkerülhetetlenül lazulást és roncsolást okoztak.

A szerkesztők az alapvető hibát felismerték, és megpróbálták az egymással ellentétesen működő hőtágulási erők káros hatásait levezetni, kiegyenlíteni úgy, hogy a dugattyúpalást elfogadható alakváltozásait idézzék elő.

A megoldások a következők voltak:

Az acélgyűrűket oly módon öntötték a dugattyútestbe, hogy zsugorkötésben legyenek magával a dugattyúpalástartal. Itt ebben az esetben kör- és négyszögletes szelvényű gyűrűket javasolnak, de beiktathatók gyűrűszegmensként is a palástfal hosszanti hasítékánál (29. ábra).

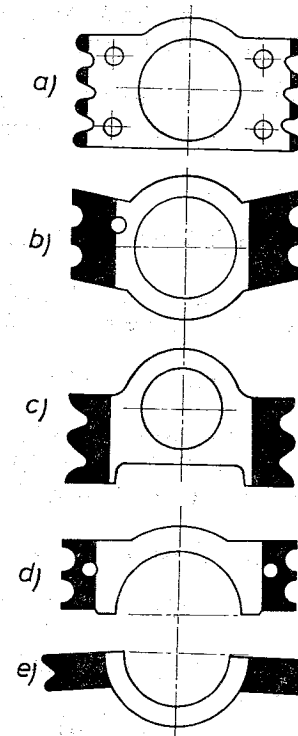


29. ábra. Dugattyúszabályozó betétek  
a) teljes kör keresztmetszetű; b) négyzetes; c) fogazott;  
d) nyitott pofásbetét

Nem sima acélgyűrű beöntése nem oldható kötéssel. A dugattyúpalástarton hosszanti hasíték van, így azután az ellentétes hatású hőtágulási mozgások kiegyenlítődnek anélkül, hogy a gyűrű eltörne.

Lemezbetétek beöntése (30. ábra). Az alumínium palást hőtágulási hatásait lemezbetétekkel úgy szabályozzák, hogy alkalmazkodják a hengerhüvely hőtágulásához. A dugattyú két ellentétes hordfelületi részét függetlenítik, és a lemezbetétek különféle szelvényűre kialakított változatait a fejrész és a csapszegerősítő közti átmenetbe öntik. Ez a megoldás több szempontból is előnyösnek bizonyult: az ablakszerű át-töréseknél kiküszöbölik a palást tágulását visszatartó acél és az eltérni igyekvő acél-alumínium kölcsönhatását.

**Kettősfém dugattyúk.** Az újabb változatokban azonban felismerték, hogy a nyugodt járás megvalósítására és a berágódástól való védelemre nem feltétlenül szükséges az egész palást visszafogása. Csupán az a fontos,



30. ábra. Dugattyúszabályozó betétek lemez-alakban  
a)–c) normál betétek; d) magas betét; e) alacsony betét

hogy a palást hordfelületei alkalmazkodjanak a hengerhüvely hőtágulásához. A csapszegoldalokon a palástszakaszok hidegen távolabb maradhatnak a hengerhüvelyfáltól. Ezért a kettősfémhatás elvén alapuló újabb dugattyúkat úgy szerkesztették, hogy az acélbetétek a dugattyúpalástot a nyugodt járás követelményeinek megfelelően torzítják, vagyis amikor a hőmérséklet növekszik, csak a palást hordfelületeit tartják vissza, a dugattyútest többi részét pedig a megfelelő arányban tolják a csapszegek irányába. Ezért az ilyen jellegű dugattyúkat a megmunkálás során oválisra alakítják. Ha a megfelelő helyeken és módon beiktatott acéllemezek előidézte alakváltozás következtében a hőmérséklet növekszik, a dugattyúpalást többé-kevésbé kör alakúvá válik.

Ezeknek a megoldásoknak az az előnyük, hogy ún. *telj. palástú dugattyúkat* alkalmazhatunk hosszanti hasítékok nélkül. Az acéllemezek és a könnyűfém palást kötése kettősfémhatást hoz létre. Hozzáköthető pl. az acélbetét külső fogkoszorújával vagy perforálással, amelyet öntéskor kitöltünk a palást könnyűfém anyagával. Öntéskor a betéteket a kokilla-

falra vagy a magrészekre is elhelyezhetjük vezetőcsapokkal. Az öntés utáni lehűléskor a könnyűfémötvözet nem oldható kötéssel zsurorodik a szabályozógyűrűre vagy a behelyezett betétre.

A könnyűfém dugattyú üzemi hőmérsékleten hőtágulási tényezőjének megfelelően  $16...21 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ -kal terjeszkedik. Ebben akadályozza a behelyezett betét, amelynek tágulása:

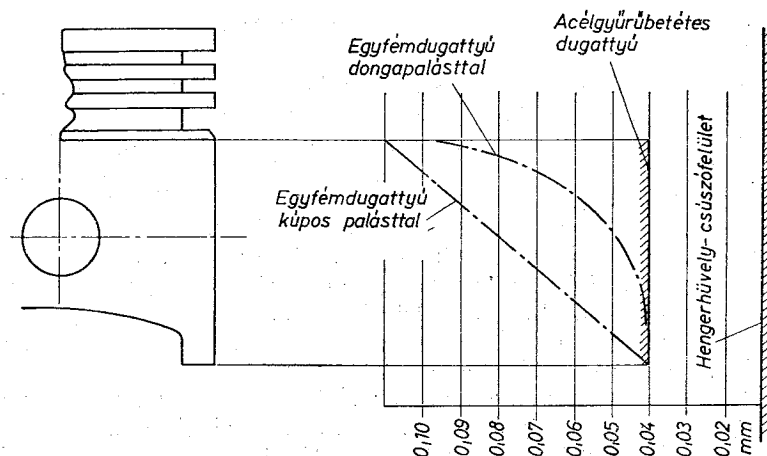
$$11...12 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}.$$

A betétes és acélgyűrűs dugattyúk anyaga kétféle: eutektikus és hipereutektikus dugattyúötvözet.

A kétütemű motorban a betétes dugattyúk még nem váltak be úgy, mint a négyüteműben. Jelenleg is folynak a kísérletek, de alkalmazását több tényező nehezíti:

- a dugattyú és a henger hőterhelése nagyobb mint a négyütemű motorban;
- az égés hőmérsékletének hatása a dugattyú és a hengerhüvely hőmérsékletének alakulására egyenletes terhelésen kevésbé állandó; függ az öblítés, a keverékképzés és a gyújtás részéről jelentkező véletlen hatásoktól;
- a hengerfalnak az öblítőnyíláson való megfelelő kenése bizonytalan, különösen kipufogáskor;
- a henger szükségszerűen aszimmetrikus alakja áttekinthetetlen hőtágulásra vezet.

A 31. ábrán egyféműből készült és a betétes dugattyúk palástalkotójának kialakítása látható.



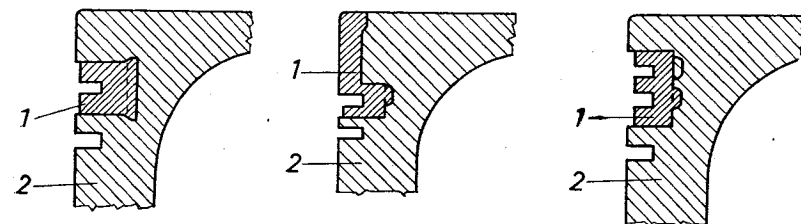
31. ábra. Szabályozóbetétes és egyféműdugattyúk palástalkotójának kialakítása hideg állapotban

**Gyűrűhordós dugattyúk.** Az élettartamot — különösen nagy teljesítményű tehergépkocsik Diesel-motorjának élettartamát — gyakran korlátozza, hogy a dugattyúk hornyai főként a felső dugattyúgyűrűnél hamar elkopnak. A dugattyúgyűrűhornyok és dugattyúgyűrűk kopása gyorsabb, ha

- a dugattyút a nagy teljesítmény elérésére termikusan és dinamikus anyira igénybe vesszük, hogy ezáltal a dugattyú anyaga a gyűrűhornyok közelében elveszíti szilárdságát és ellenálló-képességét;
- a motor olyan közegben dolgozik, ahol igen sok port szív be, és a szűrés nem megfelelő, így jobban kopik a henger és a dugattyú;
- a motort káros maradványokat képező üzemanyag hajtja.

A kopással együtt nő a dugattyúgyűrű és a horony közti játék. Ilyenkor a gyűrű súrlódási felületével már nem halad pontosan a kialakított pályán, élei lekopnak, és nem tömit. Az olajfogyasztás és a gáz átengedése idővel meghaladja a megengedhető mértéket. Ezenkívül fennáll a dugattyúgyűrűtörés veszélye, ez pedig a hengerhüvelyben és a dugattyúban is roncsolást idézhet elő.

A dugattyúgyűrűhornyok kopásának kiküszöbölésére ún. *gyűrűtartókat* öntenek a dugattyú legfelső hornyába, ez a kompressziógyűrű fészke (32. ábra).



32. ábra. Gyűrűhordozó betétes dugattyúk  
1 betét; 2 dugattyúrészlet

A gyűrűhordozók anyaga általában *Ni-resist*. Összetétele:

Ni	13,5...17,5%
Cu	3,5...7,5%
Cr	1,0...2,5%
Mn	1,0...1,5%
Si	1,0...2,8%
C	max. 3,0%
Fe	maradék
$R_m$	(20...200 °C-on) = 150...210 N/mm <sup>2</sup> (15...21 kp/mm <sup>2</sup> )
	Keménysége 120...200 HB.

A gyűrűtartó és a dugattyú közötti kötés javítása végett a gyűrűtartót Al-fin eljárással öntik a dugattyúba.

**Az Al-fin eljárás.** Alumíniumötvözetek más fémekkel való kombinált öntésének nehézsége abban áll, hogy az alumíniumötvözet felületi oxidhárttyója megakadályozza a körülöntött alkatrész kötődését. 1942-ben az Egyesült Államokban a New York-i *Fairchild Engine* cég új öntési eljárást fejlesztett ki Al-fin néven. Ez lehetővé tette a vas és alumíniumötvözet közötti koherens kapcsolatot.

Az eljárás során a nehézfém alkatrész és az alumíniumötvözet között kifogástalan kapcsolatnak kell létrejönnie, amely a fémközi fázisok keletkezésében jelentkezik. Az alfinezéshez a beöntendő alkatrészek felületét portól, zsírtól és revétől meg kell tisztítani, és lehetőleg finomabbra munkálni. Az előkezelt nehézfém alkatrészeket be kell mártani az alumínium olvadékba. Miután ezek meghatározott hőmérsékletig felmelegedtek, az olvadék és a szilárd anyag között diffúziós folyamatok jönnek létre. Ennek folyamán a következő szövétfázisok keletkeznek.

A bemelegített acélalkatrész peremrésze alumíniummal telítődik. A túltelítés következtében az acélon  $Al_3Fe$ ,  $Al_5Fe_2$  és  $AlFe_2$  fémközi fázisok keletkeznek. A diffúziós övezet közvetlen közelében előforduló leoldott  $AlFe$  részecskék az alumínium felé csökkenő vaskoncentráció következtében az olvadékban feloldódnak. Az olvadéknak a beöntött alkatrésze tapadó vastagsága az olvadék viszkozitásától, vagyis a fürdő hőmérsékletétől függően 0,1...0,6 mm-ig terjedhet.

Az Al-fin kötőréteg kialakítása függ

- az alumíniumötvözet-olvadék összetételétől és hőmérsékletétől;
- a nehézfém alkatrészek anyagösszetételétől;
- a körülöntendő nehézfém alkatrész hőmérsékletétől.

A beöntött alkatrész ellenőrzéséről, a kötés megfelelő kialakításának vizsgálatáról az öntődei anyagvizsgálatoknál már volt szó (ultrahangos módszer).

**A sajtolt dugattyúk** mechanikai jellemzői jobbak mint az öntötteké, különösen termikus terhelés alatt. Például az öntött hiperszil dugattyú szakítószilárdsága 180...220 N/mm<sup>2</sup> (18...22 kp/mm<sup>2</sup>), míg az ugyanaból az anyagból kovácsolt dugattyúé 270...300 N/mm<sup>2</sup> (27...30 kp/mm<sup>2</sup>).

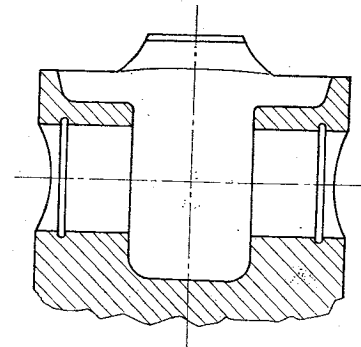
A nagy teljesítményű motorokban, ahol a dugattyú egyidejűleg van kitéve magas hőmérsékletnek és nagy mechanikai igénybevételnek, a kovácsolt dugattyú alkalmasabb (33. ábra).

A sajtolt anyagszerkezetben gyakorlatilag nem fordul elő repedés és porozitás.

A sajtolt dugattyúk anyagai általában 15...18% szilíciumtartalmú ötvözetek, használunk azonban eutektikus dugattyúötvözeteket is. A

gyártás első részében az anyagot folyamatos öntéssel rúdformává alakítjuk és daraboljuk. A darabokat 500 °C-ra hevítjük, majd süllyesztékes szerszámban dugattyúvá sajtoljuk.

Különösen az aláméretezett csapszegekkel készült dugattyúk esetében jelentkeznek a sajtolt anyagszerkezet előnyei, az ilyen anyag ui. követni tudja a csapszeg által okozott nagyobb méretű alakváltozást.



33. ábra. Sajtolt dugattyúrészlet

**Szerelt és hűtőcsatornás dugattyúk.** Egyes igen nagy teljesítményű motorok könnyűfém dugattyúi sem kovácsolt, sem gyűrűhordós változatban nem felelnek meg a nagyobb termikus és szilárdsági követelményeknek. Az üzemeltetés során bizonyos körülmények között rendellenesség tapasztalható: törés, sérülés következik be. Ilyen esetben alkalmazunk gömbgrafitos öntöttvasból készült dugattyúkoronákat, amelyek belülről csavarkötésekkel illeszkednek a dugattyú palástrészéhez.

Ezek a *szerelt dugattyúk*.

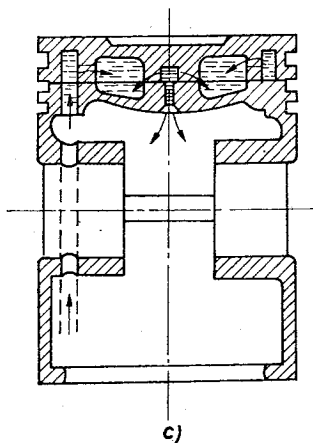
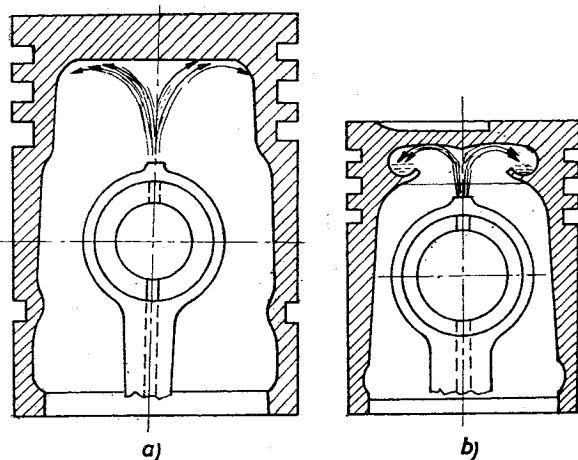
A dugattyú élettartam-növelésének másik módszere a hűtési viszonyok javítása. Ezt a célt szolgálja a hűtőcsatornák beépítése a dugattyú fejrészébe. A kialakítás során azonban figyelembe kell venni, hogy a hűtőtér helyzetét és elhelyezését szilárdsági szempontok korlátozzák.

A beöntött hűtőkígyók, ill. hűtőcsatornák a dugattyúcsapszeg környezetében a dugattyúgyűrűk övezetéhez közel helyezkednek el.

A hűtőcsatornák kialakításának több módja van:

- öntés előtt a mintába a dugattyúfejrészhez sómagot helyezünk, ami öntés után eltávolítható, és ezáltal kiképezi a hűtőjáratot;
- megmunkálással alakítjuk ki;
- szerelt, előgyártott hűtőkígyókat építünk a dugattyúba.

A 34. ábra a szerelt és hűtőcsatornás változatra szemléltet példát.



34. ábra. Dugattyúhűtési módok  
 a) befecskendezéses rendszerű; b) koktélhűtés rendszerű; c) szerelt hűtőkamrás dugattyú

Egyéb dugattyúváltozatok közé tartozik a következő két dugattyúforma.

*Dugattyú eltolt csapszeggel*, ahol a csapszeg furatát a hossz tengelyhez képest 1...3 mm-rel eltolva alakítjuk ki a megmunkálás során. Ez a kialakítás elősegíti, hogy a dugattyúnak a motorban viszonylag zajtalanul járjon.

Az eltolás irányát minden esetben meg kell jelölni a dugattyú tetőrészén vagy ablakkiképzésén.

A dugattyúpalást felhasításának feladata a hőelvezetés kedvező beállítása, a dugattyú kopásának csökkentése. A hézagolás alakjáról még a megmunkálásnál szó lesz.

### B.5. A dugattyú megmunkálása

Az öntött vagy sajtolt dugattyú végső gyártási szakasza a készre-munkálás.

Az alumíniumötvözetek általában igen jól forgácsolhatók, de — mint a legtöbb fém forgácsolásához — a szerszámokat némileg módosítani kell.

A dugattyúötvözetek forgácsolásának tényezői:

- az ötvözet forgácsolhatósága;
- forgácsolósebesség;
- felületi előírások;
- a szerszámok élettartama;
- a legkisebb tűrésmezők.

Valamennyi tényező függ a megmunkált dugattyúötvözet tulajdonságaitól és belső anyagszerkezetétől.

A dugattyú szerkezeti felépítését és a megmunkálás lehetőségeit összevetve a következőket kell figyelembe venni:

- a dugattyú palástalakja igen bonyolult geometriai forma, a csapszegfuratra pedig igen szigorú pontossági tűrés van előírva;
- a dugattyút olyan gyártó sorra kell megmunkálni, mely a minőségi igényen kívül figyelembe veszi a gazdaságos gyártás feltételeit is.

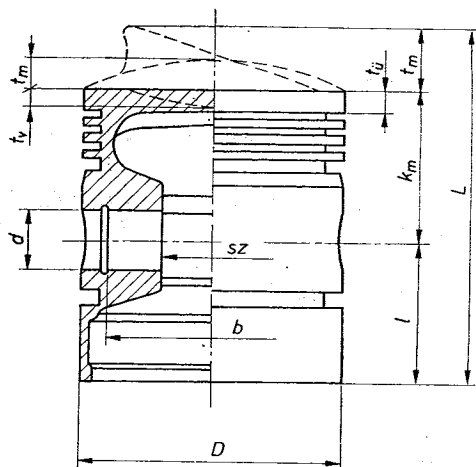
Ha a dugattyút megmunkálási jellemzők szempontjából vizsgáljuk, méreteit a következő elemek határozzák meg.

Az osztályméretet meghatározó pont a  $D$  érték, a paláston helyezkedik el, és ehhez kell igazítani a dugattyú méretét. A méret meghatározásakor már figyelembe vették a motorüzemi hőhatásra kialakult viszonyokat is.

Hossz-szelvény vagy fő palástalkotó a dugattyú külső palástfelületének a dugattyúcsapszemre merőleges szelvénye. A szelvény minden egyes pontja tengelyirányban és sugárirányban meg van határozva. Ez az alkotó igen bonyolult alakú. A mérés két keresztmetszetet meghatározó lényeges eleme: a dugattyú *kis-* és *nagy*tengelye.

A dugattyú felülete igen fontos, mivel ez a felület surlódik a hengerben. A felület simaságát az  $R_a$  érdességi mérőszám határozza meg. A felületi minőségtől függnek a kopás mértéke és a kenési viszonyok.

A megmunkált dugattyú főbb méreteit a 35. ábra szemlélteti.



35. ábra. A megmunkált dugattyú főbb méretei

$D$  a dugattyú átmérője;  $sz$  szemtávolság;  $b$  biztosítóhoronytávolság;  $d$  csapfuratátmérő;  $l$  alsó hossz méret;  $L$  a dugattyú teljes hossza;  $k_m$  kompressziómagasság;  $t_u$  tűzgátméret;  $t_v$  tetővastagság;  $t_m$  külső tetőméret

### B.5.1. Megmunkálási szempontok

A dugattyúktól működési okokból megkövetelt tulajdonságok szükségessé teszik, hogy a megmunkálás során egészen különleges figyelmet szenteljünk a geometriai kialakítás pontosságának. Ezért igen lényegesek már az első műveletek is, amelyek során a végső kialakítás bázisai készülnek el. Így pl. a külső és belső átmérők pontossága, egytengelyűsége már meghatározza a későbbi műveletek pontosságát.

Ez az egytengelyűség csak akkor tartható, ha az első műveletekben a munkadarabot belül igen pontos készülék tájolja.

A másik fontos szempont, a gyűrűhornyok és oldalaik derékszögűsége a dugattyú hossz tengelyéhez viszonyítva. Ez csak úgy érhető el, hogy minél kevesebb felfogással munkáljuk meg a munkadarabot.

Pontosan be kell tartani a dugattyúcsapszeg furatának és a hossz tengelynek a derékszögtűrését is. Ezért mindkét felület megmunkálásakor egy bázisfelületről induljunk ki.

A dugattyú készremunkálásának műveleteit a következőképpen csoportosítjuk:

- az előműveletek során kialakítjuk a dugattyú durvabázisait, amelyek segítségével a finomméreteket előállíthatók;
- a közép műveletekben a ráhagyásokat távolítjuk el, finombázisokat képezünk a készremunkáláshoz;
- a finomműveletek a dugattyú készremunkálásának végső műveletei, amelyek már ezred mm-es tűréssel készülnek;
- a felületkezelések során a dugattyú felületét vegyi vagy villamos úton bevonják az előírt réteggel.

A dugattyú palástalakgörbéinek a geometriai henger alaktól eltérő méretalakulást nevezünk a dugattyútetőtér kivételével. A tengely- és sugárirányú méretváltozás nagysága a dugattyú hőmérsékletétől és mechanikai terhelésétől, a dugattyú anyagának hőtágulási együtthatójától és a terhelések alatti viselkedésétől függ. Ebből nyilvánvaló, hogy csak egy korlátozott teljesítménytartomány részére lehet a legkedvezőbb dugattyú-palástalakgörbét elkészíteni. Ennek a tartománynak a határai annál szűkebbek, minél nagyobb a dugattyú anyagának hőtágulási együtthatója. A hővezető képesség erre vonatkozó hatását a hőáramlási keresztmetszetek megfelelő változtatásaival lehet kiküszöbölni.

A dugattyú-palástalakgörbék méretezésekor lényeges a dugattyúgyűrű övezetével való együttes kialakítás, mivel ennek a két főrésznek a harmonikus együttműködésétől függ

- a berágódás elleni biztonság;
- a súrlódási veszteségek csökkentése;
- az olajfogyasztás megfelelő szinten tartása;
- a gázáthatolások megakadályozása.

A használatos dugattyú-palástalakokat a 36. ábra szemlélteti.

A kúpos vagy donga palástalkotók esetében a dugattyú átmérője a szájrész felől kiindulva a tetőtér felé méreteiben állandóan csökken. Ezek a formák kiegyenlítik a hőtágulást, hosszirányú síkokban kör vagy ovális átmérőkkel.

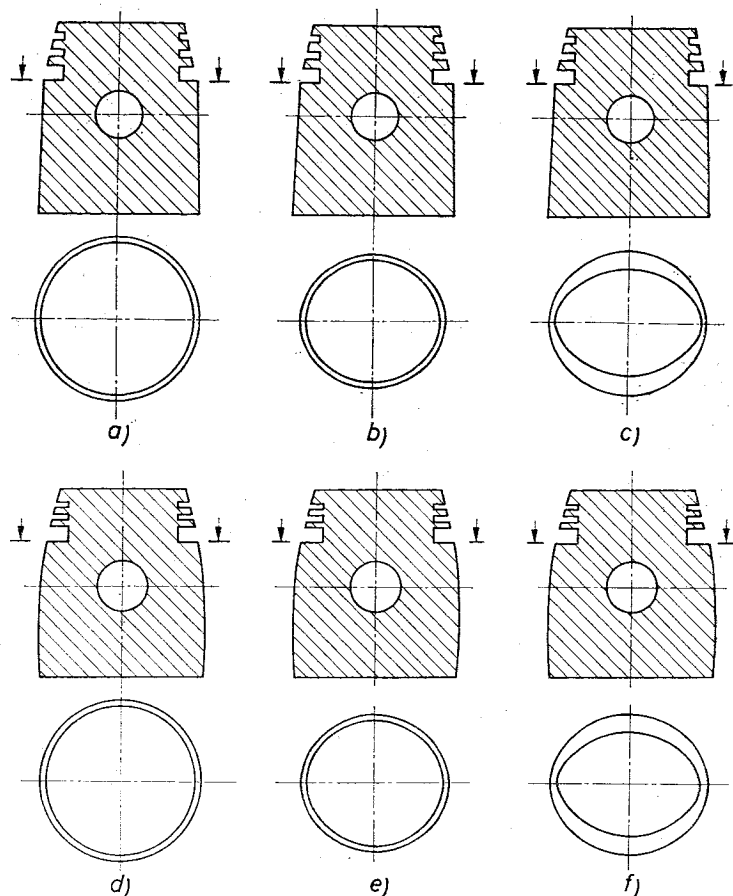
A legrégebb és legegyszerűbb dugattyúalak a körkúp volt, amely azt jelenti, hogy a kúp alakú dugattyúpalást minden sugárirányú metszete kör alakú.

Az ovális kúpos dugattyúk metszete minden síkban ellipszis.

A változó ovális kúpos és donga dugattyúk valamennyi metszete olyan ellipszis, amelynek a nagy- és kistengelye metszetenként változik.

A dugattyúk hőelvezetését kétféle módon lehet szabályozni:

- a belső profil alakját pontos számítások alapján úgy lehet méretezni, hogy a fenékkeresztmetszetre összpontosult hőmennyisé-



36. ábra. Forgácsolással kialakított palástformák

a) körkúpos; b) ovális kúpos; c) változó ovális kúpos; d) dongakör; e) ovális donga; f) változó ovális donga

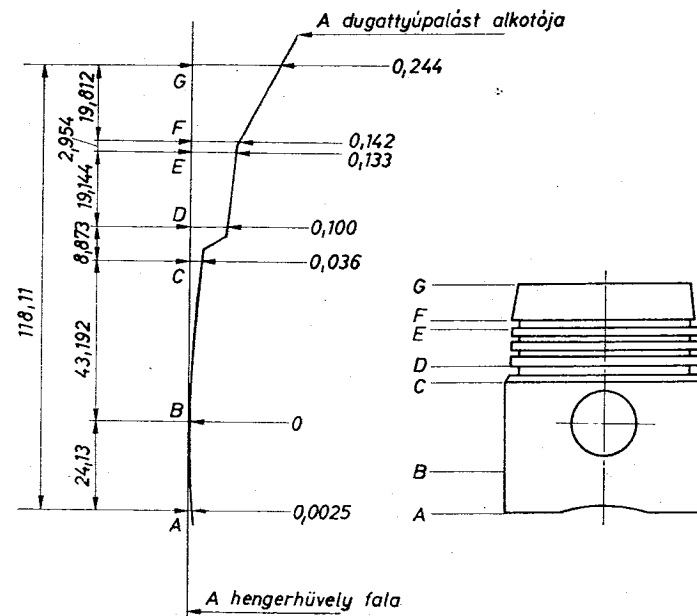
get a leghatékonyabban vezesse el a dugattyúgyűrűk és a palást felé;

— a külső alakot a legkedvezőbbre alakítjuk ki (37. ábra).

**A dugattyú ónozása** az egyik legismertebb felületkezelési módszer. Kétféle változata van: egyik esetben a dugattyú teljes felületét, a másik esetben a csapfuratot bedugózzuk, ez tehát bevonat nélkül marad.

*Az ónozás műveletei.*

1. Zsírtalanítás enyhén alkalikus ( $\text{pH}=11$ ) oldatban  $60\text{...}80\text{ }^\circ\text{C}$ -on  $2\text{...}3$  min-ig.



37. ábra.  $\varnothing 105$  mm-es dugattyú palástjának kialakítása

2. Semlegesítés  $10\text{...}20\%$ -os salétromsavban  $1\text{...}2$  min-ig.  
3. Öblítés folyó vízben.

4. Kémiai ónozás; az oldat összetétele: nátrium-hidroszulfát ( $\text{Na}_2\text{SnO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ )  $30\text{...}40$  g/l + nátronlúg ( $\text{NaOH}$   $1,5\text{...}2,5$  g/l). Fontos, hogy a szabad szóda mennyiségét az előírt értékek között tartsuk, hogy elkerüljük a jelentékenyebb méretváltozást és a felületi egyenetlenségeket. A fürdő hőmérséklete  $70 \pm 5\text{ }^\circ\text{C}$ , a mártási idő  $3\text{...}4$  min.

Ilyen összetételű oldatban és időtartam alatt az önfelület vastagsága  $1\text{...}1,5\text{ }\mu\text{m}$ .

5. Öblítés folyó vízben kétszer.

6. Szárítás  $80\text{...}85\text{ }^\circ\text{C}$ -on.

7. Ellenőrzés. Szemrevételezéssel: a felület egyenletesen fényes, gyöngyszürke lehet. Szemcsék, foltok jelenléte nem engedhető meg. Az ónozott felület érdessége az előírt értéktől  $+0,1$ -del térhet el.

Méretellenőrzés: a csapszegfurat átmérőjének a túrésan belül kell maradnia. A felületen lerakódott ónréteget kémiai úton visszamaratással és különleges felületmérő berendezéssel lehet ellenőrizni.

**A dugattyúk felületi ólmozását** ritkábban alkalmazzuk. A bevonat elkészítéséhez  $\text{PbSiF}_6$  vegyületet használunk. A műveletek hasonlóak az ónozáséhoz.

**A dugattyúk grafitozása.** A Diesel-motorok dugattyúihoz alkalmazuk. Célja a jobb bejáródás, az élettartam meghosszabbítása és a palást sérülésének megakadályozása.

A grafitozási eljárás három egymástól jól elkülöníthető műveletre tagozódik:

1. Előkészítés grafitozásra.
2. A grafit felhordása a dugattyú felületére.
3. Utókezelés.

Az előkészítéshez triklór-etilént, nátrium-hidroxidot és salétromsavat használunk. A grafitemulzió (2. művelet) a következő anyagokból áll:

- metil-alkohol;
- nitrocellulóz;
- grafit.

A grafitot 100 °C-ra előmelegített szuszpenzióban hordjuk fel a felületre. A grafitréteg vastagsága kb. 10 µm.

Az utókezelés során (3. művelet) a dugattyút kemencébe helyezik és 3 h-án át 100...150 °C-on hőkezelik.

**Automatizált dugattyúmegmunkáló sorok.** A korszerű nagysorozatok megmunkálása elképzelhetetlen automatizált rendszerek nélkül. Ezeknél a gyártó soroknál felhasználjuk az egyéb autóiipari termékek gyártásának korszerű tapasztalatait. A dugattyúgyártó sorokon a gyártást korszerű, gazdaságosan termelő alapgépekre építjük, korszerű anyagmozgatással kiegészítve. Feltétlenül szerepeljenek a dugattyú tömegszerű megmunkálására alkalmas célgépek, ilyenek pl. a többorsós automaták.

A dugattyúmegmunkáló hat-nyolcorsós automatán a dugattyút különleges befogóhüvelyben fogjuk fel. A több hüvely egy orsódobba van beágyazva. Az egyes szerkezeti mozgásokat bütyköstárcsák és ütközők vezérlik, amelyek egy vezértengelyen helyezkednek el. A vezértengely 360°-os fordulata alatt készül el egy dugattyú. A vezértengely forgásának két szakasza van:

1. Műveleti előtolás 0°-tól 150°-ig, amelynek során a körszimmetrikus felületeket az automata megmunkálja, és a munkadarabokat kicseréli a befogóhüvelyekben.

2. Gyorsított menet 150°-tól 360°-ig, amikor a készánok a munkatérből kijönnek, az orsódob továbbkapcsol, és a készánok a következő munkadarabhoz helyzetbe állnak.

A gép működése központi vezérlőtábláról irányítható. A berendezésben az összes biztonsági áramkörök úgy vannak bekötve, hogy üzemzavar esetén azonnal kikapcsolják a műveleti előtolást vagy a gyorsított menet tengelykapcsolóját.

Az ilyen többorsós gépeken a következő műveletek végezhetőek el:

- horonybeszúrások, élék letörése;

- palástesztergálás (nagyolás);
- a csúcsfészek eltávolítása, tetőesztergálás;
- a palást második nagyoló esztergálása;

A dugattyúgyártás körfolyamatában még a következő műveletek automatizálhatók:

- a tömeg mérése és a többletanyag eltávolítása célberendezéssel;
- a dugattyúk végső mosása, szárítása szállítószalagon automata mosóberendezéssel;
- ónozás és egyéb felületi bevonás.

### B.5.2. A megmunkálás műveletei

A dugattyúmegmunkáló gépsor vagy gyártó részleg igen nagy pontosságú, jó minőségű gépparkot és felszerszámozást igényel, hiszen ezred mm-es tűrésekkel kell dolgozni.

A gyártó egységben mind egyetemes, mind célgépek szerepelnek.

A következőkben példaképpen átlagos felkészültségű dugattyúmegmunkáló sor műveleti sorrendjét ismertetjük, amely nagysorozat megmunkálására is alkalmas.

A megmunkálandó dugattyú készmértelei:

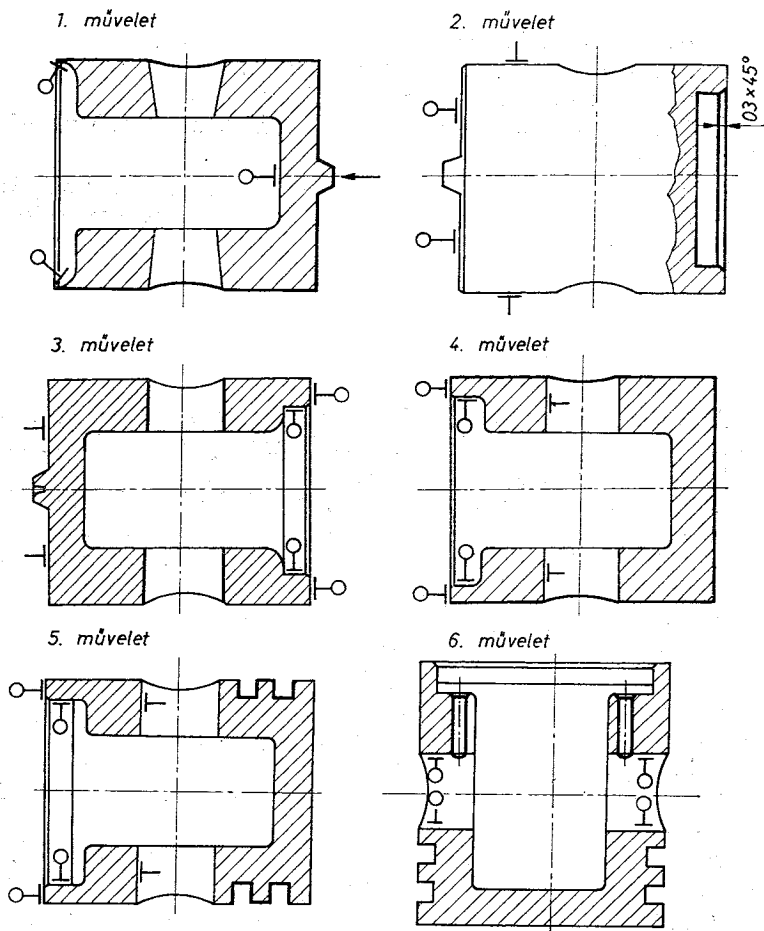
- a kész átmérő  $D=80,00$  mm;
- a dugattyú hosszmérete  $L=76$  mm;
- a csapfurat készmérete  $d=20$  mm;
- a csapfurat méretét két osztályra osztjuk  $\pm 0,005$  mm-rel;
- a dugattyú tömege  $380 \pm 4$  g;
- a dugattyú szerkezeti kialakítása: egyfémű dugattyú merev palástartal, a szoknyarész teli kialakítású.

A dugattyú négyütemű Otto-motor dugattyúja. Az öntöde által elő-nagyolt és hőkezelt dugattyú műveleti sorrendje a 38. ábrán látható.

1. *művelet: palástnagyolás, oldalazás.* A munkadarabot a belső fenékfelületen tájoljuk. A palást és a tetőfelület esztergálását az élettörésekkel együtt végezzük. E művelet során ügyelni kell a bázisfelület pontos felfekvésére, valamint a szegnyereg csúcsának a tájolószemre való pontos vezetésére. Itt végzik el a dugattyú előzetes tömegkiegyensúlyozását, amely később a végső tömegkialakítás szempontjából fontos. Ez a tömegkialakítás a fenékvastagság szabályozásával oldható meg. A fenékvastagság tűrése  $^{+0,3}_{-0,15}$  mm, ezzel az értékkel  $\pm 10$  g-os előtömeget lehet kialakítani.

A nagyolt dugattyú átmérőtűrése:  $\pm 0,2$  mm. A megmunkálás első műveletére a legtöbb csúcseszterga alkalmas (pl. E—400). A szerszám-gép fordulatszáma 1500/min.

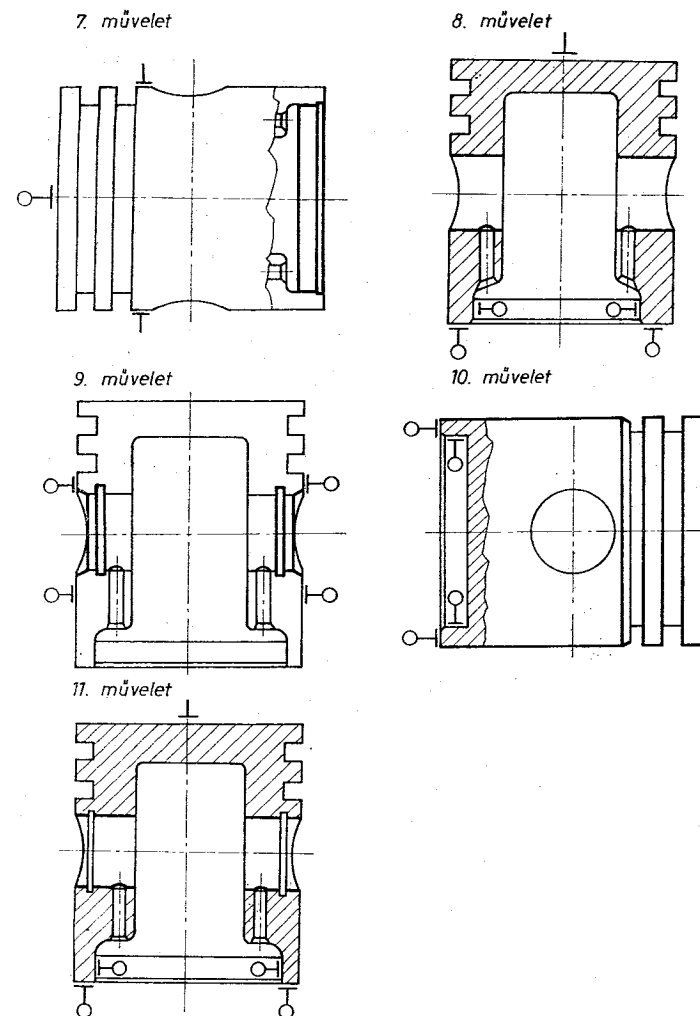




38. ábra.

**2. művelet: a szájnylás esztergálása.** A dugattyút hárompofás tokmányba fogjuk. A bázis az 1. művelet során kialakított palástfelület. A szájnylást mélységben és átmérőben munkáljuk meg, ez későbbi előbázis lesz a finommegmunkáláshoz (a palást ovális kialakításánál). A szájrészt  $45^\circ$ -os szögben letörjük. A szájrész mérettűrése átmérőben  $\pm 0,03$  mm. A csúcseszterga erre a műveletre is megfelel. Fordulatszáma 1400/min.

**3. művelet: csapfurat előfúrása.** A csapszegfuratot a készméréthez előmunkáljuk. Ez a művelet a helyzetkialakítás szempontjából igen fon-



38. ábra. Dugattyúmegmunkálás műveleti sorrendje

tos. A csapszegfurat tengelye és a dugattyú felezősíkja közötti eltérés max. 0,1 mm lehet. A merőlegesség tűrése 0,1/100 mm hosszön. Az előnagyolt furatátmérő tűrése +0,3 mm. A műveletet oszlopos fűrógépen végezzük, fordulatszáma 1200/min.

**4. művelet: tetőfelület- és palástesztergálás.** A két felület közül itt a tetőfelület már készmérétre és felületre készül. A két síkot egyszerre

munkáljuk meg kényszerpályás megoldással. A tetőrész magasságmérete a szájrészhez  $\pm_{0,05}^0$  mm, a dugattyú-palástátmérőnél  $\pm_{0,05}^0$  mm. Megmunkálás csúcsesztergán, fordulatszám 1400/min.

5. művelet: gyűrűhornyok beszurása. A műveletet két bázisról végezzük; a kialakított szájrészről és a csapszegfuratról. Itt egy rögzítő-csappal behúzzuk a dugattyút. A hornyok szélességét és szelvényét fésűskéssel alakítjuk ki. A hornyoknak a homlokfelülethez viszonyított merőlegességi tűrése 0,12/50 mm. A hornyok homlokfelületének a dugattyú-hossztengelyre megengedett ütése max. 0,05 mm, a hornyok megengedett fenékütele 0,2 mm. A művelet elvégezhető csúcsesztergán, automatizált gyártó soron többorsós gépen.

6. művelet: olajáteresztő furatok fúrása. A műveletet sajátosan kialakított készülékben végezzük, amelyben hárompofás tokmányban tájolunk. A furatok rendszerint 60°-os szögben helyezkednek el. Géptípus: asztali fúrógép.

7. művelet: a második szájnnyílás felszabályozása. Erre a műveletre a finomfúrás és az ovális kialakítás pontos mérettartása miatt van szükség. Gondosan ügyelni kell a felfekvés pontosságára. Mérettűrés a szájnnyílás-átmérőben  $\pm_{0,019}^0$  mm. A műveletet finomesztergán (EGS 250) végezzük, fordulatszám 1400/min.

8. művelet: csapfurat elősimítása. A csapfurat finomfúrása előtti közvetlen művelet. Célja, hogy a gyémántkést ne terhelje nagyobb öntési ráhagyás, ezáltal pontosabb lesz a készfurat, és kevesebb lesz az alakhiba. Finomfúrógépen végezzük, fordulatszám 2000/min.

9. művelet: biztosítóhorony beszurása, kitörése. A tájolótüske a csapszegfuraton keresztül fogja meg a munkadarabot. Ütközőfelület a dugattyú palástfőjére, innen kell visszamérni a két horony távolságát. A távolság tűrése +0,3 mm, átmérőben -0,15 mm. Csúcsesztergán végezzük, fordulatszám 1500/min.

10. művelet: palást simítása (oválisra alakítása), horonyfal éleinek letörése. A második szájbázison fogjuk fel a munkadarabot nagy pontosságú ovális tárcsára, a behúzókészülék pedig a csapszemen keresztül csappal rögzít. Erre a műveletre, amely a dugattyú egyik legfontosabb elemét készíti el, a nagyfokú pontosság kielégítésére a következő jellemzők előírásait kell szigorúan betartani:

- alaki pontosság;
- a megengedett mérettűrések tartása;
- felületi simaság.

Ezek a jellemzők megkövetelik a dugattyú anyagának egyöntetűségét (homogenitását), hogy pl. salakzárvány és egyéb öntészeti hiba minimális legyen a simítandó felületen, mivel ezek akadályozzák a méret pontos kialakítását. Fontos még, hogy a mérettűrések tartására az üzemnek ez a része lehetőleg legyen légkondicionált. Így a  $20 \pm 2$  °C-on a kis

hőingadozás nem okoz méreteltérést, hiszen minden 2 °C növekedésre vagy csökkenésre 1...1,5  $\mu$ m eltérést számolhatunk. A dugattyúpalástot kialakító finomeszterga és annak készülékei négy önálló szerkezeti egységből állnak:

- az ovális szelvényt előállító szerkezeti egység;
- a körszelvényű palástot másoló egység;
- a munkadarab-felfogó, mechanikai gyorsbefogó egység;
- a dongaszelvényt előállító egység.

A négy rész közül a legfontosabb két berendezés a dongaszelvényt létrehozó és az ovalitást előállító egység.

A dongaszelvényt létrehozó egység. Ahhoz, hogy a dugattyún a dongaszelvényt létrehozzuk, a kés hegyének a főorsó forgástengelyétől mért távolságát a hosszelőtolással összhangban kell vezérelni. Ezt az oválképző egységtől függetlenített rendszer végzi.

Az ovális szelvényt előállító szerkezet. A késkar tapintója közvetlenül az ovalítás nagyságát meghatározó hengeres görgővel érintkezik, amelynek tűrése 0,002 mm. A tűrés betartása nagyon fontos, mert a görgő méreteltérését a mechanizmus a munkadarabra is átadja. A munkadarabon elkészíthető ovalítás nagysága részben a vezérlőkar pillanatnyi helyzetétől függ.

Ennél a műveletnél alakítják ki a dugattyú *D* osztályozó méretét, amely egyes típusoknál 3, de lehet 4 vagy 5 méretosztály is. A motorok gyártási költsége és üzembiztonsága annál kisebb, minél nagyobb a dugattyú és a hengerpersely tűrésméreteinek szélessége, így szereléskor nagyobb a válogatás lehetősége. A hengerfuratok és a dugattyúk átmérőjének gyártási tűrései azonban nem lehetnek túl nagyok sem két okból. Egyrészt határt szabnak az üzemeltetési követelmények, másrészt osztályozáskor túl nagy tűrések esetén a motorszerelde és a beszerzési helyek nagy és nehezen kezelhető készletekkel kénytelenek gazdálkodni.

Ezért a több osztályba sorolás a dugattyúgyártásban néhány kivételtől eltekintve általánosan szokásos. A dugattyú-osztályméretek skáláit A, B, C-vel jelöljük.

A 10. művelethez használt finomesztergák fordulatszám 2000/min.

A megengedett ovalítás mértéke:  $\pm_{0,04}^0$  mm.

Egy osztálytűrés értéke 0,008 mm-től 0,012 mm-ig terjed.

11. művelet: csapszegfurat finomfúrása. Ez a művelet még pontosabb és szigorúbb előírásokat és tűréseket tartalmaz, mint az előző. Egy furat-osztály mérete ugyanis 0,002 mm-től 0,005 mm-ig terjed. A megengedett alakhibák, mint például a csapszegfurat kúposága és ovalítása, ezeknek az osztályméreteknek max. 15%-a lehet.

Ha egy dugattyúnál több csapszegfuratosztályt alakítunk ki, mint pl. ez lehet három vagy négy is, 0,0025 és 0,003 mm-es lépcsőkkel, akkor színjelzéssel látjuk el a kész dugattyú csapszegfuratának öntött felületét.

Szélesebb csapszegfurat-tartományban kevesebb a lehetőség a selejt-képződésre.

Igen fontos a finomfúró szár kialakítása. A művelet két-, négy- vagy többorsós gépeken végezhető. Általában a gyémántkés előtt ún. *előmunkáló kést* használunk, amelynek célja, hogy csökkentse a terhelést. A művelet közben képződő forgácsot el kell távolítani a furatból, mivel a kés esetleg a felületbe nyomja, és ezzel sérüléseket okozhat.

Finomesztergákon végezhető a művelet, fordulatszáma 2000/min.

**A dugattyúmegmunkálások kiegészítő műveletei.** A dugattyúk megmunkálása közben előfordulnak egyéb műveletek, melyek típusonként eltérhetnek:

- dugattyú tömegének kiegyensúlyozása;
- dugattyúpalást hasítása;
- dugattyúk felületi kezelése (ónozás, ólmozás, grafitozás, molibdén-diszulfátózás);
- dugattyúk mosása, tisztítása (a megmunkálás végén az olajszennyeződés eltávolítása felületkezelések előtt).

**A dugattyúk tömegének kiegyensúlyozása.** A dugattyúk motorban való tömegkiegyensúlyozása szempontjából követelmény lehet, hogy egy motoron belül meghatározott tömegtűréseket írnak elő. Ez lehet pl. 2 g-tól egészen 10 g-ig. A dugattyúk megmunkálása során a tömeg kialakításának kétféle módja van:

- a dugattyúöntvényre tömeget rögzítünk, amelyből megmunkáláskor a szükség szerinti mennyiséget eltávolítjuk;
- a tetőrész megmunkálásakor a fenékvastagsággal szabályozzuk a dugattyú tömegét, így törekszenek a végső tömeghatár elérésére. Ez a nehezebb megoldás.

**A dugattyúpalást hasítása (marása).** A rendeltetésnek megfelelően ezt a műveletet célgépeken végezzük, egyes dugattyúk gyártása során előre öntjük a palástba. A dugattyúpalást-hasítások lehetnek:

- U alakúak;
- T alakúak;
- trapézhasítások;
- egyenes vonalú egyetlen hasítás.

**A dugattyúk felületkezelése.** A motor bejáratási ideje alatt a súrlódási feltételek javítására a dugattyúk felületét ónnal, ólommal, grafittal vagy molibdén-diszulfiddal vonjuk be.

**Szabványok.** A dugattyúk megmunkálásával foglalkozó szabványok közül ismertebbek:

- a CSN 302101 és 302103 (csehszlovák),
- a TGL 7183—68 (NDK), amely a kész dugattyú követelményeit tárgyalja,
- a KGMSZ 504503—73 ágazati szabvány.

## B.6. A kész dugattyúk minőségellenőrzése

A dugattyú ellenőrzésének két szakasza van:

- öntés utáni ellenőrzés;
- megmunkálás utáni ellenőrzés, ún. *végátvétel*.

A készremunkált dugattyúk minősítésének műveletei:

- Geometriai méretellenőrzés, amely lehet mindendarabos vizsgálat. Így pl. a dugattyú osztályozómereteinek megállapítása a dugattyúpalást-átmérőben és a csapszegfuratban.
- Szűrőpróbaszerű vizsgálatok, ezek a gyártási dokumentációban meghatározott méretek ellenőrzéséből állanak.
- Egyéb ellenőrzések, mérések, pl. a felületbevonatok vizsgálati, a dugattyúpalást geometriai alakhűségének ellenőrzése. Így meghatározható pl. az ovális kialakítás és a csapszegfurat alakhibáinak nagysága stb.

Ma már a dugattyúkat korszerű üzemekben automatikusan, ún. *kombinált mérőgéppel* ellenőrzik.

Mint általában minden minőségellenőrzést, a dugattyúk minősítését is a legszigorúbb követelményrendszerek összességére kell alapozni. A minősítéseket az emberi szubjektivitástól függetleníteni kell objektív minősítő rendszerek és berendezések megvalósításával.

A műszerek beállíthatóságával, pontosságával szemben támasztott igen nagy követelményeket a dugattyúosztályozó automaták kielégítik.

Ezek az összetett berendezések a dokumentációban megadott pontokon mérik a dugattyú palástját, és minősítik az osztályértékeket. A dugattyúosztály értékének mérőpontja általában az alsó résztől mért bizonyos magasságban van. Így pl. a Fiat 126 motor dugattyújának osztályozópontja 57,25 mm-re van a tetőszéltől, a dugattyú teljes magassága pedig 80,5 mm.

A csapszegfuratméreteket is készülékekkel soroljuk osztályba, ahol a dugattyú felhelyezése után kigyullad a méretosztálynak megfelelő színű lámpa.

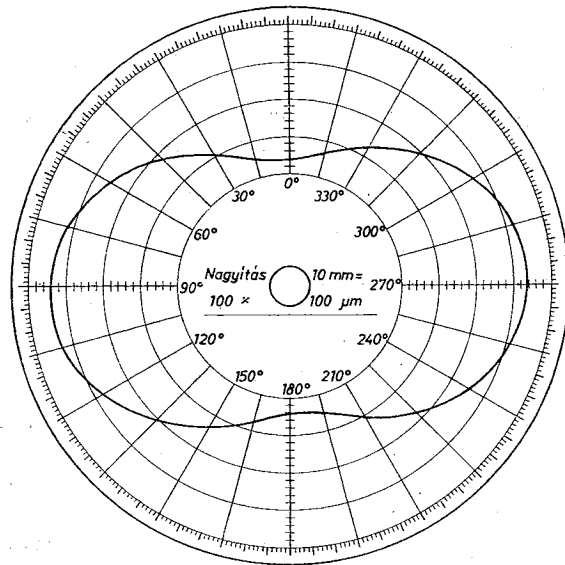
A mérőberendezések általában pneumatikával működnek. Ezekkel a berendezésekkel mikrométeres nagyságú pontosság tartható.

A méreteket mérőszobai hossz mérő berendezéseken ellenőrizzük. Ilyen vizsgálatok lehetnek

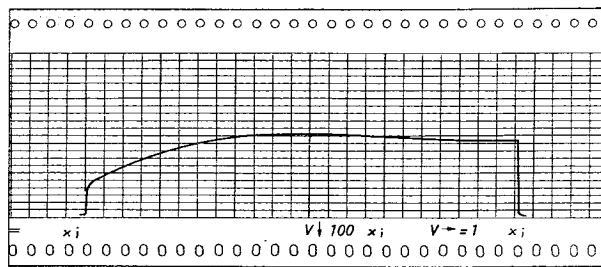
- a palást ovális méretének ellenőrzése;
- a palástalkotók méretének ellenőrzése;
- a felületi érdesség ellenőrzése a csapszegfuratban és a dugattyúpaláston;
- a palástátmérő kis- és nagy tengelyének egymáshoz való viszonya (egymással bezárt szög stb.);
- a csapszegfurat kúposágának és ovalitásának ellenőrzése.

A 39. ábrán a palást ovális keresztmetszet és alkotó részének mérőszobai diagramjai láthatók.

A mérőszobai ellenőrzéseken kívül, ahol természetes követelmény a klimatizált légtér, az üzemi gyártásban is fontosak a légkondicionált helyiségek, mivel ezek döntően befolyásolják a késztermék mérési eredményeit.



a)



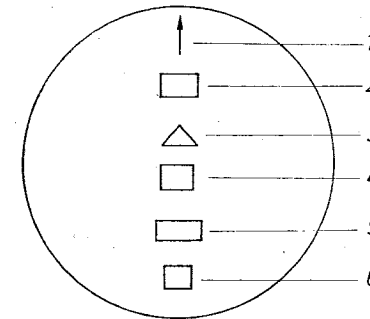
b)

39. ábra. Dugattyúk mérőszobai diagramjai

a) sugárirányú ovális diagram; b) palástalkotó menti diagram

A végellenőrzés által megfelelőnek minősített dugattyúkat a tetőfelületen jelzésekkel látjuk el. A beütött jelzések a következők lehetnek (40. ábra):

- a kész dugattyú átmérőjének jele: ez lehet pl. A, B, C, D vagy E betűjel;
- a csapszegfurat színjelzése egy vagy több színnel;
- a hengerperselyhez viszonyított hézag értéke;
- a gyártási év és a gyártó jele stb.



40. ábra. A kész dugattyú tetőrészébe ütött jelzések

1 a szerelés iránya; 2 az átmérőcsoport jele; 3 a gyártó mű jele; 4 a névleges méret; 5 beépítési játékok; 6 gyártási év és hónap

A dugattyúk geometriai minősítésén kívül meg kell említeni, mint lényeges ellenőrzést a *tartóssági vizsgálatokat*. A korszerű dugattyúgyárakban ez ma már természetes követelmény. Itt a gyártási sorozatból kiemelt dugattyúkat próbapadon vizsgálják, működési jellemzőiket regisztrálják. Az ilyen vizsgálatok szavatosságot adnak egy-egy dugattyútípusnak.

A különböző időszakokban más és más terheléssel végzett járatási próbák választ adnak a dugattyú teherbírására és üzem közben várható viselkedésére.

A járatási szakaszok időtartam szerint a következők lehetnek:

- rövid időtartamú, 5—100 h-s motorjáratás;
- közepes időtartamú, 100—500 h-s motorjáratás;
- hosszú időtartamú, 1000 h-nál hosszabb motorjáratás.

A járatások során jelleggörbékét veszünk fel, majd a beépítés előtt mért dugattyú geometriai adatait a járatások után újra mérjük. A mérések és vizsgálatok a következő kérdésekre adhatnak választ:

- van-e olajlerakódás, kokszosodás a dugattyúgyűrűknél?
- a dugattyúk palástja milyen hordképet mutat?
- nincsenek-e külső sérülési nyomok a palástfelületen?
- van-e a dugattyú felső részén átfújási nyom, nagyobb mértékű égéstermék-lerakódás?
- milyen a dugattyúcsapszegek felfekvése a csapszegfuratokban?

A dugattyúk csomagolása és megóvása a későbbi sérülésektől a teljes gyártási folyamat igen fontos befejező szakasza, mivel ez a dugattyúk hibátlan állapotát van hivatva megőrizni.

A csomagolásnak olyan minőségi igényeket kell kielégítenie, hogy védje meg a terméket a sérüléstől, korróziótól és az időjárás viszontagságaitól.

A legtöbb esetben négy dugattyút teszünk egy dobozba, amelyekből 20—25 db kerül egy nagyobb kartonba.

Használatos az ún. *tengeri csomagolás* is, ez esetben fém konzervdobozban légmentesen lezárva szállítunk egy-egy teljes dugattyúkészletet.

Minden csomagolási forma lényege, hogy egy egységen belül (kis és nagy dobozokban) azonos osztályméretű termékek legyenek. Ez megkönnyíti a felhasználó munkáját.

Minden dugattyúszállítmányt el kell látni a következő mennyiségi és minőségi jellemzők jegyzékével:

- a rendelés száma, darabszám;
- a gyártó minőségellenőrző igazolása;
- a vizsgálatnál alkalmazott szabványok, előírások felsorolása.

### B.7. A dugattyú beszerelésének szempontjai

A dugattyúk beszerelésének két esete van:

- alpméretes dugattyúk elsődleges beépítése;
- túlméretes dugattyúk másodlagos beépítése.

Az *alpméretes dugattyút* gyárilag elsődlegesen építjük be motor-szereléskor, továbbá cserélhető perselyes motorok javításához használjuk.

A *túlméretes dugattyú* hengerfűrés után használatos másodlagosan beépítve.

A dugattyú beépítésének főbb szempontjai:

- Az újonnan beépítendő alkatrészek szerelésekor figyelni kell a dugattyúba, hengerperselybe ütött jelzéseket.
- A felújított motorok dugattyúcsereje során az újonnan beépített dugattyúval csak új dugattyúgyűrűket és csapszegeket szabad beépíteni.
- Felfűrt hengerperselybe használt dugattyúcsere esetén ajánlatos, hogy ugyanolyan ötvözetből készített dugattyút építsünk be, mint amilyen az eredeti volt. A belső felületen látható az ötvözet jele, így pl. a KS 1275 nyugatnémet jelzés eutektikus ötvözetű dugattyút jelent. Ez esetben a felújított dugattyú anyaga lehet a MSZ 2679—76 szerinti  $\alpha$ AlSi12CuNiMg dugattyúötvözet.
- Ügyelni kell a beépítési hézagra. A nagysorozatban gyártott

dugattyúk palástalkotójának kialakítása bevált, kikísérletezett forma, tehát megfelelő hengerperselybe szerelés esetén a hézag is megfelel. Javítás, felújítás során azonban a beépítési hézagra különös gondot kell fordítani. A szerkezeti kialakítás szerinti hézagokat a 7. táblázat tartalmazza.

7. táblázat

Beépítési hézag a hengerátmérő %-ében

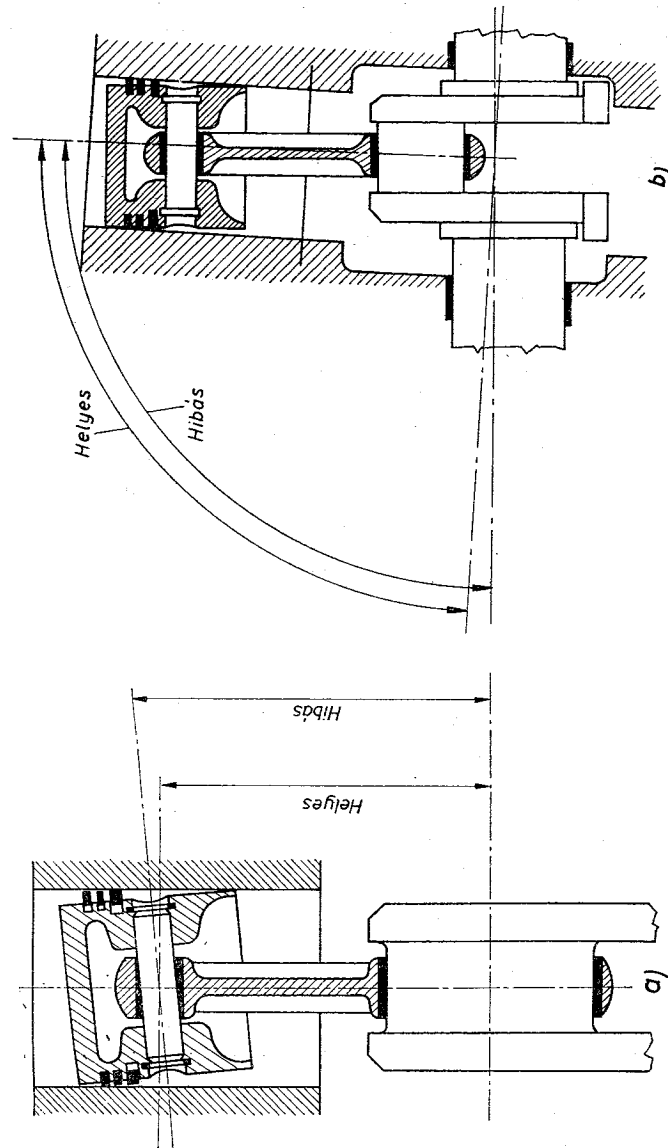
Beépítési hézag	Betétes dugattyú				Egyfémről készült dugattyú		
	Otto-motor (négyütemű)		Diesel-motor		Otto-motor (kétütemű)	Diesel-motor	
	víz hűtés	léghűtés	víz hűtés	léghűtés	léghűtés	víz hűtés	léghűtés
Dugattyú-paláston alul	0,3...0,6	0,4...0,7	0,4...0,7	0,4...0,8	0,4...1,0	0,8...1,5	1,2...1,8
Dugattyú-paláston felül	0,6...3,0						
A dugattyú fejrészénél	5,0...8,0						

**A dugattyú szerelése.** A dugattyút a dugattyúgyűrűkkel, a hajtókarral, a csapszeggel és a csapszegbiztosítókkal kell összeszerelni. A szerelés sorrendje a következő:

1. Az eltolt csapszegfuratot a tetőfelületen nyíl jelöli, ez jelzi a szerelés irányát. Ugyanígy a hasított palástú dugattyú behelyezésére is figyelni kell. Ha ez a dugattyún nincs jelölve, akkor a dugattyú hasított oldalnak mindig a terheletlen oldalra kell kerülnie.

2. A hajtókar és a csapszeg összeszerelésekor első kérdés, hogy milyen a csapszeg illesztése? Szoros illesztés esetén a dugattyút fel kell melegíteni 80...100 °C-ra, és a csapszeget így kell behelyezni. Átmeneti illesztés esetén melegítésre nincs szükség. Útni, kalapálni nem szabad az alkatrészeket, mert ez káros alakváltozást, sérüléseket okozhat.

3. A csapszegbiztosító rugót a dugattyú egyik furatába helyezük külön erre a célra kialakított fogóval. Más eszköz használata nem ajánlatos. Ekkor kell a csapszeget a furatba az említett módon ütközésig behelyezni. Ezután a másik furatoldalt is le lehet zárni a másik csapszegbiztosító rugóval.



41. ábra. A dugattyú szerelési hibái

a) a csapszeg tengelyének derékszögét kell bezárnia a hengerpersely szimmetriatengelyével;  
 b) a főcsapágy alapfuratának derékszögét kell bezárnia a hengerfurat szimmetriatengelyével

4. A dugattyúgyűrűket is csak különleges fogóval szabad felszerelni, mivel más eszközzel való szerelés törést okozhat.

5. A hajtókarral felszerelt dugattyúkat beépítjük a hengerperselybe. A hengerpersely furatát tisztára kell előkészíteni, és motorolajjal vékonyan bekenni, a dugattyút ugyanígy. *A dugattyúgyűrűket úgy kell elforgatni a dugattyún, hogy a rések ne legyenek egymás felett!*

6. A dugattyúgyűrűk hengerhüvelybe való behelyezéséhez ún. mandzsetta használatos. Ez megvédi a dugattyúgyűrűket a sérüléstől és a felütődéstől.

7. Új dugattyúk behelyezésekor a csapszeg tengelyének derékszögét kell bezárnia a hengerpersely szimmetriatengelyével (41a ábra). Ha ez nem így van, akkor az ugyancsak ferdén álló dugattyúgyűrűk a hengerfalra nem tudnak kifogástalanul tömíteni. Ez megnövekedett olajfogyasztásra vagy az égési gázok átfújására vezet.

A dugattyú ferde járásának oka lehet

- a hajtórúd alakváltozása;
- a főcsapágy alapfurata nincs derékszögben a hengerfurat szimmetriatengelyére (41b ábra).

### B.8. Hengerfúrás, motorjavítás, a dugattyú meghibásodása

A hengerpersely felújításának (felfúrásának) mértékét és számát a hengerhüvely sugárirányú falvastagsága határozza meg. Így pl. figyelembe kell venni az utolsó javítások mértékét, hogy a hengerhüvelyt nem gyengítette-e szilárdságilag túlságosan.

A szokványos hengerfúrási fokozatok, ezzel egyetemben a dugattyú-túlméretlépcsők nagyságát a rendelkezésre álló géppark határozza meg. Így pl. nagy pontosságú hengerpersely-megmunkáló gépek esetében a túlméretosztályok:

- személygépkocsikra 0,1 mm;
- tehergépkocsikra 0,5 mm.

Kevésbé igényes megmunkálás esetén

- személygépkocsikra 0,5 mm;
- tehergépkocsikra 0,6...0,8 mm.

A túlméretes hengerperselyekhez megfelelő dugattyú-méretsorozat áll rendelkezésre.

A felújításoknál előfordul, hogy egy-egy dugattyúnak csak egy-egy dugattyúgyűrűje tört el, ilyen esetben a teljes dugattyúgyűrű-készletet ki kell cserélni.

A dugattyú meghibásodásából eredő károk gyakran okoznak gondot a belsőégésű motorok üzemeltetése során. A hiba oka a legtöbb esetben a hiányos kenés, a természetes vagy fokozott kopás és az égési folyamatok zavarai. A dugattyú beszorulása csak igen ritkán fordul elő, ilyenkor azonban már súlyos üzemzavarok, törés lép fel a forgattyús hajtóműben.

A nem megfelelő kenési viszonyokat ma már a motorgyártó cégek nagyrészt kiküszöbölték azzal, hogy a motorokhoz jó minőségű olajok és adalékok használatát írják elő. Ez nagymértékben javítja az üzemi viszonyokat.

Ha ennek ellenére mégis egyes esetekben a dugattyú megsérül, akkor ennek okát elemezni kell. A dugattyú helytelen kezelése — beépítés előtt vagy alatt —, ill. a motor üzemeltetése során bekövetkező szakszerűtlen kezelés a legjobb minőségű dugattyút is tönkreteszi.

A hibák tárgyalása során elsődleges szempont, hogy milyen motorról van szó, vagyis hogy az Otto- vagy Diesel-motorban használt dugattyúkkal szemben támasztott követelmények mennyiben térnek el egymástól.

A két szerkezeti kialakítás legfontosabb eltérései az igénybevétel szempontjából a következők:

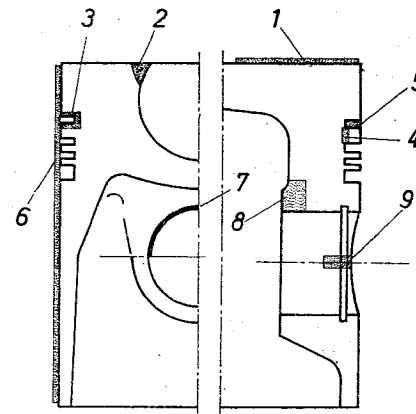
- Az Otto-körfolyamat az ún. *állandó térfogatú* eljárással megy végbe. A Diesel-körfolyamat viszont *állandó nyomású* folyamatot képez.
- A gyújtásmódok teljesen eltérnek egymástól.
- A Diesel-motorban nagyobb terhelést kell a dugattyúnak elviselnie. Ezért a Diesel-motor dugattyúja sokkal erősebb, mint a hasonló Otto-motoré.

A közúti gépjárművek dugattyúinak jellegzetes hibái:

- a dugattyú berágódik;
- a dugattyú káros alakváltozása;
- nagymértékű olajfogyasztás a dugattyú meghibásodása miatt;
- a dugattyú igen zajosan jár;
- nagymértékű kopások;
- kicsi motorteljesítmény;
- a dugattyúpalást megsérül;
- a dugattyúgyűrű övezete sérül meg,
- a csapszegfuratok és a környező területek sérülnek meg,
- egyéb dugattyúsérülések.

A hibacsoportokon belül az Otto- és Diesel-motor dugattyúinak jellemző sérüléseit külön ismertetjük.

A 42. ábrán Diesel-motor dugattyúján előforduló sérülések hibaterületei láthatók.



42. ábra. Diesel-motor dugattyújának jellegzetes hibái

1 hőtérhelés által okozott megolvadás; 2 hőkifáradás okozta berepedések; 3 kompresszióhorony kopása; 4 horonygátak ridegtörése; 5 kokszerakódások a dugattyúgyűrű hornyában; 6 a palást felület hibái; 7 a dugattyú-csapszegfurat hibái; 8 kifáradás, okozta berepedések; 9 szoknyarész repedése. Kifáradás következtében a furattól 90°-ra

### B.8.1. Dugattyúberágódás

A berágódás egyik oka a bejáratási előírások figyelmen kívül hagyása. Az utasításokban előírt alapvető követelmény, hogy a dugattyúk beszerelése után *a motort óvatosan járassuk be*. Ez azokra a típusokra is vonatkozik, amelyekre a gyártó az új motor tekintetében külön bejáratást nem ír elő. Ezek a motorok a gyári ellenőrzési időszak alatt megfelelő bejáratási időt tettek meg. A bejáratás során ügyelni kell még arra is, hogy a motort csak *fokozatosan* szabad terhelni.

Berágódást okoz *a dugattyú túlmelegedése* is. Ilyenkor a dugattyú anyagának tágulása következtében a hengerfal és a dugattyú közötti olajfilm vastagsága csökken vagy teljesen megszűnik. Ezenkívül hosszabb ideig tartó termikus túlterhelés következtében a dugattyú anyagának jó szilárdsági tulajdonságai romlanak.

A termikus túlterhelés elsődleges okai Otto-motornál:

- rossz az üzemanyag—levegő keverék beállítása;
- korai vagy késői a gyújtás.

Diesel-motornál:

- túl korai a befecskendezési időpont;
- nem megfelelő a hűtés (hűtővízvesztés, jelentős vízképződés, elszennyeződött hűtőbordák, a vízszivattyú elégtelensége, a termosztát működési zavarai, a hűtőlevegő kiesése).

Ha *a dugattyú ferdén jár*, akkor a dugattyúírdőfej egyoldalú dőlése következtében a pályát túlterhelve berágódást okozhat.

*A dugattyú és a hengerfal közötti olajfilm megszűnése* szintén berágódást okoz. Ennek több oka lehet:

- a hengerfalaknak kondenzált, ill. felesleges üzemanyaggal való „le mosása”;
- hidegen való indítás és az ezt követő terhelés;
- a porlasztó helytelen beállítása;
- a dugattyú beépítési hézaga túl kicsi.

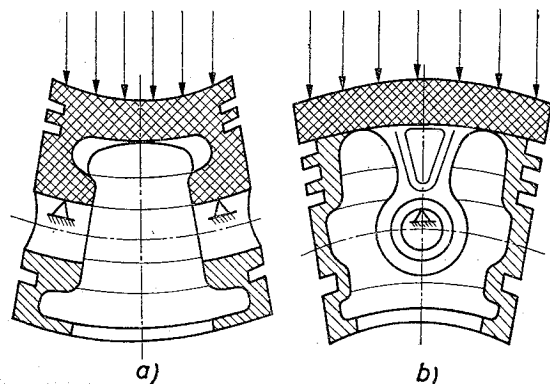
Ha idegen testek kerülnek a hengertérbe, elősegítik a berágódást. Ezek származhatnak

- a csapszegbiztosító töréséből;
- a gyűrűtartó részeinek leválásából;
- a dugattyúból leváló részekből;
- a kenőolajból származó nagyobb méretű szennyezőanyagokból;
- a dugattyúgyűrűkből levált részekből.

### B.8.2. A dugattyú káros alakváltozása

Otto-motorban különösen vékonyfalú dugattyú helytelen szerelése következtében lép fel káros alakváltozás. Kritikus terület pl. a csapszeg illesztése, továbbá a dugattyúnak a csapszeggel és ezen keresztül a hajtórúddal való összekötése.

Diesel-motor dugattyújának alakváltozását a 43. ábra szemlélteti nagymértékben torzítva. Az alakváltozás a gáznyomás terhelésének következménye. Az *a)* ábrán látható a dugattyúnak az a szelvénye, amelyik felülről kiinduló olyan egyenletesen eloszló terhelésnek van kitéve, amelynek következtében a dugattyú átmérője a tetőrészen szűkül.



43. ábra. A dugattyú alakváltozása a gáznyomás következtében  
*a)* átmérő a tetőrészen szűkül; *b)* az átmérő a tetőrészen szélesedik

A *b)* ábrán 90°-kal elfordított metszetben látható a dugattyú, itt már más terhelési viszonyok állnak fenn, a tetőrész szélesedik. Az alátámasztás a szemnyílásnál van, így a tetőrész mindkét oldalon behajlik.

Alakváltozást okozhat még, ha a hengerfuratok nincsenek megfelelő méretre munkálva, vagy a nedves hengerpersely furata a gumi tömítőgyűrűk mentén dudorszerűen összeszűkül.

### B.8.3. Nagymértékű olajfogyasztás

A motor nagymértékű olajfogyasztásának gyakran a dugattyú helytelen működése az oka.

Ez a kérdés mindig nézeteltérésre vezet a gépkocsitulajdonosok és a javítók, ill. a hengerfelújítók között, ha a motornak a felújítás után túl nagy az olajfogyasztása.

Az olajfogyasztás vitájának tisztázására egy alapvető dolgot kell lerögzíteni: *minden körülmények között meg kell tartani a motorgyártó cég részéről megadott előírásokat.*

Ezenkívül ügyelni kell feltöltéskor és utántöltéskor az olaj megfelelő mennyiségére is, továbbá számolni kell azzal, hogy szivárgás is felléphet a forgattyústengely tömítéseinél.

A túl nagy olajfogyasztás egyik oka lehet a hengerpersely káros alakváltozása. Ha a hengerpersely furata eltér az eredeti köralaktól, akkor a dugattyú nem tudja követni a keletkezett egyenlenségeket, és a dugattyúgyűrűk sem tudják betölteni tömítő és egyéb rendeltetésüket.

Gyakran előfordul, hogy viszonylag rövid üzemelés után a felújított motort rendellenes olajfogyasztás miatt visszaadják a felújító üzemnek. Az ilyen motorok megbontása után rendszerint a következő „kórkép” alakul ki: a hengerhüvely és a dugattyúgyűrűk járásának hossza mentén nagyon kikopott a hengerhüvely csúszófelülete és a dugattyú palástja is, de különösen a dugattyúgyűrűk csúszófelületein látható nagymértékű elhasználódás.

Ez a kopás a következőképpen magyarázható: a dugattyú, a dugattyúgyűrű és a hengerpersely közötti olajfilm kölcsönösen eltérő mértékben csökken. Ezért csökken a dugattyúgyűrűk sugárirányú falvastagsága, és ez a tangenciális erők csökkenését vonja maga után. Másrészt a dugattyúgyűrű illesztési hézaga is növekszik, így az eredeti olajfilm vékonyabb lesz.

Összefoglalva az olajfilm elégtelenségéből keletkező dugattyúmeghibásodások a következők lehetnek:

- a dugattyú, a dugattyúgyűrűk és a hengerperselyek kopása;



- az alakváltozás következtében nem megfelelő dugattyúpályák kialakulása a hengerben, ez bekövetkezhet szerelési hibából, működés közbeni rendellenességből, a megfelelő illesztési hézagtól való eltérés miatt.

#### B.8.4. A zaj fokozódása a motorban

Amennyiben ezeket a zajokat a dugattyúval kapcsolatba lehet hozni, a hiba okai a következők lehetnek:

- a dugattyúk és a hengerperselyek nagyobb mértékű kopása;
- kétütemű motorban a hengerek öblítő- (átömlő-) nyílásainál a dugattyúgyűrűk ütköznek az éles ablakkiképzésekkel;
- beszorult dugattyúcsapszeg ütközik a hajtórúd alsó részével;
- a dugattyú szelepekhez való ütődése.

*Átlagosnál nagyobb dugattyúkopás.* A belsőégésű motor hengerhüvelyfuratának, dugattyúinak kopása számos szakembernek okoz gondot. A fő cél, hogy a kopásokat egy olyan elfogadható szintre lehessen csökkenteni, hogy a soron kívüli főjavítások elkerülhetők legyenek. Annak ellenére, hogy különböző módszerekkel vizsgálják a forgattyús hajtómű alkatrészeinek kopásait és a kopásokat előidéző okokat, még ma sincs minden kérdés tisztázva teljes egészében e témában.

Valamely belsőégésű motor hengerfuratának a kopásképe azt mutatja, hogy nagyobb kopás látható a mozgási szakasz felső részén (a dugattyúgyűrűk pályája) és kisebb a hengerfal alsó területén.

A dugattyú, a dugattyúgyűrűk és a hengerhüvelyek kopásának tárgyalása során felvetődik a kérdés: meddig lehet az alkatrész kopását megengedettnek tekinteni?

Erre a kérdésre a próbapadi járatások és a laboratóriumi mérések adnak választ.

- Egy 500 h-t járatott 600 cm<sup>3</sup>-es, léghűtéses, egyfémű készült Fiat-motor dugattyújának kopása a palástrészen 0,050...0,052 mm. Ez középérték a donga-ovális palástvonalon.
  - Egy Diesel-motor 125 mm-es átmérőjű Nüral Perimatic típusú dugattyúján 500 h-s vizsgálat után a kopás a palást hasonló pontján 0,06...0,065 mm.
- A kopások általános okai — a nagy olajfogyasztásnál tárgyalta-kon kívül — a következők lehetnek:
- a kenőolajjal a dugattyú és a hengerfal közé sűrűlődrészecskék kerülnek, és csiszolják a dugattyút és a hengerfalat;
  - a kondenzálódott felesleges üzemanyag elvékonyítja a kenőanyag filmrétegét, ill. lemossa a hengerhüvely faláról;

- nem megfelelő üzemanyag adagolása esetén porlasztóhibák, ha túl hidegen üzemeltetjük a motort;
- a szerelésnél már említett hiba következtében a dugattyúk ferdeére futása folytán a jobban igénybe vett oldal nagyobb mértékben kopik.

#### B.8.5. Kis motorteljesítmény

A dugattyúra visszavezethető ilyen jellegű hibák és okaik a következők lehetnek:

- beszereléskor az illesztési hézag nem megfelelő; ebben az esetben többszörösen megnő a dugattyú beszorulásának veszélye;
- a dugattyúk és a dugattyúgyűrűk már említett kopásai;
- a dugattyúk ferdeére futásának következtében egyrészt növekszik a surlódással felemésztett teljesítmény, másrészt a ferde elhelyezkedés következtében az alkatrészek akadályozva vannak feladatuk teljesítésében, továbbá az égési gázok átfújnak;
- a dugattyúgyűrűk szerelés közben megsérültek, így az égési terméknek a forgattyúháztól való elszigetelése nem megfelelő;
- a kokszosodás által beragadt a kompressziós dugattyúgyűrű, és ezáltal az égési gázok átfúvásának lehetősége (a dugattyúgyűrűk kokszosodását a dugattyú termikus túlterhelésére és a nem megfelelő olajfajták alkalmazására lehet visszavezetni);
- a dugattyú tetőfelületén teljes keresztmetszetben átmenő repedések következtében nem megfelelő a kompresszió, és lehetővé válik az égési gázok átfúvása.

#### B.8.6. A dugattyú mechanikai sérülései

*Átolvad dugattyúfenék.* Ilyen jellegű károsodások a helyi túlhevülés miatt mind Diesel-, mind Otto-motorokban előfordulnak. A túlhevülésnek kitett felületen repedés képződik, majd később átolvadás. Otto-motorban ez a jelenség a porlasztó rossz beállításából vagy a gyújtás pontatlan beállításából ered. Az ún. *kopogási tartományban* (kis fordulatszám esetén) való vezetés, valamint a nem megfelelő üzemanyag használata is ilyen természetű hibákra vezet. Diesel-motorok esetében a hiba oka lehet

- a fűvókák elhasználódása, eldugulása;
- utáncsepegés vagy késedelmes gyújtás.

A repedéssel kapcsolatos okok közé tartozik ugyancsak a dugattyúfenék helyenkénti túlhevülése, amikor az anyag olvadási hőmérsékletét még nem érte el. A helyenkénti túlhevülés igen nagy mértékű hőtágulást

okoz, ami a külső rétegekben a rugalmassági határnál nagyobb feszültséget kelt. Ennek következtében a dugattyú anyagának belső szerkezete károsodik. A dugattyú lehülésekor a folyamat fordított sorrendben megy végbe: olyan húzófeszültségek lépnek fel, amelyek a folyási határt meghaladva a dugattyú anyagának repedésére vezetnek. Ezeknek a hőmérsékletváltozásoknak folyamatos ismétlődése okozza a *fáradási törést*.

**A dugattyúfenék sérülése az égési térben.** Idegen testek a tetőtérnél okoznak sérüléseket, ezek lehetnek szelepek, befecskendezőfűvókák és a gyújtógyertya által okozott sérülések.

**A dugattyúgyűrű-övezet sérülései többfélék.**

*Helyi sérülések*, amikor pl. a dugattyúgyűrűkből vagy a csapszegbiztosítóból kisebb részek válnak le.

*A dugattyúgyűrű-horonygát kitöredezése.* Ilyen jellegű sérülések a legtöbb esetben a legfelül levő, ritkábban az alul elhelyezkedő horonygátokban jelentkeznek. Diesel-motorokban ezeket a hibákat mindig az égési folyamat valamilyen fogyatékoságára lehet visszavezetni. A dugattyú anyagának ezzel együtt járó termikus túlterhelése miatt a dugattyú a befecskendezési oldalon törik ki.

*Horonykopások.* A dugattyúgyűrű és a dugattyú horonyfala közti rossz kenési viszonyok vagy az olajban előforduló fémrészecskék és egyéb szennyezők miatt a dugattyúgyűrűk és a horonyfalak fokozott mértékben kopnak. Ezáltal nagyobb hézag keletkezik.

Kétütemű Otto-motorban előfordulhat — különösen a gyorsan átáramló égésgázok következményeként —, hogy a dugattyú anyaga a horonyfalnál jobban felhevül. Ezért helyi alakváltozások lépnek fel.

**A csapszegfuratok, a csapszeg és a biztosítóhorony sérülései.**

*Kicsiszolódott csapszegfuratok.* Ez a hiba akkor lép fel, ha működés közben a csapszeg a hajtórúdperselyben nem mozog megfelelő mértékben (illesztési hiba). Ilyen esetben két jelenséget észlelünk:

- a csapszegnek azok a végei, amelyek a dugattyú csapszegrészeiben helyezkednek el, nagyon csiszolódnak. Ilyen alkatrészeken meleg futtatási színek, csíkok látszanak;
- a csapszegen és a dugattyú csapszegfuratában is látszanak kopási nyomok.

*Az illesztési és megmunkálási hibák* többfélék lehetnek:

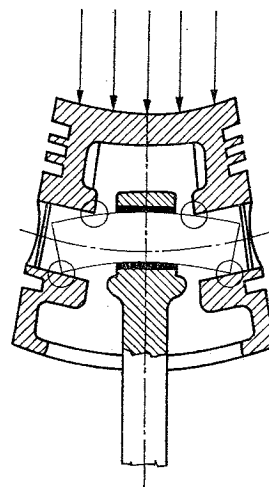
- a dugattyúhajtórúd és a persely közötti nem megfelelő illesztés következtében jelentkező üzemzavarok;
- a dugattyúcsapszeg és a csapszegpersely közötti túl nagy, ill. túl kis hézag;
- a csapszeg perselyfuratának nem megfelelő felületi minősége;
- a hajtórúdpersely belső szegélyeinek hibás lekerekítése.

*A dugattyúcsapszeg kopását, törését okozzák*

- a helytelen kenési viszonyok;
- a kenőolajban levő csiszolószemcsék.

Elméletileg egy csapszeg annál szilárdabb, minél nagyobb külső átmérő mellett minél kisebb a belső átmérő. A gyakorlatban azonban ennek határt kell szabni az alkatrész tömege miatt: pl. a Diesel-motor dugattyúcsapszegének a kedvező aránya, ha a csapszeg külső átmérője a dugattyú átmérőjének 35...40%-a.

Helytelenül méretezett (kisebb szilárdságú) csapszeg helyzete látható a 44. ábrán. Az elhajlott csapszeg éle kopik, a furat falát pedig felsérti (az ábrán bekarikázott részek). Ilyen sérülés csak igen szélsőséges esetekben következik be. Ennek elkerülésére a csapszegméreteket táblázatba foglalták a külső és belső átmérő és a hossz méretek megadásával.



44. ábra. Dugattúsérülés a csapszeg helytelen méretezése következtében (a csapszeg szilárdsága kicsi)

*Csapszegbiztosítók törése.* Üzemeltetés közben megsérült csapszegbiztosító rugók törését többnyire a beszerelés során keletkezett sérülésekre lehet visszavezetni. Az itt eltorzult biztosítórugók ugyanis nem tudnak kifogástalanul a hornyukba helyezkedni, és a dugattyú váltakozó mozgására eltörnek.

**Általános természetű dugattúsérülések:**

- kétütemű motorok dugattúinak hajtórúdján a surlódás okozta hibák;

- lakkszerű olajkocsz-lerakódások, amelyek a dugattyúrúdon észlelhetők, és többnyire a motor alacsony hőmérsékleten való üzemeltetéséből adódnak;
- a víz égéstérbe való behatolása a dugattyúban és a motorban súlyos károsodásokat idéz elő (pl. a hengerfej tömítési hibája esetén);
- korrózió okozta károsodások, amelyek akkor jelentkeznek, ha a gépjárművet túlságosan savas jellegű motorolajjal hosszabb ideig üzemeltetjük;
- a dugattyúhajtórúd törése, az esetek többségében ilyenkor a dugattyú is nagyon megsérül.

## C) A DUGATTYÚ TARTOZÉKAI

A dugattyú tartozékai:

- dugattyúgyűrűk;
- dugattyúcsapszeg;
- dugattyúcsapszeg-biztosító rugó.

### C.1. Dugattyúgyűrűk

A tervezők azon törekvései során, hogy a dugattyúgyűrűk a lehető legjobban megfeleljenek a belsőégésű motorok korszerű követelményeinek, az idők folyamán számos változatot alakítottak ki.

#### C.1.1. A dugattyúgyűrűk feladata

A dugattyúgyűrűk feladata, hogy a dugattyúval közösen a dugattyús belsőégésű motorok hengereiben a térségeket egymástól eltömítsék, a hengerhüvelyben levő kenőolajat lehúzzák és a dugattyúval együtt szabályozzák az olajfogyasztást. A dugattyúgyűrűk feladata még a felvett hő átadása a hengerhüvely falának.

A dugattyúgyűrű mint szabad elem a mozgó dugattyún hozzáférhetetlen helyzete következtében üzem közben nem figyelhető meg, ezért mechanikai és termikus igénybevételéről, mozgásviszonyairól igen kevés adat áll rendelkezésre.

A dugattyúgyűrűt azonban mint gépelemet nem szabad lebecsülni. A dugattyús belsőégésű motorok megbízható és gazdaságos működése igen sok esetben a dugattyú és a dugattyúgyűrűk minőségétől függ.

A dugattyúgyűrűkkel szemben támasztott legfontosabb követelmény *a jó siklási tulajdonság és a kopásállóság.*

A dugattyúgyűrű anyagának jó siklási tulajdonságúnak kell lennie, a csúszófelülete legyen sima, hogy minél kisebb súrlódóerő vegye igénybe. Az üzemi hőmérsékletnél magasabb hőmérsékleten, nem kielégítő kenési viszonyok között (pl. félszáraz súrlódás esetén) is el kell viselnie a terheléseket.

A hengerhüvely anyagával való érintkezés során a bemaródásra és a berágódásra való hajlama csekély legyen.

Fontos a *jó bejáródóképesség*: az adott futófelülethez gyorsan ki tudja alakítani megfelelő érintkezési pontjait. Mechanikai sérülés nélkül kopjon be.

Kritikus állapotban az anyag ún. *önkenő* tulajdonsága folytán bizonyos mértékig viselje el a szárazsúrlódást. Erre pl. az öntöttvas alkalmas.

A kopás során nagyobb részeknek a futófelületről nem szabad leválniük, ne lépjen fel káros alakváltozás.

Fontosak a *szilárdsági tulajdonságok* is. A hajlítás következtében fellépő igénybevételeket a dugattyúgyűrűknek maradandó alakváltozás nélkül kell elviselniük. Rugalmasaknak kell lenniük, főleg az önfeszülőgyűrűknek, amelyek rugóerő hatására nyomják a csúszófelületet.

A dugattyúgyűrű a kenőolajokból, levegőből, égéstermékekből kiváló *korrozíót okozó anyagoknak* álljon ellen. Alakját üzemi hőmérsékleten is tartsa meg, és legyen jól forgácsolható.

### C.1.2. A dugattyúgyűrűk anyaga

A szürkeöntöttvas bár nem elégíti ki maradéktalanul az eszményi dugattyúgyűrű anyagának követelményeit, a feltételek nagy részének megfelel. A különösen igénybe vett dugattyúgyűrűk anyagául erősen ötvözött öntöttvasat használunk, sok esetben acélt is.

A dugattyúgyűrűanyagok fejlesztése több irányú: növeljük a rugalmassági és a szilárdsági tulajdonságaikat, hogy feszítőképességüket magasabb hőmérsékleten is megtartsák, javítjuk kopásállóságukat és a korrozíóval szembeni ellenállóképességüket.

A dugattyúgyűrű anyaga míg a mai állapotig eljutott, igen hosszú fejlődésen ment keresztül. A szürkeöntvény valamennyi tulajdonsága nagymértékben függ az öntvény szerkezeti kialakításától. Igen fontos a szürkeöntvény metallográfiai és kémiai előírásainak pontos, előírások szerinti betartása.

A dugattyúgyűrű öntöttvas anyagok főbb alkotója a szilícium és a szén. Ezenkívül mint szennyezőelem található benne foszfor, mangán, kén. A két utóbbi hatása bizonyos tűréshatáron belül jelentéktelen. A foszfor jelentősen javítja a dugattyúgyűrű anyagát a foszfideutektikum kialakítása révén.

A *dugattyúgyűrűk anyagának metallográfiája*. A dugattyúgyűrűk anyagát az igényeknek megfelelően öntés után hőkezeljük vagy öntési állapotukban hagyjuk.

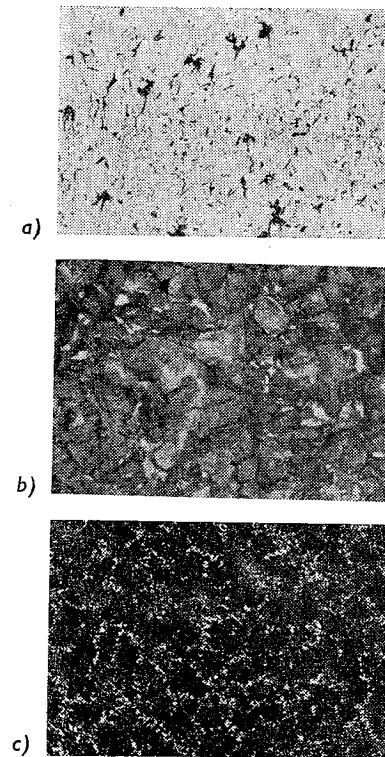
Az *öntött perlit*es szövetszerkezetű dugattyúgyűrűkről gyakorlati tapasztalatok alapján, valamint a koptatási próbák eredményeképpen az a vélemény alakult ki, hogy a belsőégésű motorokban ezek a legalkalma-

sabb dugattyúgyűrűk. Alapszövetük lemezes perlit, káros szabad ferrit legfeljebb 3...5% engedhető meg, az alapszövet cementitet és annak eutektikumát (ledeburitot) nem tartalmazhatja.

*Grafitkiválás*. Szabványos és elfogadható az egyenletesen eloszlott, nem orientált, csomósodás nélküli lemezes grafit. A lemezek hossza 0,03...0,10 mm lehet. Kedvezőtlen a túlságosan finom vagy rozetták közepén interdendrites övezetekben elhelyezkedő grafit. Az ilyen kialakulás csak akkor engedhető meg, ha a nagyítási mezőben max. 10%-ig van jelen. A grafit eloszlására és nagyságára, ill. azok elbírálására az ASTM (Egyesült Államok) szabvány etalonképei alkalmasak.

A *foszfideutektikum*nak a kopásállóság végett összefüggőnek kell lennie (hálót alkotson). Nem engedhető meg a szétszórt vagy egyes helyeken felhalmozódó foszfid. 20×-os nagyítással vizsgáljuk. Elbírálására az MSZ 5716—74-ben található etalonképek.

A 45. ábrán Fiat 600 cm<sup>3</sup>-es motor olajlehúzó dugattyúgyűrűjének szövetszerkezete látható.



45. ábra. Fiat 600 cm<sup>3</sup>-es motor olajlehúzó gyűrűjének szövetszerkezete  
a) grafitkiválás 50×-es nagyításban; b) általános szövetszerkezet 250×-es nagyításban; c) foszfideutektikum 10×-es nagyításban

Szabvány, megjegyzés, jel	Határérték	Kémiai összetétel, %										Keménység, HB		
		C	Si	Mn	P	S	Cr	Cu	V	Mo	Ni			
MSZ 5751—56 ötvöztelen	alsó	3,0	1,6	0,4	0,4	—	—	—	—	—	—	—	—	Ø 100 mm-ig: 240...280
	felső	3,6	3,0	1,0	0,8	0,1	—	—	—	—	—	—	—	Ø 100...200 mm: 230...270
MSZ 5751—56 ötvözött	alsó	3,0	1,6	0,4	0,4	—	0,2	—	0,3	0,3	—	—	—	Ø 100 mm-ig: 240...280
	felső	3,6	3,0	1,0	0,8	0,1	0,8	—	1,0	0,9	—	—	—	Ø 100...200 mm: 230...270
Goetze A. C. háziszabvány ötvöztelen K 1 ötvözött K 4 gömbgrafitos K 9 nagy keménységű K 12	alsó	3,6	2,5	0,5	0,4	—	—	—	—	—	—	—	—	210...280
	felső	4,0	3,0	0,8	0,6	0,08	0,3	0,3	—	—	—	—	—	300...380
	alsó	3,4	2,5	0,5	—	—	0,4	0,8	0,1	0,8	0,5	—	—	—
	felső	3,8	3,2	0,8	0,35	0,08	0,7	1,2	0,3	1,3	0,8	—	—	—
	alsó	3,5	2,3	0,2	—	—	0,8	—	—	—	—	—	—	—
	felső	4,0	2,9	0,5	0,3	0,05	0,8	—	—	—	—	—	—	—
alsó	3,4	2,5	0,7	—	—	0,4	0,8	0,1	0,3	0,5	—	—	—	
felső	3,8	3,2	1,0	0,35	0,12	0,7	1,3	0,3	0,5	0,8	—	—	—	400 HV
TGL 8109 NDK szabvány	a kémiai összetétel a kívánt alapszövetszerkezethez és a dugattyúgyűrű nagyságához igazodik											210...300		

A 8. táblázat a dugattyúgyűrűanyagokat foglalja össze. Ezenkívül előfordulnak más összetételű dugattyúgyűrűanyagok is, ilyen pl. a nyugatnémet Goetze cég K és KS sorozatának anyaga.

Még kell még említeni a *gömbgrafitos szövetszerkezetű* dugattyúgyűrűket is, melyek nagy szilárdságú, különleges rendeltetésű dugattyúgyűrűk anyagaként használatosak.

A *kialakult szövetszerkezet meghatározza* az öntés módja és a dugattyúgyűrű keresztmetszete. Más a szövetszerkezete pl. a külön öntött, és más a perselyes öntésű gyűrűké.

A szövetszerkezet hibái:

— fehéren dermedt gyűrűk. A kúpolókból öntött dugattyúgyűrűk gyakori hibája. Első oldalköszörülő műveletek során márványosságban jelentkeznek.

A hiba tulajdonképpen a cementites szövetből adódik. Ezeket a dugattyúgyűrűket nem szabad tovább munkálni, ki kell selejtezni, mert szilárdsági tulajdonságaik rosszak.

— Fehér pontok a gyűrű makrotöretében. Ez a jelenség szintén a kúpolókból öntött dugattyúgyűrűkön fordul elő gyakrabban. Az ilyen gyűrűk hajlamosak a törésre. Mikroszkopikus vizsgálattal ki lehet mutatni, hogy szövetszerkezetében kevés grafit és sok ferrit van.

### C.1.3. A dugattyúgyűrűk fajtái

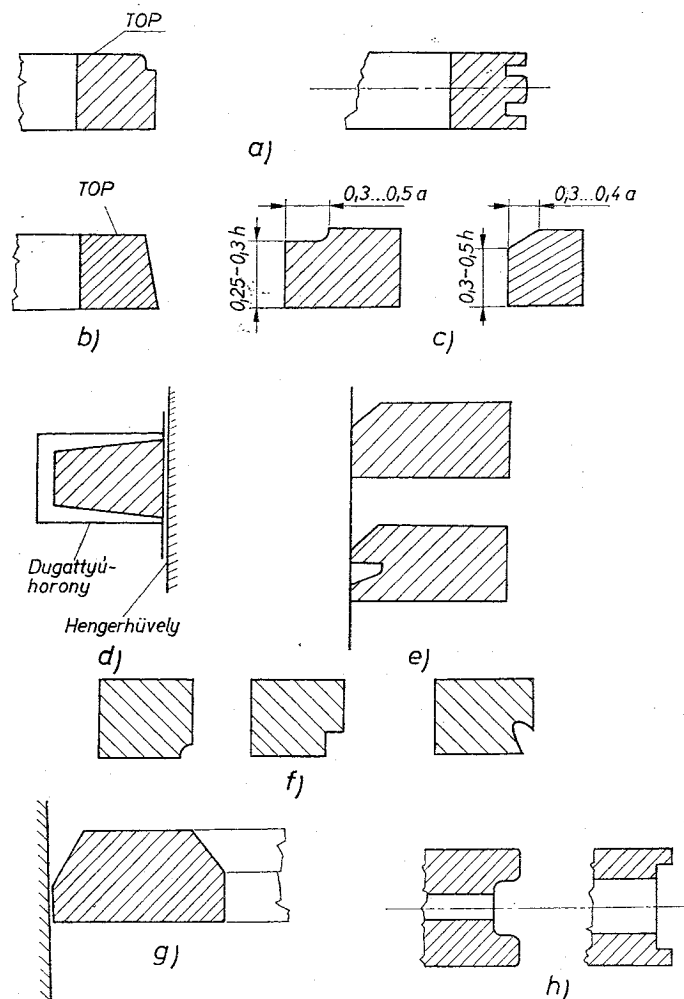
A dugattyúgyűrűket kialakításuk és rendeltetésük szerint a következő csoportokba lehet sorolni:

- kompressziógyűrűk, amelyek tömítenek;
- olajat lehúzó vagy elosztó dugattyúgyűrűk, lehúzó és áteresztő változatok rugófeszítéssel vagy anélkül;
- idegen anyag segítségével működő dugattyúgyűrűk.

**Kompressziógyűrűk.** A hengeres tömítő dugattyúgyűrűket belsőégésű motorhoz használjuk. Csúszófelületük merőleges az oldalfelületre, a megengedett merőlegességi méreteltérés  $\pm 3'$  lehet. Belsőégésű motorhoz a gyűrűk belső éleit le kell törni, hogy az alsó szélén érje a terhelés. Sok esetben a dugattyúgyűrűket kör keresztmetszetű szürkeöntvényhüvelyben előreoktatják pár órás járatással.

**Tömítőgyűrűk beosztással** úgy készülnek, hogy a csúszófelület külső felső szélét beosztással (46a ábra).

A *hornyolt tömítőgyűrűk* aránylag nagyobb méretű hengeres tömítő dugattyúgyűrűk, amelyeket akkor alkalmazunk, ha a kenési viszonyok vagy a siklasi tulajdonságok kedvezőtlenek. A csúszófelületen a magasságtól függően egy vagy több olajvezető hornyot esztorgálunk, ezek visszatartják az olajat.



46. ábra. Dugattyúgyűrűfajták

a) tömítő dugattyúgyűrű beesztergálással és TOP felületjelzéssel; b) percdugattyúgyűrű; c) szög-dugattyúgyűrű; d) trapéz-dugattyúgyűrű; e) orros dugattyúgyűrű; f) szimmetrikus leélezett dugattyúgyűrű; g) hasított olajlevezető dugattyúgyűrű

**Gyorsított tömítőképeségű dugattyúgyűrűk.** Hengeres csúszófelületű dugattyúgyűrűkhöz, különösen tengelyirányban magasabb változatokhoz alkalmazzuk a lassúbb bejáródási idő rövidítésére. A csúszófelület kialakítása többféle lehet:

- A percdugattyúgyűrűk (46b ábra) csúszófelületét úgy alakítjuk ki, hogy a hengeres csúszófelületűre munkált darabokat összefogjuk, és kúposra esztergáljuk a külső átmérőt. A félkúpszög  $2^\circ \dots 15^\circ$ . A dugattyúgyűrűket a szerelési iránynak megfelelően a felső lapjukon TOP (felül) jelzéssel kell ellátni. Egyes esetekben alkalmazzák az OBEN jelzést is. A beszerelési irány betartása nagyon fontos, mivel a motorba fordítva szerelt dugattyúgyűrű ellenkező feladatot lát el, és nagymértékű olajfogyasztást okoz.
- A szög-dugattyúgyűrűket (46c ábra) rendszerint belsőégsű motorhoz használjuk az átmérőtől függetlenül. A belső és felső oldalon derékszögű hornyot vagy ferde élt alakítunk ki. A ferde állás következtében csökken a hornyokban az oldalirányú holtjáték. A derékszögű hornyot úgy kell beesztergálni, hogy a névleges átmérőre összefeszített és az egyébként készremunkált dugattyúgyűrűket készülékbe fogjuk.
- Szög-dugattyúgyűrűk kúpos csúszófelülettel. A csúszófelületeket kúposan max.  $2^\circ$ -ra alakítjuk ki.
- Dugattyúgyűrűk csúszófémbeütéssel minden átmérőhöz használhatók. A dugattyúgyűrű csúszófelületének megfelelően kiképzett hornyaiba jó siklási tulajdonságú és a henger anyagával szemben ellenálló, lágyabb ötvözetből (pl. bronz) csíkokat építünk be. Ezek kb.  $0,05 \dots 0,1$  mm-re emelkednek ki a csúszófelületből. A nyomás következtében a csíkok tömítenek, és a kopás előrehaladásával egyre jobban megközelítik a henger geometriai formáját. Ilyen beépített betétsík lehet pl. foszforbronz vagy ólombronz. Mindkét anyag keménységi értéke mintegy 80 HB. A beépített betétek száma a dugattyúgyűrű magasságához igazodik, így magasabb gyűrűbe több betétet lehet alkalmazni. A betét kialakítását és alkalmazását nehezíti a betét lazulásának veszélye.
- A hasított tömítő dugattyúgyűrűket a csúszási viszonyok javítására alkalmazzuk elsősorban tömítésre alkalmas *kopott hengerben*. A hátsó horony tere teljesen megtöltődik olajjal, és így saját csúszófelületét bőven ellátja olajjal is, anélkül, hogy az olajat átengedné.

- A trapéz- és kúpos oldalú dugattyúgyűrűk felhasználási tartománya  $50 \dots 700$  mm (46d ábra).

A trapéz-dugattyúgyűrűket elsősorban a kompresszióhoronyban alkalmazzuk. Ott ajánlatos beépíteni, ahol a négyszög keresztmetszetű, hengeres csúszófelületű dugattyúgyűrűk megszorulása, bekokszosodása más eszközökkel nem gátolható meg. Dieselmotorokban használatos.

— Dugattyúgyűrűk különleges lehúzó hatással: A tömítő dugattyúgyűrű lehúzó hatása csökkenthető a dugattyúgyűrű éleinek azon az oldalon végzett kerekítésével vagy tompítással, amely a mozgásirányban hat. Ha viszont növelni akarjuk a dugattyúgyűrű lehúzó hatását, akkor erre két megoldás is van:

1. a dugattyúgyűrű magasságának csökkentése, a fajlagos szorítónyomás növelése;

2. a dugattyúgyűrű éleinek sajátos kialakítása.

Így alakultak ki az orros dugattyúgyűrűk (46e ábra). Ezeket hegyesre (orrosra) képezik ki a lehúzóélnél, így hatékonyabban működik. Megfelelő kis szög kialakításával elérhető, hogy nagyobb mértékű kopás esetén a gyűrűfeszültség csökkenése ellenére a lehúzó hatás közel azonos maradjon.

Két változata van: a leélezett orros dugattyúgyűrű és a kétrészes orros dugattyúgyűrűk.

**Olajlehúzó dugattyúgyűrűk.** Az olajlehúzó és olajáteresztő (olajelosztó), valamint visszavezető dugattyúgyűrűk szelvényeinek még nagyobb számú és sokoldalúbb változatai vannak mint a tömítőgyűrűknek.

A dugattyúgyűrűk kialakítását a *Függelék* foglalja össze, itt a szöveg ismertetés mellett csak egy-két jellemző ábrát szemléltetünk.

Az olajgyűrűk többnyire magasabbra, ritkábban a tömítőgyűrűkkel megegyező méretben készülnek. Jó példa erre, hogy a nagy fordulatszámú Fiat személygépkocsi-motorokhoz az általánosan elterjedt 1,5 mm magas, krómozott csúszófelületű tömítő dugattyúgyűrűkkel 2 mm-es olajlehúzó és 3,947 mm-es olajáteresztő dugattyúgyűrűket használunk.

Az olajgyűrűk fajtái:

*Leélezett olajlehúzó dugattyúgyűrűk.* A lehúzó hatás bizonyos mozgásirányban csökkentésére a dugattyúgyűrű csúszófelületét leélezzük. A dugattyúgyűrű akkor ráfut az olajfilmre, és az olajfilm vastagsága változatlan marad. Ennek előfeltétele, hogy a kúpszög  $15^\circ$ -nál kisebb legyen. Ezen értéken felül a kúpszög növekedésével a lehúzó hatás nő.

*Szimmetrikusan leélezett dugattyúgyűrűk.* A leélezett dugattyúgyűrű külső, kúposra esztergált oldala — a szög dugattyúgyűrűkhöz hasonlóan — összefeszítéskor olyan hatást kelt, hogy a tehetetlenségi főtengely elfordul, a keresztmetszet pedig elcsavarodik. A kiegyenlítődes végett a leélezett dugattyúgyűrűket szimmetrikusan nemcsak belülről, hanem kívülről is kúposra kell esztergálni. Ezáltal összefeszítéskor az oldalak síkban maradnak (46f ábra).

*Hasított olajlehúzó dugattyúgyűrűk.* Az olajlehúzó dugattyúgyűrűk egyszerű alakja, a futófelületen kialakított mélyedés az olaj lehúzására és elosztására alkalmas. A lehúzó hatást a következő módosításokkal érjük el: az olaj elfolyásának keresztmetszetét növeljük, tehát az olajrész-

ket szélesítjük, és az olajlevezető furatokat nagyobbítjuk, a dugattyúgyűrűhorony keresztmetszetét növeljük.

Ennek alapján a dugattyúgyűrűk készülhetnek

— keskeny résekkel, amelyek szélessége kb. a magasság  $1/5$ -e;

— széles résekkel, amelyek szélessége a dugattyúgyűrű-magasság  $0,4 \dots 0,5$ -ed része, ez esetben azonban megfelelő szerkezeti anyagokat és technológiákat kell alkalmazni a keresztmetszet gyengülésének kiegyenlítésére (46g ábra).

**Az idegen anyag segítségével működő dugattyúgyűrűk** lehetnek

— idegen segítséggel feszülő dugattyúgyűrűk: rugós, expander és lemez változatok;

— bevont dugattyúgyűrűk.

*Idegen segítséggel feszülő dugattyúgyűrűk.* Az önmagától feszülő dugattyúgyűrűk feszítőértékét, szorítónyomását korlátozza a gyűrű anyagának rugalmassága és szilárdsága.

A legegyszerűbb ötvözetlen dugattyúgyűrűanyagból leöntött alkatrész rugalmassági modulusa  $E = 85\,000 \dots 115\,000 \text{ N/mm}^2$ , és az elérhető tangenciális érték  $10 \dots 18 \text{ N}$ , holott sok esetben az olajáteresztő dugattyúgyűrűk tangenciális feszítésére  $40 \dots 60 \text{ N-t}$  írnak elő. Ugyanazzal az anyagminőséggel ez már nem érhető el, így kerül sor rugók és egyéb megoldások alkalmazására.

Ezeket a megoldásokat ma már széles körben alkalmazzuk a belsőégésű motorokban. Elég csak megemlíteni a nagy fordulatszámú, gyors személygépkocsi számtalan dugattyúgyűrűfajtáját, amelyek közül az olajgyűrűk döntő többsége idegen segítséggel feszülő dugattyúgyűrű.

Ha a dugattyúgyűrű a szorítónyomást teljesen vagy részben valamely támasztó, rugós elem útján kapja, akkor a dugattyúgyűrű szerkezeti anyaga elsősorban a futási és kopási viselkedés figyelembevételével választható meg.

A támasztórugós dugattyúgyűrűk helyes működésének feltételei:

— a rugók a dugattyúgyűrűn állandó, lehetőleg egyenletesen elosztó szorítónyomást idézzenek elő;

— a dugattyúgyűrű futófelületének kopásakor a szorítónyomás minél kevésbé változzék;

— a támasztórugó rugalmassága az üzemi hőmérsékleten az előírt értéken maradjon;

— az alkalmazott rugó ne akadályozza a dugattyúgyűrű szabad mozgását a kiképzett horonyban.

Ahhoz, hogy valamely támasztórugós dugattyúgyűrű motorüzemben megfelelően működjék, a dugattyúgyűrűnek és a rugónak összhangban kell működni. A kölcsönös jó hatás feltételei:

— a megfelelő beépítés (felfekvőképesség, vagyis a rugó elhelyezése a dugattyúgyűrű hornyában);

- a szorítónyomás megfelelő értéke;
- a rugó anyagának hőállósága;
- a rugó megfelelő kifáradási határa;
- megfelelő érintkezési viszonyok a rugó és a dugattyúgyűrű, valamint a dugattyúgyűrű és a hengerfal között.

A rugós dugattyúgyűrűk alkalmazásának egyik legnagyobb nehézsége, hogy a súrlódási veszteség a fokozott szorítónyomás következtében esetleg jelentősen megnövekedhet. Ennek következménye a nagyobb üzemanyag-fogyasztás, a nagyobb kopás és a fokozott hőigénybevétel. Ezek azonban helyes beépítés esetén nem következhetnek be.

A dugattyúgyűrűk rugója lehet

- horonyfenékre támaszkodó sokszög keresztmetszetű rugó, ez esetben a dugattyúgyűrűk hornya természetesen a szelvénynek megfelelően van kiképezve;
- hullámosított feszítőrugó, amelynek igénybevételi viszonyai hasonlóak mint a sokszögű rugók esetében;
- laprugók, ezek 50...130 mm átmérőjű dugattyúgyűrűkhöz készülnek, a rugó anyaga lapos rugóacél, a rugó a dugattyúgyűrű szorítónyomását kb. 15...35 N-nal növeli.

*A rugók anyaga és annak követelményei:*

- a lehető legkisebb felfekvőképesség: a gyűrű fényrést tömítő felfekvése a furatban;
  - sugárirányú szorítónyomás esetén megengedett legnagyobb eltérés 2,5 N.
  - a rugóerő állandóságának mértéke: legfeljebb 35%-os feszültségvesztés beépítési állapotban összenyomás után 230 °C hőmérsékleten 100 h után.
- A leghasználatosabb dugattyúgyűrű feszítőrugó-anyagok:
- a DIN 17224 szerinti 12CrNi 177 K, amely igen sokféle Goetze és Fiat dugattyúgyűrűhöz használatos;
  - svéd rugóacél 1% szénttartalommal, 860 °C-ról olajban edzve és megeresztve 51 HRC keménységre;
  - SAE 1095 rugóacél 59...62 HRC keménységi értékkel.

*Horonyfenékre nem támaszkodó (önfeszülő) támasztórugók.* Az a hátrány, amit a dugattyúgyűrű és a hengerhüvely kopása okoz a dugattyúhoronyfenékre támaszkodó rugók alkalmazásakor, a következő megoldásokkal küszöbölhető ki:

- ovális támasztórugó: lapos, hengerelt szalagrugóacél csíkból áll. Előnye, hogy egyenletesen támasztja a dugattyúgyűrűt, és feszítő hatása a hengerhüvely kopásától úgyszólván teljesen független;
- tangenciális támasztórugó: kerületi irányban összenyomva egyenletes terhelést ad, és a gyűrűt nem a horonyfenék felé támasztja, tehát sem a dugattyúgyűrű, sem a dugattyú mozgását

nem gátolja. Az ilyen típusú rugó tengelyirányú dugattyúgyűrűmagassága legalább 6 mm legyen. Ilyen rugós megoldásokat alkalmazunk igen sok Diesel-motorhoz 100...200 mm furatátmérő esetén;

- a szegmens- és dugattyúgyűrűk egyrészen vagy több szegmensből készülnek. Többnyire egyszeres vagy többszörös átlapolással illesztjük. Típusai: *Szigeti*-féle dugattyúgyűrű, amely négyrészes kiképzéssel elsősorban kis és közepes belsőégésű motorban használatos.

*A bevonat dugattyúgyűrűk* csúszófelületét bevonat védi, mert az egyszerű öntöttvas siklási és kopási tulajdonságai egyes szerkezeti kialakításokhoz már nem felelnek meg. Ezért a csúszófelületek élettartamát különféle bevonatokkal növeljük.

A felületkezelt dugattyúgyűrűk bevonata lehet

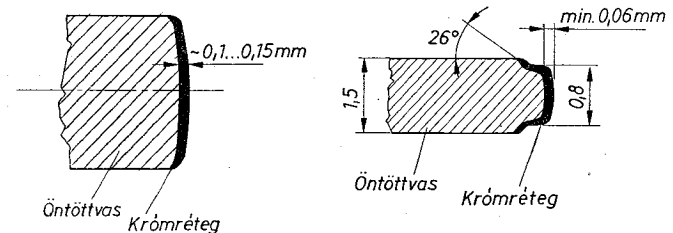
- keménykrómbevonat;
- porózus krómbevonat;
- vegyi úton felvitt fémréteg.

A dugattyúgyűrűk felületeinek *krómozásával* alapvetően megváltoznak a dugattyúgyűrű és a henger surlódásából adódó kopási viszonyok. A megfelelő módon felvitt króm igen kemény, sokkal keményebb mint a hengerhüvely anyaga. A dugattyúgyűrű csúszófelületén kialakított néhány század milliméternyi vastagságú krómréteg rendkívül kopásálló és igen kiváló csúszófelület, a korróziónak jól ellenáll mind Otto-, mind Diesel-üzemben. A legtöbb esetben a krómbevonatot kompressziós dugattyúgyűrűkhöz alkalmazzuk.

A keménykróm felületen az olaj tapadóképessége igen kicsi, a felület tisztítja az olajat.

A krómozott dugattyúgyűrűk csúszófelületeit újabb szerkesztés szerint *donga alakúra* képezik ki. A krómozott dugattyúgyűrűket a 47. ábra szemlélteti.

*A porózus dugattyúgyűrű-krómozás* első művelete megegyezik a keménykrómozással. A második művelet során a felhordott króm külső felületét mintegy 1/5-öd rétegvastagságúra fellazítjuk, amely ezáltal



47. ábra. Krómozott dugattyúgyűrűk



porózussá válik. Ezt úgy oldjuk meg, hogy a krómozófürdőben a művelet befejeztével megfordítjuk az áram irányát, és ennek következtében visszafordul a vegyi folyamat.

A porózus krómréteg előnyei:

- a porózusan fellazított réteg viszonylag gyorsabban bejárátódik (bekopik);
- a kenést a porózus krómrétegben levő olajréteg javítja.

A krómréteg vastagsága mind a két változatban a következő:

- $\varnothing$  100 mm-nél kisebb dugattyúgyűrűkön 0,08...0,12 mm;
- $\varnothing$  100... $\varnothing$  200 mm-es dugattyúgyűrűkön 0,2 mm-ig.

A krómozás előtt a dugattyúgyűrűket szemrevételezéssel ellenőrizük, nehogy öntési hibák, zárványok legyenek a felületen.

A krómozás után a dugattyúgyűrűket pár óráig koptatni kell. Ilyenkor a dugattyúgyűrűket tüskére fogjuk fel, és egy névleges méretű, megfelelő minőségű hengerben — bő petróleumos kenés közben — csiszoljuk. A csiszolás végezhető álló vagy forgó perselyben.

A jó minőségű krómrétegre jellemző tulajdonságok:

- nagymérvű és egyenletes keménységű (950...1000 HV);
- a dugattyúgyűrűk felületén egyenletes a krómréteg;
- a krómréteg teljes keresztmetszetben hibátlan, nem tartalmaz folytonossági hiányokat.

*Vegyi úton felvitt felületi rétegek.*

- A foszfátózás során 200%-os forróvizes foszfátsavoldatba mártjuk a dugattyúgyűrűket. Az így kialakított vegyületréteg vastagsága 0,004...0,006 mm. Célja: a foszfátózott réteg felveszi a kenőolajat, ezzel megakadályozza a helyi szárazoncsúszást és a berágódást.
- Szulfidáláskor a vas-szulfid bevonat oly módon állítható elő, hogy nátrium-hidroxidhoz kevert ként tartalmazó vizes oldatba mártjuk a dugattyúgyűrűt. A kezelés alatt a felületen először maródás észlelhető, amelynek következtében porózussá válik, egyúttal 0,002...0,003 mm vastag szulfidréteg keletkezik. A réteg a csúszófelülettel szoros kémiai kötést létesít. Diesel-motorok dugattyúgyűrűihez használatos, de korántsem annyira elterjedt mint a foszfátózás.
- A *Sulf-Inez*-eljárás a szulfidálás egyik módja. Az ehhez használatos sófürdő összetétele: 95% NaCN (nátrium-cianid) + 5% Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (nátrium-tioszulfát) vagy 5% Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> (nátrium-szulfitanhidrid). Hőmérséklete 550...570°C, a kezelés időtartama 20 min. A kezelt dugattyúgyűrűkön képződő réteg vastagsága 0,2...0,3 mm, amelynek hatására a kopás csökken. E réteg alkalmazásával igen jó eredményeket értek el, sok szakember szerint hatásosabb mint a foszfátózás.

Meg kell még említeni azokat a fémes védőrétegeket, amelyekkel szintén kifogástalan csúszási tulajdonságok érhetők el. Ezek a fémes rétegek képlekenyen alakíthatók anélkül, hogy leválnának az alapfelületről:

- kadmiumozás;
- ólmozás;
- rezezés;
- molibdénezés.

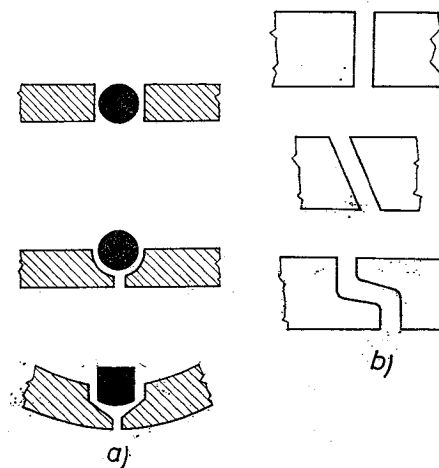
E rétegek közül csak a berágódás csökkentésére leghatásosabb anyagot, a molibdénbevonatot említjük meg. A szórással felvitt anyag a kopásnak nagyobb mértékben áll ellen mint bármilyen eddig használt anyag.

A molibdénrel kezelt dugattyúgyűrűket használjuk pl. kétütemű motorokban, ahol az olaj—benzin keveréket 1:25 arányban kellett hosszú évek óta használni, ami olajfüstöt, a kipufogócsatorna eltömődését és a gyújtógyertya zárlatát okozta. Az egyszerű molibdénkezelésnek alávetett dugattyúgyűrűket használva a keverék arányát 1:50-re lehet módosítani, és ezenkívül csökkent a dugattyúgyűrűk és a hengerhüvely kopása is.

**A dugattyúgyűrűk biztosítása elfordulás ellen.** A dugattyúgyűrűknek üzem közben a hengerhüvelyben levő nyílásokon (pl. öblítőrészek) kell áthaladniuk, ezért a dugattyúkat elfordulás ellen biztosítani kell.

A 48. ábrán négyütemű és kétütemű motorok dugattyúgyűrűinek biztosítása látható.

Az elfordulás elleni biztosítása folytán ezenkívül még a dugattyúgyűrűk hézagjai a legkedvezőbb helyzetbe hozhatók, és ezzel meg lehet akadályozni a hézagok egymás fölé kerülését.



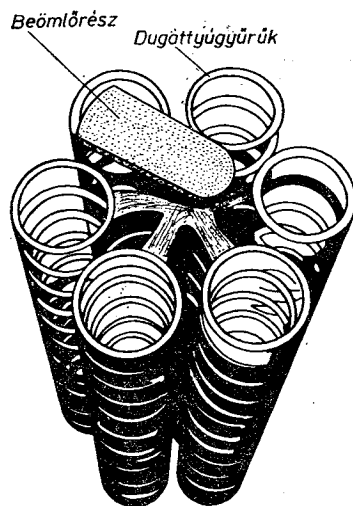
48. ábra. Dugattyúgyűrű-biztosítások

a) kétütemű motorokhoz; b) négyütemű motorokhoz

### C.1.4. A dugattyúgyűrűk öntése

Azt a hatalmas dugattyúgyűrű-mennyiséget, melyet a világ gépkocsiiipara felemészt, a dugattyúgyűrűk gyártói igyekeznek a leggazdaságosabb technológiával előállítani. A következő öntési eljárásokat alkalmazzzák:

- gépi formázással kombinált karácsonyfaformázó eljárás (49. ábra);
- centrifugálöntés;
- egyedi dugattyúgyűrűk öntése nagy átmérőjű dugattyúkhöz.



49. ábra. Dugattyúgyűrűk öntése karácsonyfaformázó eljárással

A karácsonyfaformázó eljárás lényege, hogy a gépi formázással előállított, egymásra rakott formaszekrényeknek közös beömlőrendszerük van. Az alkalmazott egyszerű vagy kettős formázógéptől függően a formázáshoz egyszerű vagy kettős formázószekrényeket használunk.

A nyers dugattyúgyűrűk átmérője 1...2 mm-rel haladhatja meg a kész dugattyúgyűrűk legnagyobb méretét. A belső átmérő megmunkálási ráhagyása 0,8...1,0 mm. Ezek az  $\varnothing 120$  mm-nél kisebb dugattyúgyűrűre érvényesek, nagyobb gyűrűk ráhagyását ajánlatos 40...50%-kal növelni. A minta tervezésekor — mint általában az öntészetben — zsugormérettel kell számolni.

A minták elkészítésére a bronzanyagok a legalkalmasabbak, ezeket  $1^\circ$ ... $1,5^\circ$  kúpossággal alakítjuk ki a homokból való eltávolíthatóság végett.

A karácsonyfaformázó eljárás lényeges szempontja a beömlőrendszerek megfelelő kialakítása. Figyelembe kell venni, hogy a vas annál hidegebben kerül a formába, minél hosszabb a beömlőnyílástól a gyűrűformáig vezető út, és minél nagyobb a beömlőcsatorna felületének, valamint keresztmetszetének az aránya.

A dugattyúgyűrűk öntéséhez használt formázóhomokkal szemben támasztott követelmények:

- a homok tegye lehetővé az éles átmenetek kialakítását;
- a homokforma szilárdsága legyen megfelelő, de tegye lehetővé a forma gyors ürítését öntés után;
- a megmunkálási ráhagyások csökkentésére a szemcsenagyság megfelelő finomságú legyen;
- a forma túl kis nedvessége könnyen okozhat a mintába homokbeszivárgást, ami rontja az öntvény felületi minőségét. A túl nagy nedvességtartalom a kis keresztmetszetű dugattyúgyűrű keménységét növeli, és könnyen okozhat a dugattyúgyűrűben gázzárványokat.

Metallográfiai eljárások dugattyúgyűrűk öntéséhez:

- Öntés perlitesszövetűvel. Előnye, hogy a dugattyúgyűrű a további megmunkálási műveletek során nem igényel szövetszerkezetet átalakító hőkezelést.
- Nemesített szürkeöntésű dugattyúgyűrűk. Az öntött állapotú dugattyúgyűrűk perlitesszövetű vagy martenzites szövetszerkezetűek. Nemesítéssel szorbitos vagy martenzites-szorbitos szövetszerkezetet kapunk. Az eredményesebb hőkezelés végett a dugattyúgyűrű anyagát ötvözzük.
- Fehéren öntött dugattyúgyűrűk. Az öntött dugattyúgyűrű cementites, ill. vegyes szövetszerkezetű. Az átalakítást grafitképző hevítéssel végezzük, hogy a cementitet megbontsuk.

Az öntésre használt nyersanyag beolvasztásához az új alapanyag és a visszatérő hulladék (felöntés és töretek) aránya 50...60%. Dugattyúgyűrű öntése esetén is fontos a visszatérő anyagokat laboratóriumi elemzésnek alávetni, és az öntődében külön tárolni.

A legjobb minőségű dugattyúgyűrűket az indukciós olvasztás adja. Bármely berendezésben is olvasztunk, a csapolást legalább  $1460^\circ\text{C}$ -on kell végezni, ez biztosítja az öntvény kedvező metallurgiai viszonyait.

A dugattyúgyűrű-öntődében használatos olvasztóberendezések:

- kúpolókemencék;
- indukciós kemencék.

A legalkalmasabbak a már említett indukciós kemencék. Előnyei a dugattyúgyűrű-öntészetben a következők:

- pontos adagösszeállításra van lehetőség;
- az ötvözések könnyen elvégezhetők;

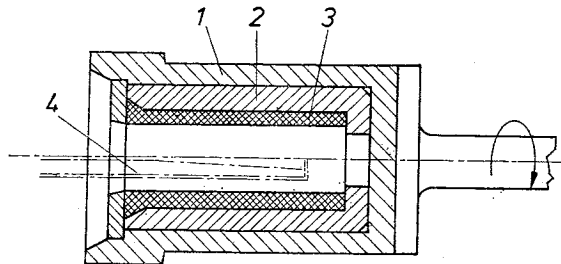
— az olvadék hőmérséklete pontosan beállítható és tartható a szükséges gyors elemzések elkészültéig.

**Példa** adott összetételű indukciós kemencében olvasztott, ötvözött dugattyúgyűrű elérhető szilárdsági jellemzőire:

Összetétel: C	= 3,2...3,8	Cr	= 0,3...0,6
Si	= 2,5...3,1	V	= max. 0,2
Mn	= 0,5...0,8	Mo	= 0,50...0,8
P	= 0,3...0,6	Ni	= 0,3...0,5
S	= max. 0,10	Cu	= 0,8...1,2

Az elért keménység 280...380 HB,  $E=100\ 000\ \dots\ 130\ 000\ \text{N/mm}^2$ .

A **centrifugálöntés** a dugattyúgyűrűöntésben a gazdaságosabb üzemi viszonyok kialakítására alkalmazzuk. Az öntvény a centrifugális erő hatására alakul ki. A forgás közben és a fellépő centrifugális erő hatására a szennyeződések — mint pl. salak vagy gázbuborék — kisebb sűrűségük folytán a külső felületre nyomulnak. Az olvadékokban jelenlevő kisebb sűrűségű szulfidok (MnS, FeS) is a külső övezetben dermednek meg. Ennek eredményeképpen az öntvény tömör és hibátlan (50. ábra).



50. ábra. Dugattyúgyűrű centrifugálöntés  
1 porgetőfej; 2 kokilla; 3 öntvény; 4 öntőcsatorna

A centrifugálöntő vaskokillát öntés előtt megfelelő anyaggal (fekeccsel) vonjuk be, amely megakadályozza az öntöttvas cementes dermedését.

Nagy igénybevételű közúti gépjárművek dugattyúgyűrű-öntésére használatos centrifugálöntési technológia során az öntvények fehéren dermednek, és forgácsoló megmunkálás előtt lágyító hőkezelést kell beiktatni.

**Nagyméretű dugattyúgyűrűk öntése.** A nagyobb átmérőjű dugattyúgyűrűk általában *egyedi öntéssel* készülnek, mivel egyedi öntés esetén a  $16\ \text{mm}^2$ -es legkisebb keresztmetszet jelenti azt a határt, ahol még az öntésből eredő nehézségek — normális öntési felkészültséggel — megold-

hatók. A dugattyúgyűrűk eddig a mérethatárig könnyebben állíthatók elő nagyobb keménységgel és jobb minőségű szövetszerkezettel.

A nagyobb átmérőjű dugattyúgyűrűkből a mintalapon egy vagy két gyűrűt helyezünk el, és itt formázzuk. A beömlőrendszereket is ennek megfelelően alakítjuk ki.

Az  $\varnothing 300\ \text{mm}$ -nél nagyobb dugattyúgyűrűket már nem egymásra rakott szekrényes megoldással öntjük, hanem egyedi formázással és öntéssel.

Az  $\varnothing 150\ \text{mm}$ -nél nagyobb átmérőjű dugattyúgyűrűk öntésének alapvető minőségi feltételei:

- az öntöttvas tulajdonságait ékpróbával kell ellenőrizni;
- az öntöttvas telítettsége a dugattyúgyűrű keresztmetszetétől függően 0,9...1 legyen;
- a leöntött nyers dugattyúgyűrű keménysége 210...240 HB legyen;
- a jobb minőség elérésére az alapanyagot ötvözni kell (pl. Cr, Mo, V, Ti ötvözőkkel).

### C.1.5. A dugattyúgyűrűk megmunkálása

A leöntött dugattyúgyűrűk formából való eltávolítását és felöntéstől való megtisztítását csaknem minden esetben géppel végezzük. A dugattyúgyűrűk ezután átkerülnek a forgácsolómegmunkáló sorra. A dugattyúgyűrűk megmunkálása is bonyolult műveletsor, csak az egyszerű szemlélő számára jelenti egy „karika” kialakítását.

A dugattyúgyűrű alapanyaga lehet

- cső;
- egyedi öntvény;
- nagymennyiségű karácsonyfaformázó eljárásból eredő öntvény.

A csövek megmunkálásának első művelete: leszúrás fésűkessel. Így alakítjuk ki a dugattyúgyűrűk további megmunkálási alapanyagát.

A sorozatban gyártott dugattyúgyűrűk végső alakját, amitől a szükséges rugalmassági jellemző és tangenciális erő függ, kétféleképpen adhatjuk meg:

- feszítő alakváltozás létrehozása hőkezeléssel;
- feszítő alakváltozás létrehozása ovális alakra való formázással (ovális dugattyúgyűrűgyártás).

Az utóbbi eljárás igen egyszerű módszer: a dugattyúgyűrűt a homokban ovális alakúra formázzuk, hogy aztán az öntött dugattyúgyűrű egy szegmensét eltávolítva kör alakúra legyen összezárható.

Az ovális formázású dugattyúgyűrűt úgy kell forgácsolni, hogy az öntött gyűrű forgácsolás után is kívül és belül ovális alakú legyen. A gya-

korlatban azonban a megmunkáló üzemek gyakran sokkal egyszerűbb módszerekhez folyamodnak: tapasztalati alapon meghatározzák a minta alakját, beformázzák a dugattyúgyűrűt, majd abból a külső és belső felület hengeresre való forgácsolása előtt egy szegmenst kivágnak.

További művelet a hőkezelés.

Példaképpen egy átlagos dugattyúgyűrű műveleti sorrendjét ismer-tetjük.

1. művelet: külső átmérő tisztítása.

2. művelet: homlokfelületek nagyoló forgácsolása két párhuzamos köszörűkorongos köszörűgépen.

3. művelet: homlokfelületek félkészre, majd készre forgácsolása két szembenálló vízszintes tengelyű köszörűn. Mindkét gépen köszörűko-rong van, amely az előtte elhaladó felületet lemunkálja, a köszörűkoron-gokat petróleummal hűtjük. A dugattyúgyűrű méretétől függően négy vagy hat fogással 0,4 mm-t távolítunk el. A gép igen termelékeny, kb. 1100 db/h dugattyúgyűrűt munkál meg. A dugattyúgyűrűk méreteit *Solex* mérőkészülékkel ellenőrizzük. A művelet tőrése általában 10 µm.

4. művelet: külső átmérő nagyolása és félkész simítása. A dugattyú-gyűrűket tuskére fogva két gépen esztergáljuk. Az eltávolított anyag kb. 1,0...1,2 mm.

5. művelet: belső átmérő nagyolása és készremunkálása simítással. A dugattyúgyűrűket hüvelybe fogjuk be, és a felületüket finom felületűre munkáljuk.

6. művelet: megmunkált felületek minőségellenőrzése, az 5. műveletig felszínre került öntődei hibák megállapítása. Ezután már csak a megfelelő minőségi dugattyúgyűrűket forgácsoljuk tovább.

7. művelet: felhasítás elkészítése célgépen. Egyszerre 10—12 dugaty-tyúgyűrűt fogunk fel a gépre, és munkálunk meg.

8. művelet: dugattyúgyűrűk hőkezelése. A dugattyúgyűrűket készü-lékben rögzítjük, hogy ovális formára alakuljanak ki. A művelet elvég-zésével a dugattyúgyűrű megkapja a szükséges tangenciális feszítőerőt és rugalmasságot.

9. művelet: dugattyúgyűrűk jelölése.

10. művelet: dugattyúgyűrűk külső átmérőjének simítása. A művelet fogásmélysége 0,05 mm, hogy megfelelő kis érdességű felületet kapjunk.

11. művelet: dugattyúgyűrű hézagméretének kialakítása célgépen.

A leírt műveleti sorrendtől a dugattyúgyűrű változatától függően el lehet térni. A gépek tervezése igazodik a kialakítandó dugattyúgyűrű követelményeihez.

### C.1.6. A dugattyúgyűrűk minőségellenőrzése

A minőségellenőrzés során a következő műveleteket végezzük el (51. ábra) általában szűrőpróbaszerűen:

Megmérjük a dugattyúgyűrű magasságát, ennek tőrése az MSZ 5845—54 szerint:

— Ø 140 mm-ig  $-0,010$  mm;  
— Ø 140 mm-től 200 mm-ig  $-0,022$  mm;

— Ø 140 mm-től 200 mm-ig  $0,013$  mm;  
 $0,028$  mm.

Ellenőrizzük a dugattyúgyűrű hézagméretét.

Megmérjük a dugattyúgyűrű sugárirányú falvastagságát.

Szelvény keresztmetszetű dugattyúgyűrűkön projektorra 100×-os nagyításban kivetítve ellenőrizzük az éleket és az átmeneteket.

Nagy pontosságú erőmérleggel ellenőrizzük a tangenciális terhelést úgy, hogy a dugattyúgyűrűket 0,1...0,2 mm vastag acélszalagba fogjuk, majd erőkarral összezárjuk a hézagolási méretig. Ezután kiengedve a kart, a mérést legalább kétszer megismételjük, így kapjuk meg a skálán le-olvasott tulajdonképpeni tangenciális erőt. Külön mérési módszert kell alkalmazni a horonyban felfekvő és a nem támaszkodó rugós dugattyú-gyűrűk ellenőrzésére.

Példák a tangenciális erő nagyságára:

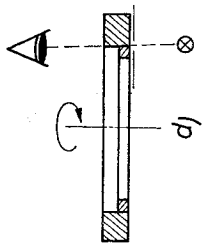
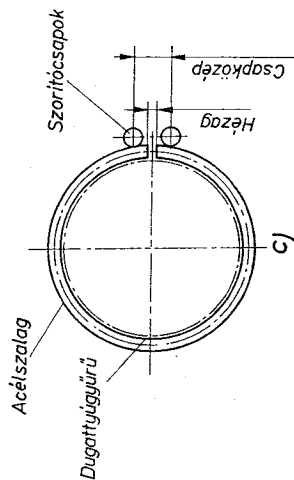
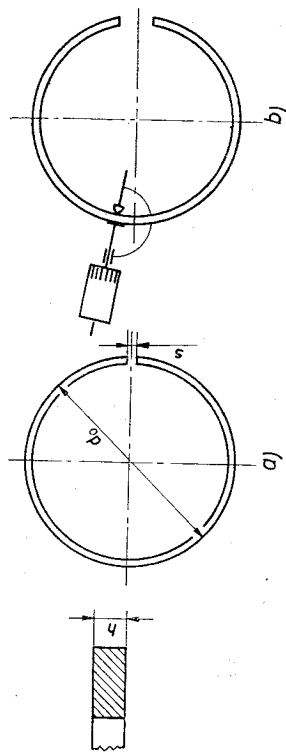
kompresziós dugattyúgyűrű	Ø 75 mm, magasság	1,5 mm: 10,4±20% N;
kompresziós dugattyúgyűrű	Ø 80 mm, magasság	2,0 mm: 13,9±20% N;
kompresziós dugattyúgyűrű	Ø 80 mm, magasság	2,5 mm: 17,4±20% N;
kompresziós dugattyúgyűrű	Ø 120 mm, magasság	2,5 mm: 25,0±20% N;
kompresziós dugattyúgyűrű	Ø 120 mm, magasság	3,0 mm: 30,0±20% N;
kompresziós dugattyúgyűrű	Ø 120 mm, magasság	3,5 mm: 35,0±20% N;
egy rugós olajáteresztő gyűrű	Ø 75 mm, magasság	4 mm: 36,4±20% N.

A kissé részletesebb felsorolás lényegileg érzékelteti a különböző dugattyúgyűrű-méretetek és változatok tangenciális erő nagyságát, amely a dugattyúgyűrű egyik legfontosabb jellemzője.

Krómozott dugattyúgyűrűkön a krómréteg vastagságát is mérjük. Ennek módszerei a roncsolásos vizsgálat, a mikroszkópos mérés és a roncsolásmentes ellenőrzéssel rétegvastagságvizsgáló készülékkel. A krómrétegprofil dongakialakítását 1000×-es nagyítással sugárirányban és tengelyirányban 40×-es nagyítással vizsgáljuk mérőprojektoron.

Ellenőrizzük a fényzárást. A fényzárás fogalmán a hengerfalon fel-fekvő dugattyúgyűrű fényzárását értjük. A vizsgálatot hengerhüvelybe illesztve végezzük, tengelyirányban párhuzamosan nézve közvetlen ellen-fényben matt üvegre felfektetve az alkatrészt. Általános követelmény: kompresszió dugattyúgyűrűk fényzárása 100%-os, olajlehuzó és olaj-áteresztő dugattyúgyűrűk fényzárása 90%-os legyen.

Megvizsgáljuk a bevonat vastagságát a gyűrűn körben általában 45°-onként.



51. ábra. Dugattyúgyűrűk minőségellenőrzése

a) a  $h$  magasság, az  $s$  hézag és a  $d$  átmérő ellenőrzése; b) a falvastagság ellenőrzése; c) a tangenciális erő ellenőrzése; d) a fényáteresztés ellenőrzése

Megvizsgáljuk a hőterhelhetőséget. A dugattyúgyűrűket előzőleg bemérjük tangenciális erőre, majd névleges méretű hengerhüvelybe helyezve 5 h-án át hőterhelésnek tesszük ki. Ez lehet pl. 150—200—250 °C. Ezután visszamérjük a próbatesteket tangenciális erőre, tömör keresztmetszetű dugattyúgyűrűkben a tangenciális erő esése 15% lehet, rugós gyűrűkben 12%. A háromszori hevítés hőntartási ideje 5—5 h.

Koptatási vizsgálatokat végzünk. Ez a vizsgálat rendszerint bevonat nélküli dugattyúgyűrűkhöz van előírva. Itt a dugattyúgyűrűket koptatóberendezésbe fogjuk és a futóéltre hengerhüvelyből kimunkált próbatestet helyezünk. A felületi fajlagos nyomás 100 N/mm<sup>2</sup> (10 kp/mm<sup>2</sup>), a koptatásra elhelyezett próbadarab kerületi sebessége 7 m/s. Összesen 200 000 fordulatot tesz meg. A vizsgálat előtt mérjük a dugattyúgyűrű tömegét és sugárirányú falvastagságát, amelyet a koptatási vizsgálat után ismét ellenőrizni kell. A két mérés különbsége a dugattyúgyűrű kopása. Ha az előírtnál nagyobb kopásértéket mérünk, akkor szövetszerkezeti vizsgálatokkal kell megállapítani a hiba okát: pl. nem tartalmaz-e a dugattyúgyűrű anyaga több ferritet?

Ellenőrizzük az ovális formát. A dugattyúgyűrűt olyan rugalmas kör alakú acélszalagba helyezzük, amelynek belső átmérője megfelel a vizsgált darab névleges átmérőjének. Ezután megmérjük a dugattyúgyűrű által felvett átmérőt két egymásra merőleges irányban, amelyek közül az egyik átmegy a felhasított részen. Az ovalitást a kapott legnagyobb és legkisebb érték különbsége adja, ami nem lehet nagyobb a dugattyúgyűrű névleges átmérőjének 0,5%-ánál.

A dugattyúgyűrűk minőségellenőrzése megkövetelte a mérőautomata kialakítását, amelyen megbízhatóan lehet minősíteni több millió dugattyúgyűrű méreteit. Ezek lehetnek a falvastagsági, magassági stb. méretek. Ez a berendezés osztályozza a darabokat:

- selejtire + és - tartományban;
- két megfelelő méretcsoportra.

A méréseket villamos érzékelőfej végzi. A berendezésbe adagolószalag viszi a dugattyúgyűrűket. A mérőegység teljesítménye 1500—2000 db/h.

Ellenőrizzük a dugattyúgyűrűk keménységét. 200 mm átmérőig, 10 mm falvastagságig HRB-ben kell a próbatesteket mérni  $\varnothing$  1,16 mm golyóval, 100 kp terheléssel, 10...20 mm falvastagság esetén a dugattyúgyűrűk keménységét HB-ben mérjük.  $\varnothing$  2,5 vagy 1,25 mm-es golyóval 187,5 vagy 67,5 kp-os terheléssel. Előírás, hogy a dugattyúgyűrűn három mérést kell végezni egymástól 120°-ra, és a mért értékek középértékét kell alapul venni.

Metallográfiai vizsgálatokat végzünk. Ehhez rendszerint etalonképek állnak rendelkezésre. A német Goetze előírja, hogy a csiszolat metszeti helye, a csúszófelülettől számított 1/3-ad falvastagság.

A dugattyúgyűrűkkel kapcsolatos számítások. Az  $E$  rugalmassági modulus számítása:

$$E = 14,14 \frac{F_t \left( \frac{d}{a} - 1 \right)^3}{sh} \quad \text{N/mm}^2,$$

ahol

$F_t$  a tangenciális erő, N;  
 $d_0$  a dugattyúgyűrű névleges átmérője, mm;  
 $a$  a dugattyúgyűrű sugárirányú falvastagsága, mm;  
 $h$  a dugattyúgyűrű magassága, mm;  
 $s$  a gyűrű hézaga, mm.  
A  $\sigma_h$  hajlítószilárdság számítása:

$$\sigma_h = F \frac{6D - 5a}{ha^2},$$

ahol

$F$  a törőerő, N;  
 $D$  a dugattyúgyűrű külső átmérője, mm;  
 $a$  a dugattyúgyűrű sugárirányú falvastagsága, mm;  
 $h$  a dugattyúgyűrű magassága, mm.

Az érték általában 40...50 N/mm<sup>2</sup>.

A dugattyúgyűrű nyomása a hengerfurat falára

$$p = \frac{2Q}{aD} \quad \text{MPa},$$

ahol

$Q$  a terhelés, N;  
 $a$  a gyűrű sugárirányú falvastagsága, mm;  
 $d$  az összenyomott dugattyúgyűrű átmérője, mm.

**A dugattyúgyűrű szabványai.**

*Magyar szabványok*

KG SZ 36.3003—74. Dugattyúgyűrű vasöntvény. Műszaki követelmények és vizsgálat.

MSZ 10 897—58 Stabil és félstabil motorok dugattyúgyűrűi.

MSZ 5751—56 Dugattyúgyűrűk belsőégésű motorokhoz.

*Szovjet szabvány*

GOSZT 846—57 Dugattyúgyűrűk technikai előírásai.

*Csehszlovák szabvány*

CSN 027010—65 Dugattyúgyűrűk méretei.

*Lengyel szabványok*

PN—68/S—36507 Belsőégésű stabil és gépjárműmotorok öntöttvas dugattyúgyűrűi max. 150 mm átmérőig.

PN—71/S—36502 Dugattyúgyűrűk szilárdságvizsgálati módszerei.

*A Német Demokratikus Köztársaság szabványai*

TGL 9996/1—8 Dugattyúgyűrűk motorokhoz.

TGL 8109 Nyers, öntött dugattyúgyűrűk minőségi előírásai.

*A Német Szövetségi Köztársaság szabványai*

DIN 50 103, 70 907, 70 908, 70 909, 70 910, 70 915, 70 916, 70 930, 70 946, 70 947, 70 948 valamennyi szabvány részletesen foglalkozik a dugattyúgyűrűk minőségi előírásaival, és részletes méretábrázolatba foglalja azokat.

### C.1.7. A dugattyúgyűrűk korszerűsítésére irányuló törekvések

A belsőégésű motorok dugattyúgyűrű- és hengerhüvelykopásának három fő oka van:

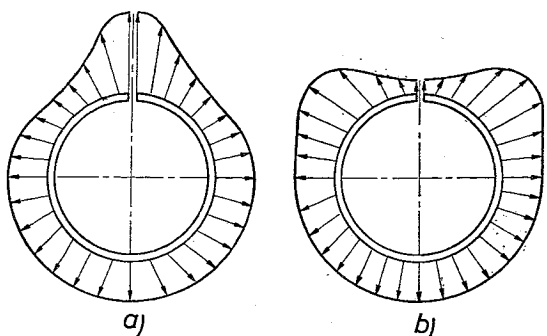
- a berágódás;
- a kopás;
- a korrózió.

A korróziós károkat viszonylag nagy alkálitartalmú kenőolajak használatával igyekszünk kiküszöbölni, amelyekkel egyúttal semlegesítjük a nagy kéntartalmú tüzelőanyagok égésekor keletkező savakat.

A kopásokat hatásosan csökkenti a levegő- és olajsűrűk alkalmazása. Ezek közül kiemeljük a jó hatásfokú levegősűrűket, amelyeket úgy terveztek, hogy 5 μm-nél nagyobb részecskéket ne engedjenek át. Kísérletek folynak ma már 1 μm-es részecskéket kiszűrő betétekkel is.

A legtöbb nehézséget a berágódások okozzák. Ez akkor fordul elő, hogyha a dugattyúgyűrű oldalfülete és a hengerhüvely közötti olajréteg megszakad, így a két fémfelület érintkezik egymással. Az így keletkező súrlódás a hőmérséklet növekedésével jár, ami sok esetben az alkatrészek anyagának súlyos rongálódásait idézi elő. Mind a dugattyúgyűrűkön, mind a hengerhüvely csúszófelületén súlyos károk keletkeznek, és sok esetben lehetetlenné teszik a motor működését.

E kérdés tárgyalásakor meg kell említeni az egy-egy típusú motorra jellemző dugattyúgyűrű-nyomáseloszlási görbéket. Az 52. ábrán egy négyütemű és egy kétütemű motor dugattyúgyűrűjének sugárirányú nyomáseloszlási görbéje látható.



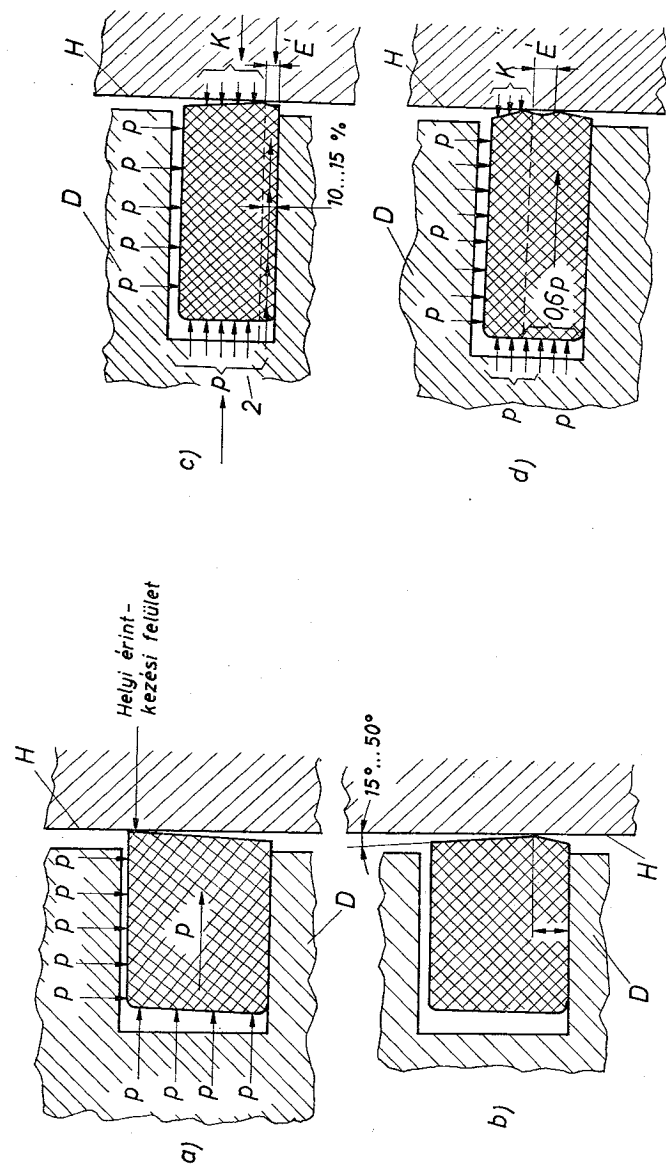
52. ábra. Dugattyúgyűrűk nyomáseloszlási görbéje  
a) négyütemű; b) kétütemű Otto-motorhoz

A berágódás kiküszöbölhető úgy, hogy a két csúszófelület összehegedésének megakadályozására oxid vagy szulfid felületi réteget alkalmazunk. Erre bizonyos magas olvadáspontú fémek és fémvegyületek alkalmasak, amelyek ellenállnak az igénybevételnek. Hatásos a száraz kenőanyagok adagolása is, mint pl. a grafit és molibdén-diszulfid. A legbiztosabb módszer azonban olyan dugattyúgyűrű-szerkezet kialakítása, ami biztosítja a nyugodt járását, a hosszú élettartamot. Ezen a területen számos megoldás keletkezett az utóbbi években, és jelenleg is folynak kísérletek. A következőkben ilyen megoldásokat ismertetünk.

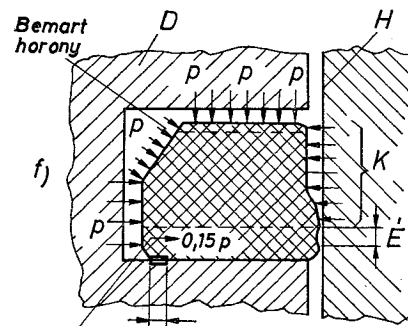
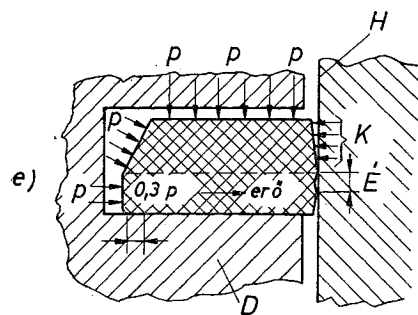
A dugattyúgyűrű sajátos kialakítása a berágódás csökkentésére. Elsősorban a motorba beépített alaptípusú dugattyúgyűrűnél a hengerhüvelyben keletkező nyomásviszonyokat kell vizsgálni. A klasszikus dugattyúgyűrűk palástja és homlokfelületei derékszöget zárnak be. Az átmérő és a magasság viszonyozása 35...50. Az 53a ábra az ilyen dugattyúgyűrűre ható gáznyomást szemlélteti.

A  $p$  égési nyomás a dugattyúgyűrű felső felületére hat, azt lefelé nyomja, és amennyiben az oldalhézag elegendő, a gáz szabad utat talál a dugattyúgyűrű hátsó felülete mögött, és itt szintén  $p$  erővel hat. Így a dugattyúgyűrű homlokfelülete és a hengerhüvely között szoros érintkezés keletkezik. Mivel azonban egyetlen hengerhüvely sem tökéletesen kör alakú, és működés közben egyre jobban eltér a szabályos alaktól, a hengerhüvely elhúzódnása következtében a dugattyúgyűrű érintkezési felülete nem több mint a homlokfelület 10...15%-a.

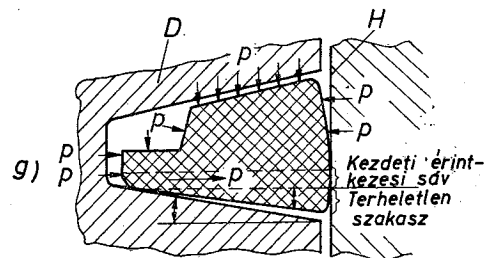
Gyakorlatilag minden motorban a dugattyú koronarésze és ezáltal az ott levő dugattyúgyűrűk jobban terjeszkednek, mint a palást felé eső övezetben. A dugattyúhornyok lefelé dőlése kezdetben a dugattyúgyűrű felső sarkának az érintkezését idézi elő: ez a hátsó lapra ható nyomás miatt berágódást okoz.



53. ábra. Dugattyúgyűrű-megoldások  
a) gáznyomásviszonyok hagyományos dugattyúgyűrűn; b) kopott dugattyúgyűrű jellegzetes profilja; c) keskeny dugattyúgyűrű; d) kúpos homlokfelületű dugattyúgyűrű;



A széles gyűrű  
-15 %-a



53. ábra.

f) koronás dugattyúgyűrű; g) csavart vonalú dugattyúgyűrű.  
D dugattyú; H hengerfal; K kiegyensúlyozott szakasz;  
É érintkezési sáv

A gyakorlatban a felső él ilyen mértékű érintkezéséből az is következik, hogy a dugattyúgyűrű az olajat felfelé kaparja jelentősen növelve az olajfogyasztást. Az 53b ábrán kopott gyűrűre jellemző futóél látható.

E káros jelenségek kiküszöbölésére születtek olyan megoldások, mint az irányított koronás és donga profilú dugattyúgyűrűk, továbbá a dugattyúgyűrűk tengelyirányú magasságának csökkentése.

#### A keskeny dugattyúgyűrűk előnyei.

A szerkesztők első kísérlete az alkatrész tengelyirányú magasságának csökkentése volt. Az 53c ábrán látható dugattyúgyűrű magasságát pl. a felére csökkentették, így keletkezik egy 65...75 átmérő—magasság viszony. A dugattyúgyűrű sugárirányú mérete tehát nem változott, így a hátsó erő sem változott, amely a hengerhüvely falához nyomja, az eredő nyomás azonban  $p/2$ -re csökkent. A keskenyebb dugattyúgyűrűnek a geometriai kiképzése folytán sokkal nagyobb a hatásos felfekvése a hengerfalon, és így jobban követi a hengerfal egyenetlenségeit is. A szélesebb kompresszió dugattyúgyűrűk magasságának csökkentésével tehát a berágódás veszélye csökken.

Jó példa erre a megoldásra, hogy a személygépkocsik 600 és 1500  $\text{cm}^3$ -es motorjainak dugattyúgyűrűit az első kompresszióhoronyban másfél évtizede 2 és 2,5 mm-es tengelyirányú magassággal tervezték, ma már ezek a méretek 1,5 mm-re csökkentek.

A dugattyúgyűrű alakjának hatása a berágódásra. Még a derékszögű alacsonyabb dugattyúgyűrűk is hajlamosak a berágódásra, mivel a dugattyúgyűrű-hornyok lehajlása nincs kiküszöbölve.

A motor az üzemelés során kúpos irányított koronás alakot koptat a futófelületre. Ezért a következő lépés a dugattyúgyűrűk berágódási veszélyének csökkentésére ennek a homlokfelületnek a mesterséges, irányított kialakítása volt. Ezek kúpos és donga változatok kombinációi:

- kúpos homlokfelületű dugattyúgyűrűk;
- koronás és irányított koronás dugattyúgyűrűk;
- csavart kialakítású dugattyúgyűrűk;
- kiegyensúlyozott nyomású dugattyúgyűrűk;
- ék alakú dugattyúgyűrűk.

Kúpos homlokfelületű dugattyúgyűrűk (53d ábra) esetében ismét a keskeny dugattyúgyűrűkre ható  $p/2$  értékű kifelé irányuló nyomásról van szó. De ennek a dugattyúgyűrűnek csak a homlokfelület alsó övezete érintkezik a hengerfallal kezdetben a teljes magasságnak alig 10%-ával. A többi 90% ki van téve a gáznyomásnak úgy, hogy a nyomásból eredő erő valójában kiegyensúlyozza a hátsó nyomást, és a dugattyúgyűrűnek csak egészen keskeny csúszófelülete érintkezik a hengerfallal. Ez a keskeny övezet azonban jobban alkalmazkodik, és követi a hengerhüvely szabálytalanságait, üzem közbeni változásait. A dugattyúgyűrű homlok-



lapjának még nagyobb része kerül szoros érintkezésbe a hengerfallal, tovább csökkentve a berágódási hajlamot. A dugattyúgyűrű ilyen megoldása az olajfogyasztás szabályozása szempontjából is előnyös, mivel lefelé menetben lekaparja az olajat, és átsiklik a rétegen felfelé menet.

**Koronás és irányított koronás dugattyúgyűrűk.** A koronás dugattyúgyűrű közepén levő érintkezési sávon a teljes hátsó nyomásnak mintegy 0,6 részét kitevő gáznyomás adódik át; ez a sáv kezdetben a dugattyúgyűrű homlokszélességének  $1/10 \dots 1/5$ -e. Ez nagyobb terhelést eredményez, mint amilyenek a kúpos dugattyúgyűrűkön fellépnek, de a korona igen kis görbületéből eredő ékelődő hatás miatt olaj nyomódik be a felfekvőfelületre, és összefüggő olajréteget képez. Az irányított koronás dugattyúgyűrű érintkezési sávja lejjebb került mintegy 25%-ra az alsó éltől úgy, hogy felette a gáz erőit fejt ki, és így az eredő nyomás erre a lejjebb helyezett hengeres részre lényegesen kisebb lesz, mintegy fele a középponti vagy szimmetrikus koronás dugattyúgyűrűre ható nyomásnak.

A dugattyúgyűrű ilyen kialakítása megközelíti azt az ideális homlokprofil, amelyet a motor koptat üzem közben a dugattyúgyűrű futófelületére (53f ábra).

**Csavart vonalú dugattyúgyűrűk.** Ha a dugattyúgyűrű belső élét lesarkítjuk, a dugattyúgyűrű megcsavarodik, így belső átmérője vonalszerűen érintkezik. A csavarodás következtében kezdetben a dugattyúgyűrű homloklapjának alsó éle érintkezik a hengerrel.

A csavartvonal kialakításának legnagyobb előnye, hogy jobban tömíti mögéje nyomuló gázokat. Sok esetben a csavart kialakítást kombinálják kúpos homloklapfelületű és koronás változatokkal a jobb teljesítmény és a hosszabb élettartam végett (53g ábra).

**Kiegyensúlyozott nyomású dugattyúgyűrűk.** Az előző típusok ismeretébenél látható, hogy a tervezőknek sikerült olyan dugattyúgyűrűket kialakítani, amelyek csökkentik vagy nagy részben kiküszöbölik a berágódást. Vannak azonban olyan motorok is, amelyek dugattyúiba széles gyűrűhoronyra van szükség, mégis csökkenteni kell a berágódás veszélyét. Ilyen esetben irányított koronájú, kiegyensúlyozott nyomású dugattyúgyűrűket használunk. A felső homloklap mélyebbre készül, vagyis ki van egyensúlyozva, hogy ugyanazokat az előnyöket nyújtsa, mint a keskeny dugattyúgyűrű az üzemelés során.

Ezek a kiegyensúlyozott dugattyúgyűrűk eredményesen használhatók széles hornyú, régi típusú dugattyúkhoz is.

**Ék alakú dugattyúgyűrűket** elsősorban a nagy fordulatszámú feltöltős Diesel-motorokban alkalmazunk, amelyek nagy terheléseknek vannak kitéve, és a dugattyú nem hűthető kellőképpen. Az ebből eredő magas üzemi hőmérséklet a párhuzamos dugattyúgyűrűk berágódását és sérülését okozza.

A gázokat a dugattyúgyűrű belső, alsó sarka tömíti, amit azzal lehet elérni, hogy a gyűrű belső lesarkítását valamivel kisebbre vesszük, mint a horony ferdeségét, valamint azzal, hogy a dugattyúgyűrűt — hátsó felső beszúrással — csavarjuk. Ez a megoldás kiküszöböli, hogy a  $p$  nyomás a dugattyúgyűrű homloklapjának alsó részéig hasson.

Ezek a dugattyúgyűrűk kevésbé hajlamosak a berágódásra, mint a derékszögű vagy a félig lesarkított dugattyúgyűrűk. Ezt a motorjáratási kísérletek igazolták. További előnyük az olajfogyasztás csökkentése.

A felsorolt típusokon kívül újabb további dugattyúgyűrűfajtákkal folynak kísérletek.

Összefoglalva a berágódás okai és kiküszöbölésük:

— Berágódási lehetőség a dugattyúgyűrűk hornyának kopása gázátfújás következtében. Kiküszöbölésére méretezéskor figyelembe kell venni a homloklapra ható nyomásértéket. Fontos, hogy a dugattyúgyűrű hátlapjára ható nyomás egyenlő legyen a homloklapra ható gáznyomással. Ha különbség van a két nyomás között, abban az esetben a dugattyúgyűrű elnyomódik a hengerfaltól és elfordul, romlik a tömítése.

— Az olajréteg megszakadásának megelőzésére csökkentjük a dugattyúgyűrűk futófelülete és a hengerhüvely fala közötti hőmérsékletet. Olyan esetekben, ha növekszik a fajlagos motorterhelés, a dugattyú és a hengerhüvely hűtését minden esetben javítani kell.

— A dugattyúgyűrű kialakításának szempontjából gyakorlati tapasztalatok igazolták a szerkesztőket: kevesebb dugattyúgyűrű üzembiztosabb. A keskeny dugattyúgyűrűk használatán kívül mind a kompressziógyűrű felől, mind az olajgyűrűkből keveset használunk egy dugattyún. Például nagy teljesítményű motorokhoz legfeljebb három kompressziógyűrűt és egy olajgyűrűt, kisebb motorok esetében egy vagy két kompressziógyűrűt és egy-egy olajlehúzó és olajáteresztő gyűrűt.

## C.2. Dugattyúcsapszegek

A dugattyúcsapszeg az 54. ábrán látható. A szükséges méreteket szilárdsági számítással kell meghatározni.

A dugattyúgyártás területén szerzett tapasztalatok megbízható értékeket szolgáltatnak a dugattyúcsapszeg kihajlásával és egyéb alakváltozásával kapcsolatban.

**A dugattyúcsapszeg méretei.** A dugattyúcsapszegek szerelése és működése nagy pontosságú méretezést és igen pontos megmunkálást kíván. Ennek során figyelembe kell venni, hogy a túl lazán illesztett csap-

## Dugattyúcsapszeg Diesel-motorokhoz

$d_1$ , mm	$d_1$ tűrése mm	$d_2$ , mm, -0,2	$l$ , mm, -0,3	Betétedzésű acélok rétegvastagsága, mm		Nitridált acélok réteg- vastagsága, mm	Tömeg, kg/db
				paláston	furatban		
22		12	60	0,5...0,8			0,125
2		14	64				0,167
25			67				0,175
28		16	72 75	0,6...1,0	min. 0,4	0,3...0,4	0,232 0,242
30	-0,006	16	66				0,260
			72				0,284
			78 80	0,308 0,316			
32		18	71 76 82	0,6...1,0	min. 0,4	0,3...0,4	0,304 0,325 0,351
35		20	74				0,374
			80				0,404
			85	0,430			
			90 91	0,455 0,458			
36		20	80	0,6...1,0	min. 0,4	0,3...0,4	0,439
38			85				0,567
			90				0,494
		97	0,533				
40	-0,007	22	84	0,6...1,0	min. 0,4	0,3...0,4	0,517
			85				0,523
			90				0,554
			95				0,585
			100				0,616
40		22	88	0,6...1,0	min. 0,4	0,3...0,4	0,603
			93				0,637
			99				0,678
			104				0,713
			105				0,720

$d_1$ , mm	$d_1$ tűrése mm	$d_2$ , mm, -0,2	$l$ , mm, -0,3	Betétedzésű acélok. rétegvastagsága, mm		Nitridált acélok réteg- vastagsága, mm	Tömeg, kg/db																		
				paláston	furatban																				
42		23	90 93 97 98 102 109 110	0,6...1,2	min.0,4	0,3...0,4	0,683 0,706 0,736 0,744 0,774 0,827 0,835																		
							45	24	92 97 102 107 112 116	0,6...1,2	min.0,4	0,3...0,4	0,819 0,864 0,908 0,953 0,998 1,033												
													48	26	101 106 111 115 121 110 115	0,6...1,2	min.0,4	0,3...0,4	1,011 1,061 1,111 1,151 1,211 1,198 1,253						
																			50	27	121 124	0,6...1,2	min.0,4	0,3...0,4	1,318 1,351
																									52
							55	29	128 136	0,6...1,2	min.0,4	0,3...0,4	1,720 1,828												

szeg meleg üzemben csattogást okozhat, ezzel szemben a szorosan illesztett csapszeg sietteti a csapszegfurat berágódását.

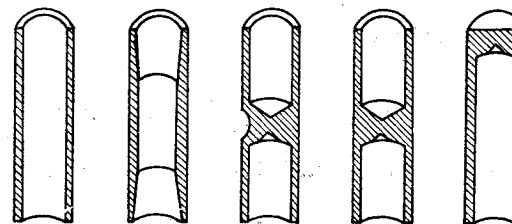
Dugattyúcsapszeg külső átmérője növelése esetén ügyelni kell arra, hogy a falvastagság ne változzék. Ezenkívül szem előtt kell tartani a csapszeg tömegét, mivel azt a forgattyús hajtómű működése korlátozza.

A külső átmérőhöz szorosan kapcsolódó, szilárdságilag meghatározott két érték a csapszeg hossza és belső átmérője (55. ábra, 9. és 10. táblázat).

## Dugattyúcsapszegek Otto-motorokhoz

$d_1$ , mm	$d_1$ tűrése mm	$d_2$ , -0,2 mm,	$l$ , -0,3 mm,	Betétedzésű acélok rétegvastagsága, mm		Nitridált acélok réteg- vastagsága, mm	Tömeg, kg/db
				paláston	furatban		
8	-0,004	4	28	0,2...0,5	min. 0,1	0,2...0,3	0,0081
9			5				26
		28					0,0096
		29					0,010
		32					0,011
10		6	29				0,011
			32				0,012
			33				0,013
			34				0,0135
12		8	29				0,014
			31				0,015
			33				0,016
	37		0,018				
	39		0,019				
15	-0,005	9	40	0,020			
			42	0,035			
			45	0,037			
			47	0,040			
			51	0,042			
			52	0,045			
18	12	12	54	0,046			
			54	0,048			
			56	0,053			
			58	0,056			
			52	0,057			
20	13	13	57	0,060			
			59	0,063			
			61	0,065			
			57	0,067			
			60	0,081			
			63	0,085			
			66	0,089			
			70	0,094			
			70	0,099			

$d_1$ , mm	$d_1$ tűrése mm	$d_2$ , -0,2 mm,	$l$ , -0,3 mm,	Betétedzésű acélok rétegvastagsága, mm		Nitridált acélok réteg- vastagsága, mm	Tömeg, kg/db
				paláston	furatban		
22		15	63	0,4...0,7	min. 0,1	0,3...0,4	0,100
			65				0,103
			68				0,108
			69				0,110
			70				0,111
24	-0,006	16	74	0,4...0,7	min. 0,1	0,3...0,4	0,118
			66				0,130
			69				0,136
			73				0,144
25		17	75	0,4...0,7	min. 0,1	0,3...0,4	0,148
			78				0,153
			72				0,149
26		18	75	0,4...0,7	min. 0,1	0,3...0,4	0,155
			78				0,161
			81				0,167
			70				0,150
28		19	72	0,4...0,7	min. 0,1	0,3...0,4	0,154
			80				0,171
			84				0,180
30		20	90	0,4...0,7	min. 0,1	0,3...0,4	0,234
			100				0,308

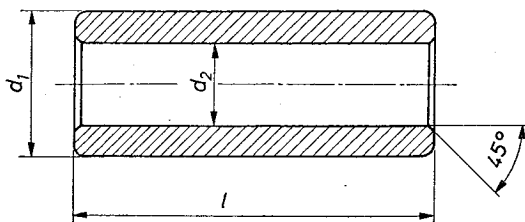


54. ábra. Dugattyúcsapszeg

11. táblázat

Dugattyúcsapszegek anyagminősége

Állapot	Szabványszám	Jel	Kémiai		
			C	Si	Mn
Betétedzésű acélok	MSZ 31—74	BNC 5 BC 2	0,11...0,17 0,17...0,23	0,1 ...0,37 0,17...0,37	0,3...0,6 0,6...0,9
	DIN 17 006 DIN 17 007	Ck 15 1.1141	0,12...0,18	0,15...0,35	0,25...0,50
	DIN 17 066 DIN 17 007	15Cr3 1.7015	0,12...0,18	0,15...0,35	0,40...0,60
	DIN 17 006 DIN 17 007	16MnCr5 1.7131	0,14...0,19	0,15...0,35	1,0...1,3
	FIAT 52 409	15CrNi6 1.5919	0,12...0,17	0,15...0,35	0,4...0,6
Nitrizált acélok	DIN 17 006 DIN 17 007	31CrMoV9 8519	0,26...0,34	0,15...0,35	0,50...0,7
	DIN 17 006 DIN 17 007	34CrAl6 8504	0,3...0,38	0,15...0,35	0,5...0,7



55. ábra. A dugattyúcsapszeg fő méretei  
 $d_1$  külső átmérő;  $d_2$  belső átmérő;  $l$  teljes hossz méret

A dugattyúcsapszeg anyagának (11. táblázat) meg kell felelnie a sűrűség, a keménység és a szilárdság minőségi követelményeinek. A csapszegnek igen nagy felületi nyomást, 0,2...0,3 MPa (200...300 kp/cm<sup>2</sup>)-t kell elviselnie.

A dugattyúcsapszegek betétben edzhető acélból vagy nikkelt és króm-nikkeltartalmú betétedzésű acélból készülnek.

összetétel, %						Felületi keménység
P	S	Cr	Ni	Mo	V	
max. 0,035 max. 0,035	max. 0,035 max. 0,035	1,4...1,7 0,7...1,0	1,4...1,7 max. 0,3	— —	— —	58...62 HRC 58...62 HRC
max. 0,035	max. 0,035	—	—	—	—	59...64 HRC
max. 0,035	max. 0,035	0,50...0,80	—	—	—	58...65 HRC
max. 0,035	max. 0,035	0,80...1,1	—	—	—	58...65 HRC
max. 0,035	max. 0,035	1,4...1,7	1,4...1,7	—	—	58...65 HRC
max. 0,025	max. 0,025	2,2...2,5	—	0,16... ...0,2	0,1... ...0,15	750 HV
max. 0,035	max. 0,035	1,3...1,5	alumínium 1,0...1,2			

Használatos még nagy frekvenciával felületén edzett szénacél is.

A csapszegeket a betétedzés során cementáló szemcsével teli szekrénybe helyezük, és 8...9 h-an át 910 °C-on hevítjük. Edzés után a külső palást és a furat felülete egyaránt 59...69 HRC keménységű legyen. Az edzett réteg vastagsága 0,4...0,6 mm.

A másik eljárás a gázközegben való cementáló hőkezelés 8...9 h-n át 880 °C-on.

A cementálással és edzéssel elért keménység 63 HRC a furatban és a paláston.

Nagyfrekvenciás edzéshez 0,45...0,55% széntartalmú acélokat használunk. Ez az eljárás az ún. „nehéz” változathoz alkalmas, mivel vékonyabb keresztmetszet esetén repedés, törés következhet be.

A dugattyúcsapszegek megmunkálása hasonlóan a forgattyús hajtómű bármely alkatrészének megmunkálásához, nagy pontosságot igénylő műveletsorozat. Elég csak utalni az illesztési felületen kialakított  $R_a = 0,03...0,05$  felület érdességi előírásra.

A csapszeg finom megmunkálását csak tükörsímító (szuperfiniselő) berendezésen lehet végezni. Ezek a gépek mérő- és osztályozóberendezé-

sekkel is fel vannak szerelve. Ilyen ismertebb megmunkáló egység a *Supfina* gép.

A megmunkálás fő követelménye a műveleti sorrend és a technológiai fegyelem szigorú betartása. Tehát nem lehet kihagyni, „megtakarítani” egyetlen műveletet sem, mivel az csak selejtre vezet.

A megmunkálás során kialakított csapszegfuratosztályok a következők:

- $\varnothing$  100 mm-nél kisebb dugattyúkhöz 0,003...0,005 mm;
- $\varnothing$  100 mm-nél nagyobb dugattyúkhöz (Diesel-motorokhoz) 0,005...0,010 mm.

A csapszeg gyártása folyamán a természetes szórásból eredő alakhibák is előfordulnak ovalitás és kúposág formájában. Ezeknek tűrése a teljes tűrésosztály 10...15%-a.

A dugattyúcsapszgek illesztésének két módja:

- átmeneti illesztés;
- szoros illesztés.

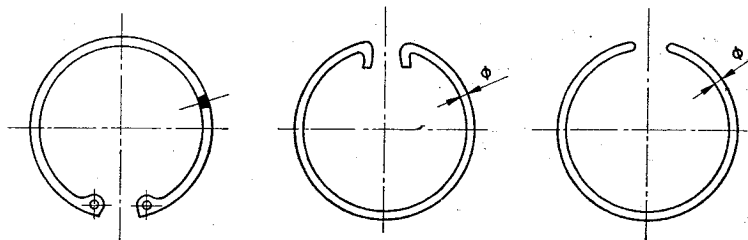
Az első esetben hidegen helyezhető a dugattyú csapszegfuratába a csapszeg, míg a második esetben a szereléshez a dugattyút fel kell hevíteni.

### C.3. Dugattyúcsapszeg-biztosító rugók

A csapszegbiztosító rugó (56. ábra) feladata a dugattyúcsapszeg határolása a csapszegfuratban, és a csapszeg kicsúszásának megakadályozása üzem közben. A dugattyúcsapszeg furatába bemunkált horonyban helyezkedik el. Anyagával szemben elsődleges követelmény a szilárdság és a megfelelő rugalmasság.

A csapszegbiztosító rugóval foglalkozó anyagszabványok:

- MSZ 4373—72 „Ötvözetlen körszelvényű acélok. Patentírozott



56. ábra. Csapszegbiztosító rugók

acélhuzal. A szabványos anyagok választékából megfelel az NS (nagy szilárdságú) anyag.

- DIN 73 130 és 472.

Ezek a szabványok táblázatban pontosan meghatározzák az alkatrész beépítési méreteit: így pl. a 20 mm-es csapszeget biztosító rugó méretei a DIN 73 130 szerint:

- a behajlítás magassága  $7 \pm 0,1$  mm;
- az anyag átmérője  $1,5 \pm 0,02$  mm;
- átmérő beszerelésen állapotban 22,7 mm;
- a dugattyú csapszegfuratába kimunkált horony átmérője 21,7, szélessége 1,6 mm.

## FÜGGELEK

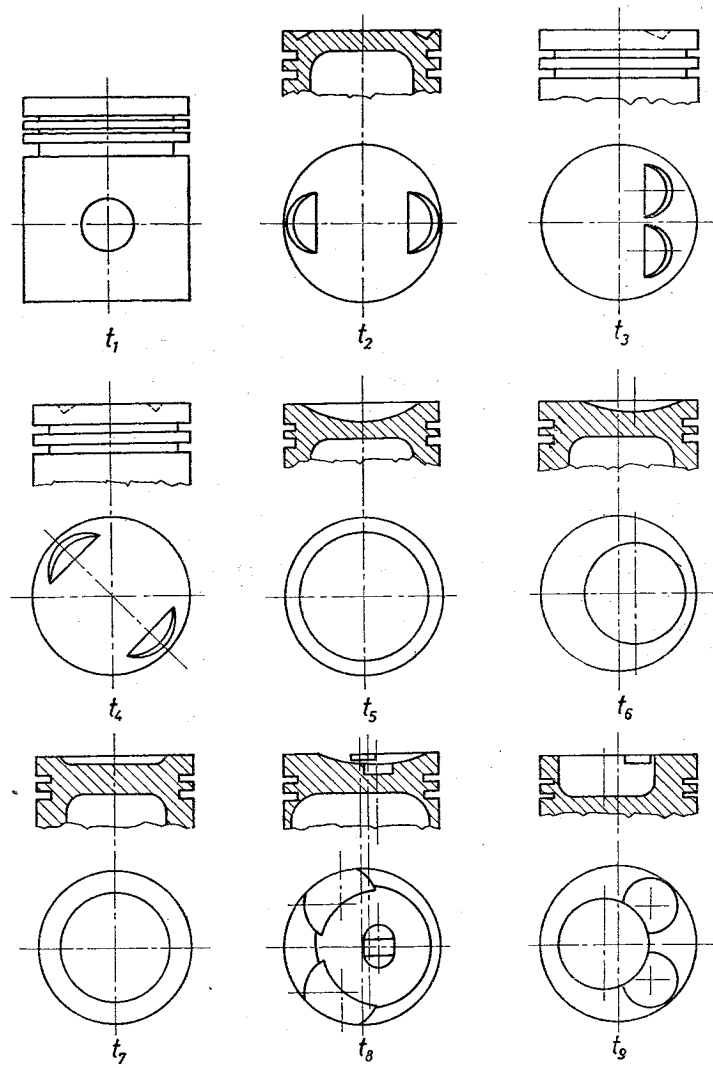
A Függelék három fő részből áll:

- az 1972 és 1977 között gyártott személygépkocsik hengerméret szerinti csoportosítása, 5 mm-enként növekvő méretlépcsőkkel;
- Al-Fer eljárással gyártott dugattyúkkal üzemelő tehergépjárművek típusai és hengerűrtartalma;
- személygépkocsik, motorkerékpárok és tehergépjárművek dugattyú- és dugattyúgyűrű-adatainak ismertetése.

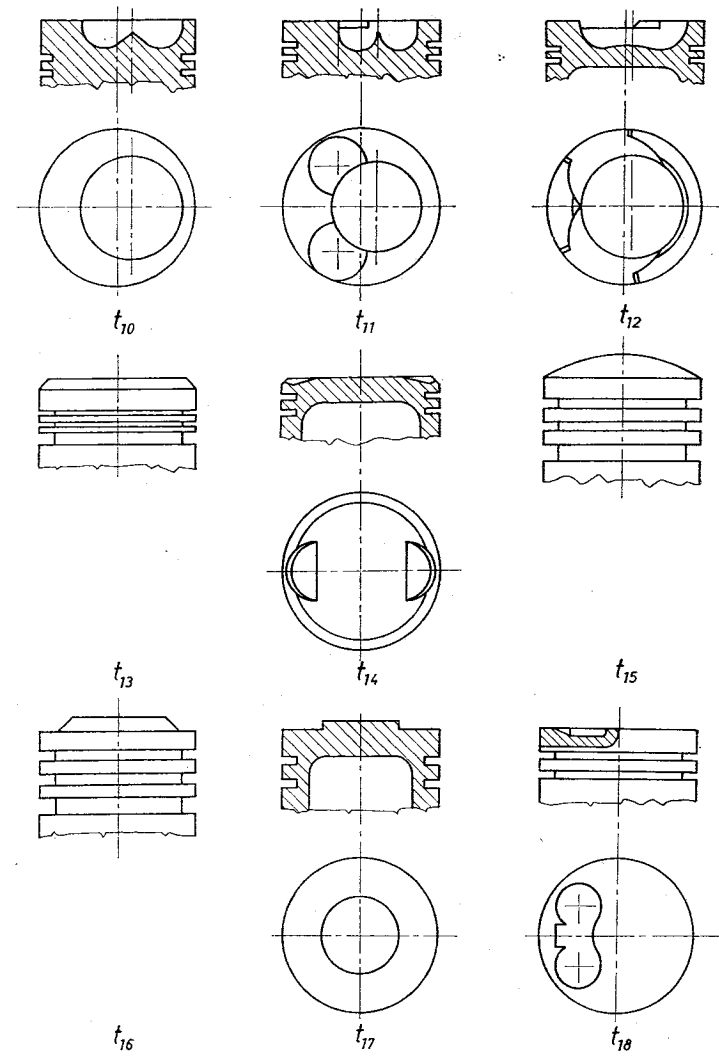
— A dugattyúk katalógusméretei a 35. ábrán szerepelnek, így  $D$  a külső átmérő,  $L$  a teljes hossz,  $k_m$  a kompressziómagasság,  $d$  a dugattyú-csapszeg-furat mérete. A dugattyúk  $t$  tetőtérkiképzését és annak változatait az 57. ábra szemlélteti. A dugattyúgyűrűk futófelületeinek rugós változatai az 58. ábrán láthatók. Itt a  $K$  kompressziógyűrűt, az  $L$  lehúzógyűrűt és az  $O$  olajáteresztő dugattyúgyűrűt jelent.

A hengerméretet minden esetben alapmértetet jelentenek! Az angol és amerikai és egyes más országokban gyártott típusoknál szereplő századmilliméter értékek a hüvelykből való átszámításból erednek.

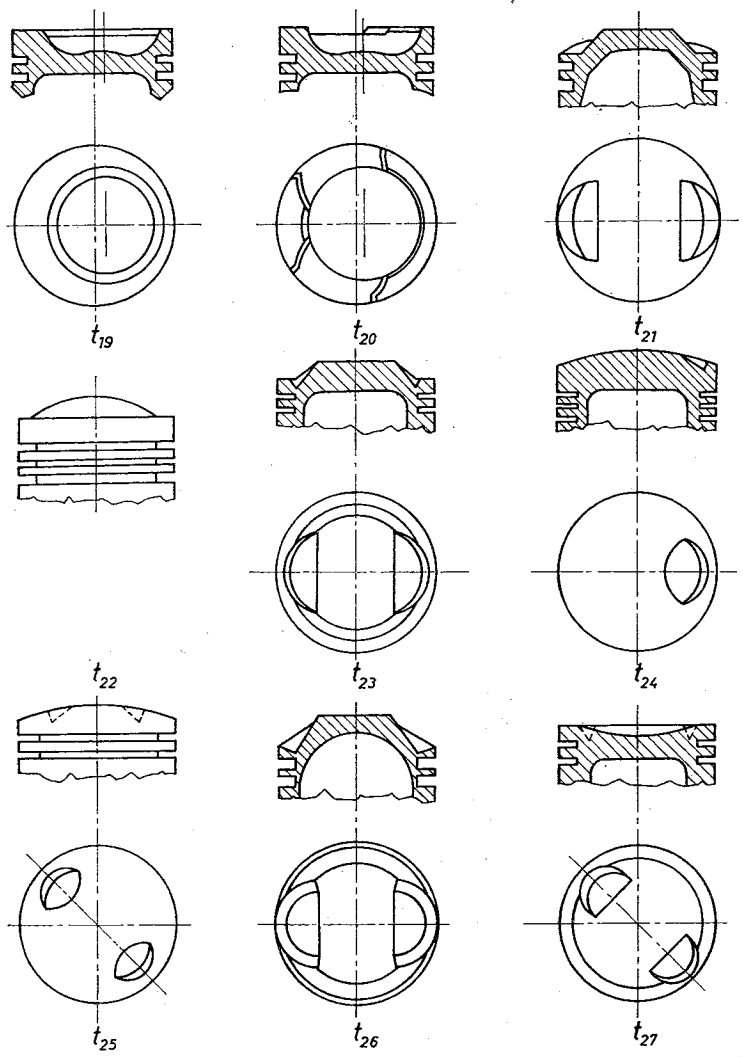
A dugattyúgyűrűknél első helyen szereplő K1 és K2 kompressziós dugattyúgyűrűk valamelyike minden esetben krómzott változatban szerepel, ezért ezt külön nem jelöltük.



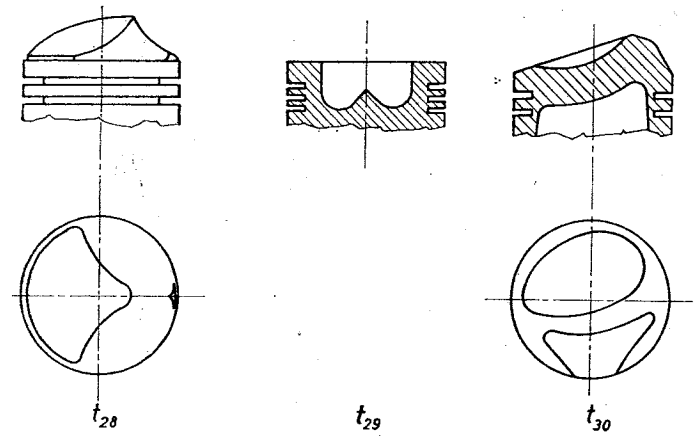
57. ábra. Dugattyútetőtér-változatok



57. ábra

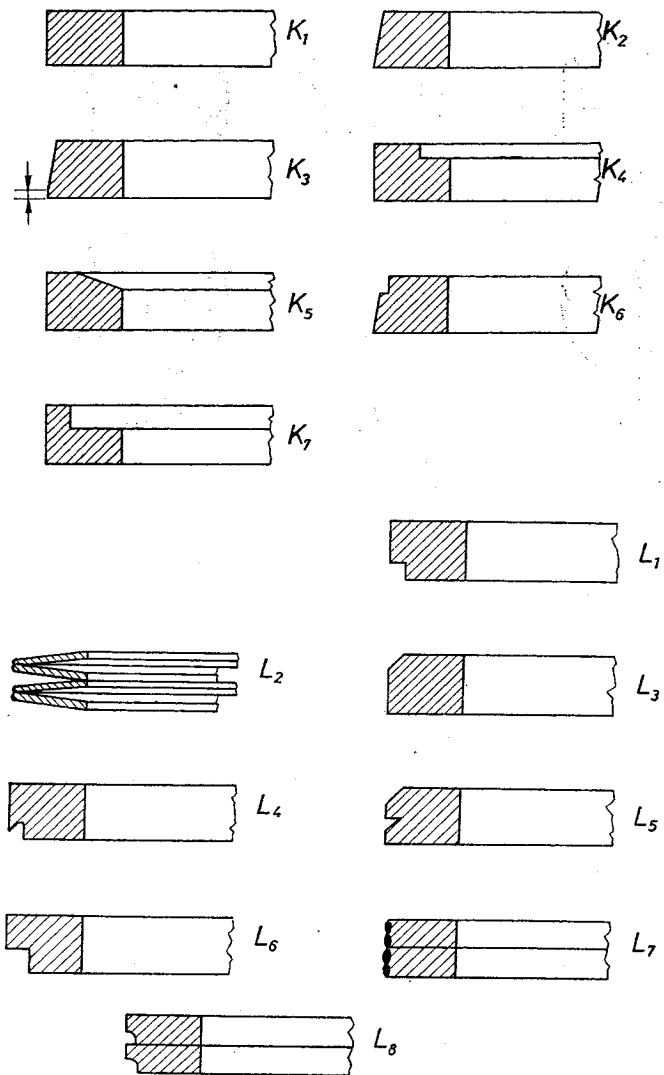


57. ábra

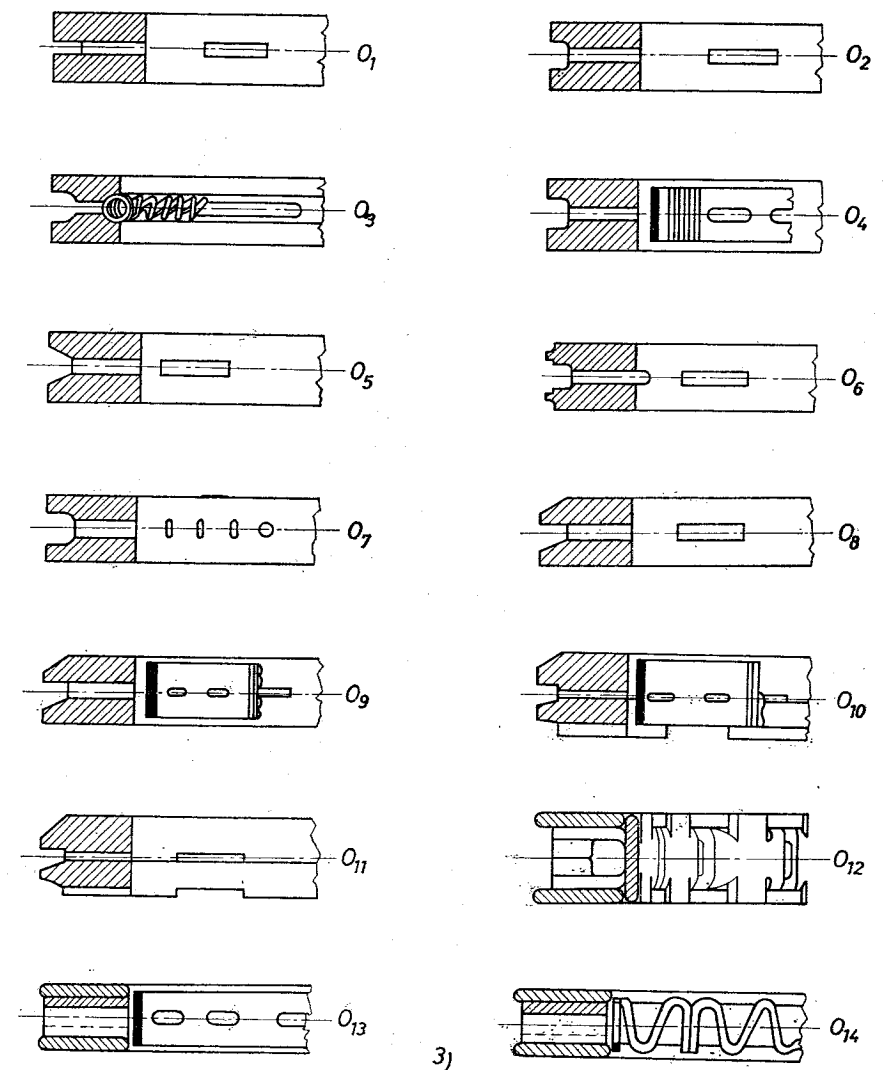


57. ábra





58. ábra. Dugattyúgyűrű-változatok  
*K* kompressziógyűrű; *L* olajlehúzó gyűrű; *O* olajáteresztő dugattyúgyűrűk



58. ábra

3)

Személygépkocsik hengerfurat (névleges dugattyúátmérő) szerinti csoportosítása  
Az Auto-Revue 1977 évi kiadása alapján

Típus	Űrtartalom, cm <sup>3</sup>	Henger- szám, M	Henger- méret, mm
Hengerméretcsoport 55—60 mm			
Renault 4		4	55,8
Renault 5		4	58,4
Hengerméretcsoport 60—65 mm			
Austin Allegro 1100		4	64,58
Fiat 127		4	65
Mini-Leyland	850	4	62,94
Mini-Leyland	1000	4	64,58
Mini-Leyland	1100	4	64,58
Renault 5 TL		4	65
Hengerméretcsoport 65—70 mm			
Audi 50	1092	4	69,5
Autobianchi G 500		2	67,4
Citroën CV 2		2	68,5
Peugeot 104	954	4	70
Renault 6 TL		4	70
Skoda 100 — 100 L		4	68
Skoda 105		4	68
Volkswagen Polo		4	69,5
Volkswagen Derby		4	69,5
Volkswagen Golf	1100	4	69,5
Volkswagen Scirocco		4	69,5
Volvo 66 DL		4	70
Hengerméretcsoport 70—75 mm			
Alfa Romeo Giulia S		4	74
Alfa Romeo 1300			
Audi 80		4	75
Citroën Dyane 6 V		2	74
Citroën Ami 8		2	74
Citroën LN,		2	74
Citroën GS		4	74
Datsun Sherry F-II		4	73
Datsun Sherry Sunny 120y		4	73
Fiat 125—126p	600	2	73,5
Ford Fiesta	1000	4	73,96
Honda Civic	1200	4	70
Honda Civic	1500	4	74
Mazda 323	1000	4	70
Mazda 818	RX 3 1300	4	73

Típus	Úrtartalom, cm <sup>3</sup>	Henger- szám, M	Henger- méret, mm
Hengerméretcsoport 70—75 mm			
MG Midet	1500	4	73,7
Moszkvics	1357	4	76
Polski Fiat 125p	1500	4	72
Renault 5 GTL		4	73
Renault 12 — TL		4	73
Renault 15 — 17		4	73
Simca 1100		4	74
Skoda 110 L		4	72
Skoda 120		4	72
Toyota	1000	4	72
Toyota	1200	4	75
Toyota Corona		4	75
Trabant 601		2	72
Triumph	1300	4	73,7
Triumph	1500	4	73,7
Triumph	2000	6	74,7
Triumph	2500	6	74,7
Volkswagen Passat		4	75
Wartburg	1000	3	73,5

## Hengerméretcsoport 75—80 mm

Alfa Romeo Alfasud		4	80
Alfa Romeo Alfetta 1.8		4	80
Audi 100	1600	4	79,5
Chrysler-Sunbeam	1300	4	78,6
Fiat 126—126p	650	2	77
Fiat 128		4	80
Ford Taunus	1300	4	79
Lada	1200—1500	4	76
Lada	1300	4	79
Lamborghini	2000	8	77,4
Lancia Beta	1300	4	76
Matra Simca	1300	4	76,6
MG-GT	1800	4	80
Opel Kadett L		4	76
Peugeot 304		4	76
Polski Fiat 132		4	80
Renault 5 Alphine		4	76
Renault 12 TS		4	79
Renault 16 L-16 TL		4	77
Renault 16 TX		4	79
Renault 20		4	79
Simca 1307—1308		4	76,4

Típus	Úrtartalom, cm <sup>3</sup>	Henger- szám, M	Henger- méret, mm
Hengerméretcsoport 75—80 mm			
Toyota	1400	4	80
Toyota	2600	4	80
Volkswagen	1600	4	79,5
Volvo 343		4	76
Zastawa 101		4	80
Zaporozsec		4	76

## Hengerméretcsoport 80—85 mm

Alfa Romeo Berlina		4	84
BMW 1502		4	84
BMW 316		4	84
Chrysler-Simca 1609		4	83,4
Datsun Violet 140		4	83
Datsun Silvia		4	85
Datsun Bluebird 160		4	83
Ferrari 308 GTB		8	81
Ferrari 400		12	81
Ferrari BB 512		12	82
Fiat Abarth 131		4	84
Fiat Abarth 132		4	84
Ford Escort	1100	4	80,98
Ford Escort	2000	4	80,98
Ford Escort GB	1100	4	80,98
Jaguar	3500	6	83
Lamborghini 400 GTS		12	82
Lamborghini Espada		12	82
Lamborghini LP 400		12	82
Lancia	1600	4	84
Moszkvics	1500	4	82
Opel Ascona 60 PS		4	85
Peugeot 504		4	84
Polski Fiat	1800	4	84
Tatra 613		8	85
Toyota	1600	4	85

## Hengerméretcsoport 85—90 mm

BMW 518-520		4	89
BMW 2,5	2500	6	86
BMW 630	3000	6	89
Citroën CX	2000	4	86
Dodge Aspen		6	86,36
Fiat X 1/9		4	86
Ford Taunus	1600	4	87,65
Mercedes 200		4	87

## Folytatás

Típus	Űrtartalom, cm <sup>3</sup>	Henger- szám, M	Henger- méret, mm
Hengerméretcsoport 85–90 mm			
Mercedes 250, 280, 280S, SLC		6	86
Mercedes 220 D, 200 D		4	87
Opel Rekord	1700	4	88
Opel Rekord Commodore		6	87
Peugeot 504 GL, Familie		4	88
Plymouth Volare		6	86,36
Porsche 911		4	90
Renault 30 TS		6	88
Rover	3500	8	88,9
Saab 96-95-L-99 L		4	90
Volga Diesel		6	90
Volvo 242, 244, 245, 262, 264, 265		6	88
Hengerméretcsoport 90–95 mm			
Citroën CX	2400	6	92,07
Ford (USA) Maverick, Granada		6	93,52
Ford (NSZK) Taunus	2000	4–6	90,82
Jaguar X J	4200	12	92,7
Jaguar X J	5300	12	90
Lotus Esprit		4	95,25
Maserrati	3000	6	91,6
Maserrati Bora	5000	8	93,9
Mercedes 280 SE, 450 SE, 350 SL, SLC, 450 SL, SLC		8	92
Opel Rekord	1900	4	93
Opel Rekord Admiral-Diplomat 2,8		6	92
Porsche 912 E		4	94
Porsche 928 Carrera		4	95
Volga M 24		4–6	92
Land Rover 88		4	90,47
Hengerméretcsoport 95–100 mm			
Dodge Charger		8	99
Ford (USA) pinto 2,3, Mustang		4	96
Plymouth 5,81 V 8		8	99,31
Hengerméretcsoport 100 mm felett			
Dodge Monaco		8	101
Fiat 130		6	102
Ford (USA) LTD	4900	8	101,6
Ford Thunderbird	4900	8	101,6
Mercedes 600,	6300	8	103
Monteverdi Sierra	6000	8	101,6
Monteverdi 375 L	7200	8	109,72
Rolls Royce Pantom VI		8	104,1
Zil Csajka		8	108

## AI—FER eljárással gyártott dugattyúkkal üzemelő tehergépjárművek típusai

A gépjármű típusa	Hengerűrtartalom, cm <sup>3</sup>	A gépjármű típusa	Hengerűrtartalom, cm <sup>3</sup>
Austin	3800	Ford	8360
BMC	3770	Morris	3800
Leyland	5760	Perkins	4124
Leyland	6076	Perkins	4236
Leyland	6540	Perkins	6354
	8360	Perkins	8361
	9800	Volvo	6700
	11 000		

Személygépkocsik dugattyúinak és dugattyúfürűinek adatai

Típus, űrtartalom	Évjárat	Henger- szám, db	Dugattyú						Gyűrűk	
			átmérő, $D$ , mm	teljes hossz, mm	kom- resszió- magasság, mm	tető- alak	csapszeg- furat, mm	db	magas- ság, mm	alak
<i>Alfa Romeo</i> 1290 cm <sup>3</sup> , Giulia	1970/71	4	78	94,9	51,9	$t_{31}$	22	1	1,5 L4 1,75 4 1,5 K5 1,75 L4 4 O8 1,5 K5 1,75 L4 4,5 O8	
	1972	4	80	71,65	36,65	$t_5$	21	1		
	1971	4	84	81	47,50	$t_{31}$		1		
<i>Austin</i> 850 cm <sup>3</sup> , M.M.	1969	4	62,91	69,01	38,05	$t_5$	15,87	3	1,78 K2 3,17 O5 3,17 O2 1,58 K2 3,96 O12 1,58 K5 1,58 L1 3,96 O12 1,58 K3 1,69 O12	
	1972	4	70,62	69,08	38	$t_5$	20,6	3		
	1972	4	76,2	63,69	35,8	$t_5$	20,6	1		
	1975	6	76,2	74,7	43,1	$t_1$	20,6	3		
<i>BMW</i> 1573 cm <sup>3</sup> , 1600TI/GT	1968	4	84	89,4	56	spec.	22	1	1,75 K5 2 L4 4 O8	

1990 cm <sup>3</sup> , 2000-TI	1965/71	4	89	84,9	46,9	spec.	22	1	1,75 K5 2 L4 4 O8 1,75 K5 2 L4 4 O8
2985 cm <sup>3</sup>	1966/71	6	89	83,3	45,3	spec.	22	1	
<i>Chrysler</i> 1600 cm <sup>3</sup> , GLS	1975	4	87,3	75,7	44,1	$t_7$	23,8	1	1,98 K1 1,98 K2 3,96 O12 1,98 K1 1,98 K2 3,96 O12 1,75 K1 2 L6 4 O12
	1977	4	78,6	75,7	44,1	$t_7$	23,8	1	
	1975	4	87,7	84,4	43,3	$t_{16}$	24	1	
<i>Citroën</i> 435 cm <sup>3</sup> , Dyane 2 CV	1970	2	68,45	73,5	44,5	$t_{30}$	20	1	1,75 K1 2 L4 4 O8 4 O8 2 K1 2 K2 4,5 O8
	1968	2	74	82,2	50,2	$t_{30}$	20	1	
1600 cm <sup>3</sup> , Ami 8 3 CV ID 19 DS 19	1968	4	78	90	68	$t_{22}$	20	1	2 2,5 K1 L4 5 O8 2 2 L4 5 O3 2 K1 L1 2,5 O2
2176 cm <sup>3</sup> , DS 21	1970	4	90	105,4	65	$t_{80}$	25	1	
602 cm <sup>3</sup> , Dyane 6	1970	2	74	75,5	34,8	$t_{20}$	20	1	

az Ami 6 adataival megegyezik

Típus, űrtartalom	Évjárat	Henger- szám, db	Dugattyú				Gyűrűk			
			átmérő $D$ , mm	tejjes hossz, mm	komp- resszió- magasság, mm	tető- alak	csapszeg- furat, mm	db	magasság, mm	alak
<i>Citroën</i> 2000 cm <sup>3</sup> , ID 20—DS 20	1975	4	86	103,2	48,1	$t_{30}$	25	1	2	K1
	1975	4	90	95	56	$t_{18}$	30	1	2	L1
CX 2200 Diesel	1970	4	73	62,8	37,5	$t_1$	20	1	5	O2
	1972	4	70	68	40	$t_1$	18	1	2	K1
DAF 1108 cm <sup>3</sup>	1972	4	70	62,7	37,7	$t_{17}$	20	1	2	L4
	1973	4	73	67,35	32,55	$t_1$	17,44	1	3,5	O8
Datsun 988 cm <sup>3</sup>	1966	4	73	67,50	32,50	$t_7$	17,44	1	1,75	K1
	1970	4	73	67,50	32,50	$t_7$	17,44	1	2	L4
1171 cm <sup>3</sup>	1966	4	73	67,50	32,50	$t_7$	17,44	1	2	L4
	1970	4	73	67,50	32,50	$t_7$	17,44	1	4	O8

1428 cm <sup>3</sup>	1973	4	83	78	38	spec.	21	1	2	K2
1770 cm <sup>3</sup>	1974	4	85	78	38	$t_7$	21	1	2	K2
Fiat 500 cm <sup>3</sup>	—	2	67,4	74,7	40,7	$t_{18}$	20	1	2	O1
	1961/70	4	62	62	31	$t_1$	20	1	3,96	K2
600 cm <sup>3</sup> , 600—600 D	1970	4	65	66,45	35,95	spec.	20	1	2	K2
	1972	2	73,5	79,5	40	$t_1$	—	1	2	O12
900 cm <sup>3</sup> , 850 N, 850 Spider	1976	2	77	80,5	40	$t_1$	20	1	3,96	K1
	1972	4	65	61,25	30,75	$t_1$	20	1	2	L4
600 cm <sup>3</sup> , 126	1966	4	73	80,5	40,55	$t_{22}$	22	1	1,5	K1
	1967	4	80	83,7	44,2	$t_{22}$	22	1	3,96	L4
650 cm <sup>3</sup> , 126	1966	4	73	80,5	40,55	$t_{22}$	22	1	1,5	K1
	1967	4	80	83,7	44,2	$t_{22}$	22	1	3,96	L4
903 cm <sup>3</sup> , 127	1966	4	73	80,5	40,55	$t_{22}$	22	1	1,5	K1
	1967	4	80	83,7	44,2	$t_{22}$	22	1	3,96	L4
1197 cm <sup>3</sup> , 124	1966	4	73	80,5	40,55	$t_{22}$	22	1	1,5	K1
	1967	4	80	83,7	44,2	$t_{22}$	22	1	3,96	L4
1600 cm <sup>3</sup> , 125	1966	4	73	80,5	40,55	$t_{22}$	22	1	1,5	K1
	1967	4	80	83,7	44,2	$t_{22}$	22	1	3,96	L4
125 Sport	1967	4	80	81,45	41,95	$t_{22}$	22	1	1,5	K1
	1967	4	80	81,45	41,95	$t_{22}$	22	1	3,96	L4

Típus, űrtartalom	Évjárat	Henger- szám, db	Dugattyú					Gyűrűk		
			átmérő, D, mm	teljes hossz, mm	komp- resszió- magasság, mm	tető- alak	csapszeg- furat, mm	db	magasság, mm	alak
<i>Fiat</i> 1116 cm <sup>3</sup> , 128	1970	4	80	72,3	31,3	spec.	22	1	1,5 2,0 3,96	K1 L4 O8
1300 cm <sup>3</sup> , 128 Rally S-Coupe	1972	4	86	77,3	34,7	$t_{22}$	22	1	1,5 2	K1 L1
1300 cm <sup>3</sup> , 131	1972	4	76	78,45	38,45	$t_{22}$	22	1	3,97 1,5	O3 K1
1800 cm <sup>3</sup> , 132	1971	4	84	79,5	40,05	$t_{23}$	22	1	3,97 1,5 2 3,97	O3 L1 O3 K1 L4 O3
<i>Ford</i> (angol) 1098 cm <sup>3</sup> , Escort	1968/70	4	80,95	83,8	44,1	$t_{20}$	20,63	1	1,58 1,58	K1 L4
1298 cm <sup>3</sup> , Cortina	1971	4	80,95	83,8	44,1	$t_{20}$	20,63	1	3,96 1,58	O8 K1
1300 cm <sup>3</sup> , Escort GT, Capri GI	1970	4	80,95	83,8	44,1	$t_{19}$	20,63	1	1,58 3,96 1,58 3,96	L4 O8 K1 L4 O8

1599 cm <sup>3</sup> , Cortina 1.6	1970	4	80,95	83,2	44,1	$t_7$	20,63	1	1,58 1,58 3,96	K1 L4 O8
1600 cm <sup>3</sup> , Capri	1968/70	4	87,65	73,1	41,2	$t_1$	24	1	2 2,5	K2 L4
2000 cm <sup>3</sup> , Cortina	1970	4	90,80	79,55	41,65	$t_1$	24	1	4 2 2,5 4	O12 K2 L4 O12
<i>Ford</i> (NSZK, Köln) 1498 cm <sup>3</sup> , Taunus 15M	1965	4	82	81,4	44,4	$t_1$	22	1	2	K2
1698 cm <sup>3</sup> , Taunus 17M	1966/68	4	84	93	47,4	$t_1$	22	1	3 5	L4 O12
1998 cm <sup>3</sup> , Taunus 20M	1964/68	6	84					1	3 5	K2 L4
<i>Jaguar</i> 2792 cm <sup>3</sup>	1969/73	6	83	81,16	47,8	$t_{14}$	22,2	1	1,98 1,98	K2 K2
4235 cm <sup>3</sup>	1965	6	92	100,8	52,5	$t_{22}$	22,2	1	3,96 1,98	O12 K2
5343 cm <sup>3</sup>	1971	6	86,9	105,8	57	$t_{22}$	22,2	1	1,98 3,96 1,98	K2 O12 K2
<i>Hillman</i> 1248 cm <sup>3</sup>	1973	4	78,6	75,76	44,1	$t_1$	23,8	1	1,98 1,98 3,96	K2 L4 O12

Típus, űrtartalom	Évjárat	Henger- szám, db	Dugattyú					Gyűrűk		
			átmérő, $D_s$ , mm	teljes hossz, mm	komp- resszió- magasság, mm	tető- alak	csapszeg- furat, mm	db	magasság, mm	alak
<i>Hillman</i> 1498 cm <sup>3</sup>	1973	4	86,1	75,76	44,1	$t_7$	23,8	1	1,98 1,98 3,96	K2 L4 O12
	1973	4	87,3	75,6	44,1	$t_7$	23,8	1	1,98 1,98 3,96	K2 L4 O12
<i>Lada (Zsiguli)</i> 1200 cm <sup>3</sup>	1972	4	76	77,25	38	$t_1$	22	1	1,5 2 4	K1 L4 O8
	1974	4	79	—	—	$t_1$	—	1	1,5 2 4	K1 L4 O8
	1973	4	76	—	—	$t_1$	—	1	1,5 2 4	K1 L4 O8
<i>Lancia</i> 1438 cm <sup>3</sup>	1973	4	80	81,45	41,95	$t_{88}$	22	1	1,5 2 3,97	K1 L4 O8
<i>Land Rover</i> 3500 cm <sup>3</sup>	1968/73	8	88,8	77	47,3	$t_7$	22,7	1	1,98 1,98 4,7	K5 K1 O12

2205 cm <sup>3</sup>	1973	4	90,5	80,8	49,7	$t_7$	25,5	2	1,77 4	K2 O12
<i>Mazda</i> 1490 cm <sup>3</sup>	1967	4	75	78	41	$t_1$	22	1	2,5 2,5 4	K2 L4 O8
<i>MG (British Leyland)</i> <i>Midget</i> 1493 cm <sup>3</sup>	1974	4	73,64	58	32,69	$t_1$	20,6	2	1,58 3,96	K2 O12
	1965/71	4	80,25	61,06	42,11	$t_8$	20,6	3	1,58 3,96	K2 O12
3528 cm <sup>3</sup> , MG BGT—V8	1973	8	88,86	77	47,37	$t_7$	22,2	1	1,98 1,98 4,76	K5 K2 O12
<i>Mercedes</i> 280-S, SE, SL 2778 cm <sup>3</sup> , 300 SEL	1969	6	86,5	81,2	49,3	$t_1$	25	1	2 2 2,5	K1 K1 L4
	1969	4	87	80,15	52,85	$t_8$	26	1	2,5 4 3	O12 K5 K5
1998 cm <sup>3</sup> , 200—D	1968	4—5	91	92,75	48,25	$t_8$	26	1	2 4 3	O9 K1 K1
2450 cm <sup>3</sup> , 240—D	1969	4	93,75	82	51,8	$t_1$	26	1	1,75 2,5 4	O3 K5 L4
2277 cm <sup>3</sup> , 230	1973	4	93,75	82	51,8	$t_1$	26	1	1,75 2,5 4	K5 L4 O3



Típus, űrtartalom	Évjárat	Henger- szám, db	Dugattyú					Gyűrűk		
			átmérő, D, mm	teljes hossz, mm	komp- resszió- magasság, mm	tető- alak	csapszeg furat, mm	db	magasság, mm	alak
<i>Morris</i> ( <i>British Leyland</i> ) 850 cm <sup>3</sup>	1970	4	62,9	69	38	t <sub>5</sub>	15,8	3	1,77 3,17 3,17	K2 O5 O2
	1970	4	64,5	65,8	34,8	t <sub>5</sub>	15,8	3	1,58 3,96 3,17	K2 O6 O2
	1970	4	70,6	69,6	38	t <sub>5</sub>	20,6	3	1,58 3,96	K2 O12
<i>Moszkovas</i> 1358 cm <sup>3</sup> , 407—408 1478 cm <sup>3</sup> , 1500	1958/67	4	76	76	42	t <sub>1</sub>	20	3	2,5 4	K1 O3
	1973	4	81,98	92	58	t <sub>16</sub>	22	1	2,5 5	K2 L4 O12
<i>NSU</i> (Audi) 1296 cm <sup>3</sup> , Audi 80 Audi 80—S, 80 LS	1972	4	75	77,5	45,5	t <sub>6</sub>	22	1	2 2,5 4	K5 K4 O2
	1972	4	76,5	73,4	41,4	t <sub>1</sub>	22	1	2,5 4	K5 L4 O3

1871 cm <sup>3</sup> , Audi 100 Coupe	1973	4	84	80,5	43,6	t <sub>7</sub>	24	1	2 2,5 5	K5 L4 O8
	1966/71	4	75	76	38	spec.	20	2	2 5	K2 O5
		4	85	87	45	t <sub>3</sub>	23	1	2 2	K2 K2
<i>Opel</i> 1078 cm <sup>3</sup> , Kadett 1584 cm <sup>3</sup> , 1.6 Manta 1698 cm <sup>3</sup> , Rekord Caravan 2748 cm <sup>3</sup> , Admiral 1897 cm <sup>3</sup> , Manta	1965/71	4	88	87	45	t <sub>3</sub>	23	2	2 5	K2 O12
	1966/70	6	92	87	45	t <sub>3</sub>	23	2	2 5	K2 O12
	1966	4	93	87	45	spec.	23	1	2 2	K2 K2
		4	84	80,5	43,6	t <sub>7</sub>	24	1	2 2,5 5	K5 L4 O8
<i>Peugeot</i> 1288 cm <sup>3</sup> , 304 1796 cm <sup>3</sup> , 504 1948 cm <sup>3</sup> , 404 2112 cm <sup>3</sup> , 504	1968	4	76	72,5	41,2	t <sub>16</sub>	20,5	1	1,75 2	K1 K2
	1969/70	4	84	72,2	39,7	t <sub>16</sub>	28	1	4 1,5	K2 O9
		4	88	95,7	58,7	t <sub>18</sub>	28	1	2 4	K1 K2 O12
	1970	4	90	96,3	57,2	t <sub>14</sub>	28	1	2 4,5 2 2	K1 K2 O13 K1 K2

Típus, űrtartalom	Évjárat	Henger szám, db	Dugattyú				Gyűrűk			
			átmérő, D, mm	teljes hossz, mm	komp-resszió-magasság, mm	tető alak	csapszeg furat mm	db	magasság, mm	alak
<i>Peugeot</i> 954 cm <sup>3</sup> , 104 2664 cm <sup>3</sup> , 604 2304 cm <sup>3</sup> , 504	1973	4	70	74	44,4	t <sub>1</sub>	19,5	1	1,5 2 4 4	K2 L4 O12
	1973	6	88	73,9	38,25	t <sub>13</sub>	23,5	1	1,5 2 4 4	K2 L1 O12
	1975	4	94	99,9	57,42	t <sub>15</sub>	28	1	2 2 4	K2 L4 O3
<i>Polski Fiat</i> 600 cm <sup>3</sup> , 126p 650 cm <sup>3</sup> , 126p 650 1300 cm <sup>3</sup> 1500 cm <sup>3</sup>	1974	4	72	88,5	45,5	t <sub>1</sub>	22	1	2	K5
	1976							1	2	L4
	1968							1	3,96	O9
1500 cm <sup>3</sup>	1972	4	77	89	46	t <sub>34</sub>	20	1	2	K1
	1963/71	4	70	68	40	t <sub>1</sub>	18	1	2	L4
<i>Renault</i> 845 cm <sup>3</sup> , R4 956 cm <sup>3</sup> , R8	1966	4	58	64	30	t <sub>1</sub>	16	2	2,5	K1
	1963/71	4	70	68	40	t <sub>1</sub>	18	1	4	O9

megegyezik az olasz Fiat 126 típus adataival  
megegyezik az olasz Fiat 126—650 típus adataival

1108 cm <sup>3</sup> , R10	1971	4	73	52,8	37,5	t <sub>1</sub>	20	1	1,75	K1
	1970	4	73	62,8	37,5	t <sub>1</sub>	20	1	2	K2
	1968	4	76	68,5	42	t <sub>1</sub>	20	1	4	O12
1289 cm <sup>3</sup> , R12	1973	4	65	73,2	40	t <sub>38</sub>	18	1	2	K1
	1974	4	76	69	37,5	t <sub>38</sub>	20	1	2	L4
1469 cm <sup>3</sup> , R16	1974	4	77	71	41,5	t <sub>38</sub>	21	1	4	O9
	1974	4	88	69,05	40,5	t <sub>16</sub>	23	1	2	K1
R5 TL	1975	4	88	73,09	38,2	t <sub>13</sub>	23,5	1	4	O12
1397 cm <sup>3</sup> , R5 Alpine	1974	4	76	69	37,5	t <sub>38</sub>	20	1	2	L1
	1974	4	77	71	41,5	t <sub>38</sub>	21	1	4	O12
1546 cm <sup>3</sup> , R17 TS	1974	4	88	69,05	40,5	t <sub>16</sub>	23	1	2	K2
	1975	4	88	73,09	38,2	t <sub>13</sub>	23,5	1	4	L4
1995 cm <sup>3</sup> , R20 TS—2L	1975	6	88	73,09	38,2	t <sub>13</sub>	23,5	1	2	O12
	1975	6	88	73,09	38,2	t <sub>13</sub>	23,5	1	4	L1
2665 cm <sup>3</sup> , R30 TS 15 CV	1975	6	88	73,09	38,2	t <sub>13</sub>	23,5	1	2	K1
	1975	6	88	73,09	38,2	t <sub>13</sub>	23,5	1	4	O12
<i>Saab</i> 1709 cm <sup>3</sup> 1854 cm <sup>3</sup> 1985 cm <sup>3</sup>	1971	4	83,4	64,5	34	t <sub>7</sub>	22,2	1	2	K2
	1971	4	86,9	70	34	t <sub>6</sub>	22,2	1	3	L4
	1972	4	90	75	40	t <sub>7</sub>	24	1	3,96	O12

Típus, úrtartalom	Évjárat	Henger- szám, db	Dugattyú					Gyűrűk		
			átmérő, $D$ , mm	teljes hossz, mm	komp- resszió- magasság, mm	tető- alak	csapszeg- furat, mm	db	magasság, mm	alak
<i>Saab</i> 1699 cm <sup>3</sup>	1973	4	90	85,8	39,4	$t_1$	24	1	2 3 5	K2 L4 OI2
<i>Sinca</i> 1000 cm <sup>3</sup> , 349	1968	4	68	67,2	42,9	$t_7$	22	1	1,75	K1 L4
1300 cm <sup>3</sup>	1971	4	74	90,3	52	$t_{10}$	22	1	4	O5
1100 cm <sup>3</sup> , CV	1975	4	74	67	40	$t_8$	22	1	1,75	K1 L4
<i>Skoda</i> 1089 cm <sup>3</sup>	1961/62	4	68	78	40	$t_1$	18	3	2	K2 OI2
1000 cm <sup>3</sup> , MB	1965/69	4	68	72	32	$t_1$	18	1	2	K2 L4
1000 cm <sup>3</sup> , S 100, S 100 L	1970	4	68	69,5	36	$t_1$	20	1	4	O12 K2
1100 cm <sup>3</sup> , MB de Luxe	1968/70	4	72	69,5	36	$t_1$	18	1	2	L4 OI2 K2 L4 OI2

<i>Skoda</i> S 110 L	1969	4	72	69,5	36	$t_1$	20	2	2	K2 L4 OI2
1150 cm <sup>3</sup> , 105 1200 cm <sup>3</sup> , 120	1977 1977	4 4	68 72					1 1	1 1	
<i>Tatra</i> 603 613	1968 1974	8 8	75 85							
<i>Trabant</i> 601	1970	2	72	88,6	48,6	$t_{15}$	20	3	2	K1
<i>Toyota</i> 1600 cm <sup>3</sup>	1972	4	85	90,7	45,1	spec.	22	1	2	K1 L1 O2
2000 cm <sup>3</sup>	1967	4	88	85	39	$t_1$	22	1	2	K1 L1 O2
2481 cm <sup>3</sup> , 2500	1973	4	88	102,25	52,5	$t_{18}$	27	1	4	O2 K2 K1 L4 O3
<i>Triumph</i> 1493 cm <sup>3</sup>	1973	4	73,6	58	32,7	spec.	20,6	1	1,58	K1 K2 OI2
1798 cm <sup>3</sup>	1975	4	90,2	70	34,1	spec.	23,8	1	3,96	O12 K1 K2 OI2
<i>Vauxhall</i> 1584 cm <sup>3</sup> , 1600	1975	4	85	87	45	$t_8$	23	1	2	K2 K2 OI2

Típus, úrtartalom	Évjárat	Henger- szám, db	Dugattyú						Gyűrűk	
			átmérő, D, mm	teljes hossz, mm	komp- resszió- magasság, mm	telő- alak	csapszeg- furat, mm	db	magasság, mm	alak
<i>Vauxhall</i> 1897 cm <sup>3</sup> , 1900	1975	4	93	87	45	$t_3$	23	2	2	K2 O12
<i>Volkswagen</i> 1200 cm <sup>3</sup>	1953	4	77	79	39	$t_1$	20	1	2,5	K2 L4 O5
1300 cm <sup>3</sup>	1966/67	4	77	80	40	$t_1$	20	1	2,5	O5 K2
1500 cm <sup>3</sup>	1961	4	83	83	40	$t_1$	22	1	2,5	O10 K2 L4
1605 cm <sup>3</sup> , K-70	1970	4	82					1	1,75	O5 K2 K2
1296 cm <sup>3</sup> , Passat	1973	4	75	77,5	45,5	$t_6$	22	1	4	O12 K5
1470 cm <sup>3</sup> , Passat LS, TS, Golf	1973	4	76,5	73,4	41,4	$t_1$	22	1	2,5	L4 O2 K5
Polo, Derby, Golf Scirocco	1973	4	69,5					1	2,5	L4 O3

<i>Volga</i> M 24	1973	4	92	92	51,5	$t_1$	25	1	2,5	K1 L4 O10
<i>Volvo</i> 142-144	1969	4-6	88,9	71	46	$t_1$	24	1	2	K1 L4 O2
1289 cm <sup>3</sup> , 66 L	1976	4	73	62,7	37,7	$t_{17}$	20	1	4,76	K1 L4
1397 cm <sup>3</sup> , 343 L-DL-76	1976	4	76	69	37,5	$t_{36}$	23,5	1	1,75	O8 K1
<i>Wartburg</i> 1000 cm <sup>3</sup>	1968	3	73,5	95,3	58,3	$t_{16}$	20	1	1,5	K1 L1 O12
<i>Warsawa</i> Nysa-Kisteher	1970	4-6	82	94	51	$t_1$	22	1	2	K1
<i>Zaporozsec</i> 40/45 PS	1970	4	76			$t_1$	22	1	2,5	K1 L4 O1
30 PS	1971	4	72			$t_1$	22	1	2,5	K1
<i>Zastava</i> 500-600 D	1966	2	62	62	31	$t_1$	20	2	2,5	K1 L4 O8
<i>ZIL</i> 111 Csajka	1968	6	100					2	2,42	K1 O1
								1	4,76	

Motorkerékpárok dugattyúinak és dugattyúgyűrűinek adatai

170

Típus, űrtartalom	Évjárat	Henger- szám, db	Dugattyú						Gyűrűk	
			átmérő, D, mm	teljes hossz, mm	komp- resszió- magasság, mm	tető- alak	csapszeg- furat, mm	db	magasság, mm	alak
AJS 248 cm <sup>3</sup> , OHV 14	1966	1	69,85	75,4	51,2	t <sub>26</sub>	19,05	1	1,58 1,58 3,96	K1 K2 O5
	1960	2	72	69,05	49,21	t <sub>28</sub>	19,05	2	1,91 3,96	K2 O11
	1967	2	73,01	62,2	39,2	t <sub>27</sub>	17,47	2	1,58 3,96	K2 O12
BMW 498 cm <sup>3</sup> , R 50/5	1970	2	67	81	49	t <sub>21</sub>	22	1	1,75 2	K1 L14
	1970	2	82	89,4	55,4	t <sub>21</sub>	22	1	1,75 2	O8 K1 L14 O8
BSA 173 cm <sup>3</sup> 500 cm <sup>3</sup>	1969	1	61,5	62,3	32,25	t <sub>1</sub>	14,2	3	2,38	K1
	1971	1	84,0	76,2	46,2	t <sub>21</sub>	19,5	2	1,58	K2
	1969	3	66,96	66,2	38,9	t <sub>26</sub>	17,48	2	3,96	O11 K2
750 cm <sup>3</sup>								1	3,17	O12
ESO 499 cm <sup>3</sup> , DT-6	1971	1	88	84,5	48	t <sub>26</sub>	20	1	1,5	K1
								1	1,5	K1
								1	1,5	L4

Jawa 500 cm <sup>3</sup> , Speedway	1972	1	88	84,5	48	t <sub>26</sub>	20	1	1,5 1,5 1,5	K1 K1 L4
Honda 72 cm <sup>3</sup>	1968	1	47	54	27,1	spec.	13	1	1,19 1,19	K1 K2
	1970	2	56	62,5	32,1	spec.	15	1	2,5 1,5	O8 K1
	1968	4	61	57,25	25,6	spec.	15	1	1,5 2,5	L4 O2
Jáva 250 cm <sup>3</sup> 350 cm <sup>3</sup>	1972 1973	1 2	65 58	89 80	51 42,5	t <sub>16</sub> t <sub>16</sub>	18 15	3 3	2,5 2,5	K1 K1
Lambretta 148 cm <sup>3</sup> 175 cm <sup>3</sup> 198 cm <sup>3</sup>	1970	1	57	70	35	t <sub>16</sub>	16	3	2	K1
	1965	1	62	76	37	t <sub>16</sub>	16	2	2,5	K1
	1968	1	66	78	46	t <sub>16</sub>	16	3	2	K1
MZ 125 cm <sup>3</sup> 150 cm <sup>3</sup> 175 cm <sup>3</sup>	1975 1976 1976	1 1 1	52 56 69	66,5 66 87	37 37 46	t <sub>16</sub> t <sub>16</sub> t <sub>16</sub>	15 15 18	2 2 3	2 2 2	K1 K1 K1
Norton 249 cm <sup>3</sup> , Jubiles	1970	2	60	63,5	42,86	t <sub>2</sub>	17,46	2	1,58 3,96	K2 O2
349 cm <sup>3</sup> , Navigator	1970	2	63,01	57,15	38,10	t <sub>2</sub>	17,46	2	1,58 3,96	K2 O2
500 cm <sup>3</sup>	1966	2	66	70,64	40,48	t <sub>4</sub>	17,46	2	1,58 3,96	K2 O2

171

Tipus, űrtartalom	Évjárat	Henger- szám, db	Dugattyú					Gyűrűk		
			átmérő, D, mm	teljes hossz, mm	komp- resszió- magasság, mm	tető- alak	csapszeg- fűrat, mm	db	magasság, mm	alak
Norton 650 cm <sup>3</sup> , Maxman	1966	2	67,99	63,50	40,58	t <sub>4</sub>	17,46	2	1,58	K2
	1973	2	77	60,45	37,54	t <sub>1</sub>	17,46	2	3,96 1,58 3,96	O2 K2 O12
Pannónia P-10 P-20	1966	1	68	91	53	t <sub>15</sub>	18	2	2	K1
	1969	2	56	69	38	t <sub>15</sub>	16	2	2	K1
Riga moped 50 cm <sup>3</sup>	1972	1	38	52	31,5	t <sub>15</sub>	12	2	3	K1
Royal Enfield 250 cm <sup>3</sup>	1962	1	69,8	78	45,2	t <sub>21</sub>	19	2	1,58 3,96	K2 O1
350 cm <sup>3</sup>	1966	1-2	69,8	78	45,2	t <sub>21</sub>	19	2	1,58 3,96	K2 O1
736 cm <sup>3</sup>	1969	2	70,9	79,5	46,7	t <sub>21</sub>	19	2	1,58 3,96	K2 O1
Simpson moped 49 cm <sup>3</sup>	1973	1	38	57	30	t <sub>15</sub>	10	2	2	K1
Suzuki 50 cm <sup>3</sup> 80 cm <sup>3</sup> 247 cm <sup>3</sup>	1970	1	41	51,5	30,5	t <sub>15</sub>	12	2	1,8	K1
	1970	1	45	65	31	t <sub>15</sub>	14	2	2	K2
	1972	2-3	54	68,5	32,6	t <sub>15</sub>	14	2	1,5	K2

Triumph 49 cm <sup>3</sup> 250 cm <sup>3</sup>	1970/72	1	40	48,5	28,5	t <sub>15</sub>	12	2	1,5	K1
	1969/71	1	67	65	37	t <sub>21</sub>	17,5	2	1,58 3,17	K2 O5
350 cm <sup>3</sup>	1966	2	58,2	63	36	t <sub>26</sub>	14,2	1	1,58 3,17	K1 K2
740 cm <sup>3</sup>	1968/73	3	66,9	66,2	38,8	t <sub>26</sub>	17,4	1	1,58 3,17	O5 K2 O12
Velocette 500 cm <sup>3</sup>	1966	1	86	94	61,5	t <sub>21</sub>	20,9	1	1,98 1,98 3,96	K2 K2 O5
Vespa 124 cm <sup>3</sup> 145 cm <sup>3</sup> 181 cm <sup>3</sup>	1966	1	54	76	45	t <sub>28</sub>	15	2	2,5	K1
	1962	1	57	77,5	47	t <sub>28</sub>	15	2	2,5	K1
	1965/69	1	62	80,4	47,4	t <sub>15</sub>	16	2	2,5	K1
Yamaha 248 cm <sup>3</sup>	1971	2	54	70	33,1	t <sub>15</sub>	16	1	2,5	K7
Zetka Sport Zetka, 175 cm <sup>3</sup>	1975	1	58	86	46	t <sub>15</sub>	16	3	1,5 2	K1

Tehergépjárművek dugattyúinak és dugattyúgyűrűinek adatai

Típus, űrtartalom	Évjárat	Henger- szám, db	Dugattyú					Gyűrűk	
			átmérő, D, mm	teljes hossz, mm	komp- resszió- magasság, mm	tető- alak	csapszeg- furat, mm	db	magasság, mm
<i>Berliet</i> V 835	1976	8	135	149,35	94,35	t <sub>10</sub>	50	1	K1
								2	L3
<i>Csepeľ Diesel</i> 414. C	1960	4-6	112	155	80	spec.	40	1	K1
								1	K1
<i>Bedford</i> 4927 cm <sup>3</sup>	1968	6	98,4	117	70,3	t <sub>1</sub>	25,4	1	K2
								1	K4
6243 cm <sup>3</sup>	1968/72	6	104,1	122,4	75,8	t <sub>10</sub>	38,1	1	O2
								2	K1
<i>Deutz</i> 12 670 cm <sup>3</sup> , F8L9/4	1959	8	120	155,9	99,9	spec.	45	1	K1
								1	K2
<i>Dodger</i> 2782 cm <sup>3</sup>	1960/72	6	86,36	89,2	44,8	t <sub>1</sub>	22,8	1	O3
								2	K2
								1	O12

<i>Leyland</i> 5800 cm <sup>3</sup> , Diesel	1969	6	98,47	121,08	70,35	t <sub>10</sub>	34,92	1	K1
								2	K4
6075 cm <sup>3</sup> , Power	1970	6	103,35	132,98	82,15	t <sub>11</sub>	33	1	O3
								1	O2
8360 cm <sup>3</sup> , Diesel	1970	8	107,95	122,17	77,78	t <sub>11</sub>	47,27	1	K1
								2	K4
9800 cm <sup>3</sup> , Power	1972	6	121,9	172,66	104,1	t <sub>11</sub>	41,27	1	O2
								1	K1
<i>MAN</i> 10 349 cm <sup>3</sup>	1970	6	121	162	94	spec.	45	1	K4
								1	K2
Kamion 635, 650, 735, 850	1970	6	108	147,5	91	t <sub>9</sub>	42	1	L4
								1	O3
<i>Mercedes</i> 5675 cm <sup>3</sup>	1964	6	97	115,7	65,2	t <sub>8</sub>	32	1	K3
								2	L3
11 600 cm <sup>3</sup>		6	128				48	1	O3
								1	
<i>Skoda</i> 706 RT-BUSZ	1958	6	125	176,8	97,8	t <sub>99</sub>	42	1	K1
								2	K1
								1	L4
								1	O2

Típus, űrtartalom	Évjárat	Henger- szám, db	Dugattyú					Gyűrűk		
			átmérő, $D$ , mm	teljes hossz, mm	komp- resszió- magasság, mm	telő- alak	csapszeg- furat, mm	db	magasság, mm	alak
<i>Steyer</i> D 182, D 185, D 280	1955	4	110	155	83	spec.	40	1 1 1 2	3 3 3 6	K1 K1 L4 O2
<i>Scania</i> 4720 cm <sup>3</sup>	1960	4—6	115	161	101	$t_{29}$	42	1	3	K1
7800 cm <sup>3</sup>	1960	6	115	158	96	$t_{29}$	42	2	6	K2
11 000 cm <sup>3</sup>	1958/62	6	127	166	98,5	$t_{29}$	47	1 2 2 2	3 3 6	O6 K1 K2 O6
<i>Perkins</i> 2500 cm <sup>3</sup>	1970	3—4	91	109,6	62	$t_{10}$	31	1 1 3	1,98 1,98 2,38	K1 K4 L2
6100 cm <sup>3</sup>	1968	6	101,0	121,8	70,3	$t_{10}$	34,9	1 1 2 2 1	4,7 4,7 2,38 2,38 6,35	O2 O2 K1 K4 O3

<i>Volvo</i> 5100 cm <sup>3</sup>	1966	6	95,2	124,4	95,2	$t_{10}$	40	1 1 1 1 1 1	2,38 3,17 3,17 4,76 2,38	K1 K2 K2 O3 K4
6700 cm <sup>3</sup>	1966/70	6	104,77	141	88,5	$t_{10}$	38	1 1 1 1 1	3,17 3,17 4,7	K2 K2 K2 O6
<i>ZIL</i> 130	1968	4	100	110	52,35	$t_1$	28	3	2	K1
164	1970	6	106	106	56	$t_1$	28	1 3	5 3	O3 K1
								1	4,75	O3



AZ IPARI SZAKKÖNYVTÁR-SOROZATBAN AZ UTÓBBI  
10 ÉVBEN MEGJELENT GÉPÉSZETI TÁRGYÚ KÖNYVEK

- Basista M.*: Öntvények javítása hegesztéssel, 2. kiadás 1971.  
*Drábek Lajos*: Fogaskerékgyártás, 2. kiadás 1974.  
*Endre Árpád*: A lánghegesztés technológiája, 1971.  
*Füzi Ernő*: Tengelykapcsolók, 1968.  
*Gremsperger—Kristóf*: Gépi lángvágás 1977.  
*Dr. Hornung Andor*: Marás, 1974.  
*Kertész Ferenc*: Mezőgazdasági erőgépek karbantartása, 1976.  
*Köves—Almásy—Gyódi*: Köszörülés 1977.  
*Laskowski—John*: Lemezszabás, 5. kiadás. 1973.  
*Latinák*: Kovácsolás, 1977.  
*Leviszon—Lev*: Szikraforgácsoló berendezések, 1967.  
*Lukovits—Tündik*: Forgácsolószerszámok élezése, 1975.  
*Novotny* (szerk.) Az alumínium hegesztése és vágása, 1969.  
*Orgovány László*: Fémek csiszolása és fényezése, 2. átd. k. 1974.  
*Páldy—Tarján*: Géprajz 2. jav. kiad., 1967.  
*Primke*: Az alumínium hegesztése és forrasztása, 1975.  
*Réti Pál*: Korszerű fémipari anyagvizsgálat, 1968.  
*Richard A.*: Gyakorlati számítások a gépiparban, 1968.  
*Róth*: A felvonó, 1969.  
*Smóling Kálmán*: Acél és vas hőkezelése, 2. kiad. 1976.  
*Somfai—Csóri*: Szemcseszórás, 1974.  
*Szakács—Dévényi*: Keményfémek és szuperkemény anyagok alkalmazása, 1978.  
*Szandtner Frigyes*: Géplakatos szakmai ismeretek 4. jav. kiad., 1972.  
*Szenczi Gyula*: Fémek gyalulása, vésése és üregelése 2. átd. kiad. 1975.  
*Szentkúti Károly*: Szerszámbe fogó készülékek, 1972.  
*Szilágyi László*: Munkadarab-be fogó készülékek, 1967.  
*Vízkelety Kálmán*: Ívhegesztés 2. kiadás 1977.  
*Dr. Vraukó László*: Revolveresztergák, 1977.

Kiadja a Műszaki Könyvkiadó  
Felelős kiadó: Fischer Herbert igazgató  
80-2576 — Szegedi Nyomda — Felelős vezető: Dobó József igazgató  
Műszaki vezető: Hegedűs Ernő  
Műszaki szerkesztő: Bagi Miklós  
A könyv ábráit rajzolta: Pálfi Zoltán  
A könyv formátuma: A5  
Ívterjedelme: 11,25 (A5)  
Ábrák száma: 58  
Példányszám: 2900  
Papír minősége: 80 g ofszet  
Betűcsalád és -méret: New Times, gm/gm.  
Azonossági szám: 41 835  
MŰ: 2932—h—8082  
Készült az MSZ 5601 és 5602 szerint