

FEGYVERGYÁRTÓ
MESTERVIZSGÁRA
FELKÉSZÍTŐ JEGYZET

Budapest, 2021

Szerző:

Fecsó László

Lektorálta:

Bozó Gábor

BUDAPEST, 2021

Tartalomjegyzék

Előszó.....	4
1.0. Sörétes vadászfegyverek gyártása.....	5
1.1. A vadászfegyverek gyártásáról általában.....	5
1.2. A vadászfegyverek csöveinek gyártása.....	17
1.3. A sörétes vadászfegyverek csöveinek gyártása.....	22
1.4. Csőgyártás hidegkovácsolással	29
1.5. A csövek egyesítése csőpárrá.....	30
1.6. A fegyver alkatrészek osztályozása és gyártása.....	34
1.7. A vadászfegyverek szerelésének főbb szempontjai	44
2.0. Alkalmazott fafajok és alternatív anyagok.....	59
2.1. Fafajok	59
2.2. Alternatív anyagok (fahelyettesítő anyagok)	65
2.3. A fa alkatrészek javítása, pótlása, díszítése.....	69
3.0. Löelméleti, ballisztikai számítások	80
3.1. Belső ballisztika	80
3.2. Külső ballisztika.....	92
3.3. Kísérleti ballisztika.....	94
3.4. Puska és pisztoly lőszerök összehasonlítása.....	109

Előszó

Az elkészült jegyzet a 2009-ben, 67 év után újra induló fegyvergyártó mester képzést hivatott szolgálni. Jóval több, mint fél évszázad után a mesterképzés, a mesteri fokozat visszakerült megérdemelt helyére.

Ezen jegyzet az érvényben lévő Fegyvergyártó mestervizsga követelményekre épül, a képzési programban szereplő témaköröket dolgoz fel.

A jegyzet egy összefüggő, a vadászpuskaműves mester tevékenységéhez elengedhetetlen, egymásra épülő folyamatokat tartalmazó tankönyv, mely egyben megfelel a mestervizsga követelményekben szereplő modulok tartalmának is. A szakma alapjai témakörök ezen jegyzetben nem kerültek ismertetésre, kidolgozásra, ezek a részek a megelőző tanulmányok (fegyverműszerész, fegyverműszerész technikus, vadászpuskaműves, fegyvergyártó szaktechnikus) során feldolgozásra kerültek.

Mivel a mester tevékenységében több tradicionális szakma részei integrálódnak (szerszámkészítő, kovács, vésnök, műbútorasztalos, ötvös stb.), így nyelvezete, szakkifejezései azon szakmacsoportoknak is megfelelőek.

A tanfolyami jegyzet három fő részre tagozódik: vadászfegyverek gyártása, alkalmazott fák és alternatív anyagok, valamint ballisztika. Ezen tárgyalt részek beleillenek a fegyvergyártó mester gyártói, javítói, alkotói tevékenységébe. Azon kívül, hogy oktatási anyag, a fegyvergyártó mester gyártói munkájához is hozzájárulhat, ötleteket adhat, vagyis akár mindennapi gyakorlatban alkalmazható.

Reméljük, hogy ezen publikációval hasznosan hozzájárulunk a mestervizsga tanfolyamok végrehajtásához, sikeres vizsgához, a jövő mestereinek képzéséhez.

Csongrád, 2021. 09. 15.

Fecsó László

1.0. Sörétes vadászfegyverek gyártása

1.1. A vadászfegyverek gyártásáról általában

A vadászfegyver gyártása összességében tekintve igen komoly, nagy műszaki felkészültséget igénylő feladat.

A gyártás bonyolultsága és összetétele rendkívül sokoldalú, ezért igen különböző és sokrétű technikai és technológiai berendezést igényel.

Az alkatrészek jelentős része, de elsősorban is az ún. fődarabok meglehetősen bonyolultak, megmunkálásuk igényes és nagyszámú műveletet tesz szükségessé. Mindezek következtében műszaki előkészítésük és felszerszámozásuk is nagyon munkaigényes.

A fejlődő technikának és a tömeggyártási elveknek a mai, klasszikus értelemben vett, alapjai is a fegyvergyártás területén alakultak ki.

A fegyvergyártás gyors ütemű fejlődése igen jó alapot nyújtott a tűréstechnikai, szabványosítási, tipizálási és egyéb hasonló tevékenységekhez is, amelyek a tömegszerű gyártás hiánya miatt más iparágak területén nem volt lehetőség.

Az egyszerű, átlagos vadászfegyvernek több olyan alkatrésze van, amelynek legyártásához 50-250 munkaművelet szükséges. Az ideálisnak nevezhető vagy azt megközelítően felszerszámozott gyártásban, minden műveletnek önálló, más célokra fel nem használható gyártó eszközei vannak.

Ha figyelembe vesszük továbbá, hogy az átlagos rendszerű, kétcsövű vadászfegyver munkaműveleteinek száma általában 2000 fölött van, de a bonyolultabb típusoké elérheti a 4000-4500 műveletet is, felmérhetjük, hogy a gyártás milyen nehéz feladat elé állítja a gyártókat és a speciális gyártóeszközökben jelentkező nagy igény következtében, milyen komoly gyártás előkészítési és berendezési költségek adódnak.

A vadász- és sportfegyverek gyártástechnológiáján belül megtaláljuk mindazokat a hagyományos megmunkálási módokat, amelyek az általános acél- és gépiparon belül előfordulnak, de ezeken túlmenően, kialakult még sok olyan eljárás, amelyekre speciálisan a fegyvergyártásban van szükség.

A fegyvergyártásban is alkalmazott hagyományos megmunkálási módszerek:

- a sík- és alakmarás;
- az összetett vagy csoportmarókkal végzett marás;
- a fúrás;
- a dörzsölés;
- az üregezés;
- a gyalulás és a vésés;
- az esztergálás különféle eljárásai;

- a sík- a henger- és az alakköszörülés;
- a húzás és a sajtolás;
- a különféle hegesztési eljárások;
- stb.

A felsoroltakon kívül persze felhasználjuk a gépipar egyéb területein szokásos egyéb technológiákat is az ún. előgyártmányok elkészítéséhez, ilyenek:

- a kovácsolás;
- a melegsajtolás;
- az acélöntés és a fémek precíziós öntése;
- az alak- és az idomhengerlés;
- a rúd- és az idomhúzás,
- az alakos rúd húzása és sajtolása;
- stb.

Szinte kizárólagosan a fegyveripar igényeinek kielégítésére alakultak ki és elsősorban a különféle fegyvercsövek gyártását szolgálják a következő megmunkálási módszerek:

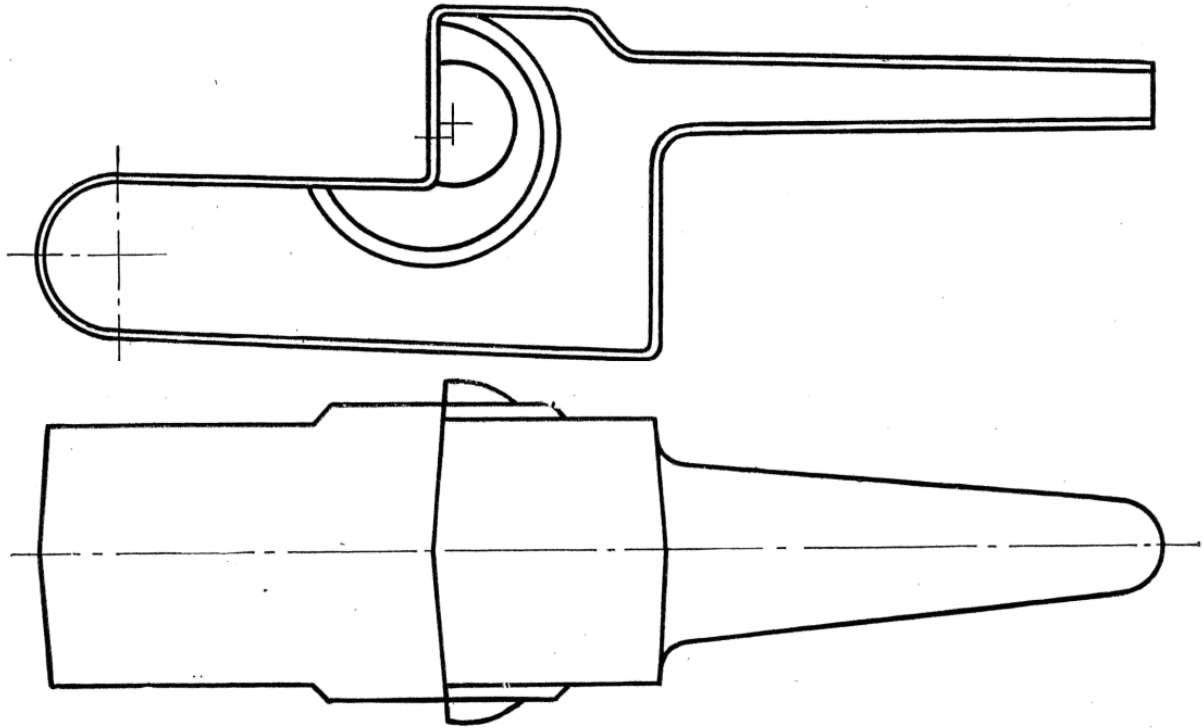
- a csőfúrás;
- a hosszúfuratok dörzsölése olajáramlással szemben;
- a különféle csőfuratok csiszolása;
- a golyós fegyverek csövének huzagolása;
- a golyós fegyverek csövében a huzagok forgácsnélküli megmunkálása;
- az ún. „huzagvasalás”;
- a töltényűr dörzsölése és fényezése;
- a csőfuratok elektrokémiai megmunkálása;
- a huzagok csiszolása;
- stb.

A már említett és főleg a fődarabokra jellemző bonyolultságot, a műveletek nagy számát és munkaigényességét sok esetben nemcsak az alkatrészek sokrétűsége okozza, hanem még tovább is növeli a felhasználó által jogosan támasztott igény is a fegyver tömegének csökkentésére.

A súlycsökkentésre való törekvés és az esztétikai szempontok tovább fokozzák a megmunkálások bonyolultságát, a gyártóeszközökre való igényt és aránytalanul megnövelik a munkaigényességet. A gépiparnak talán egyetlen más terméke nincs a fegyverek mellett, amely kb. 3 kg késztermék tömegre 2000-4500 számú művelet elvégzését tenné szükségessé.

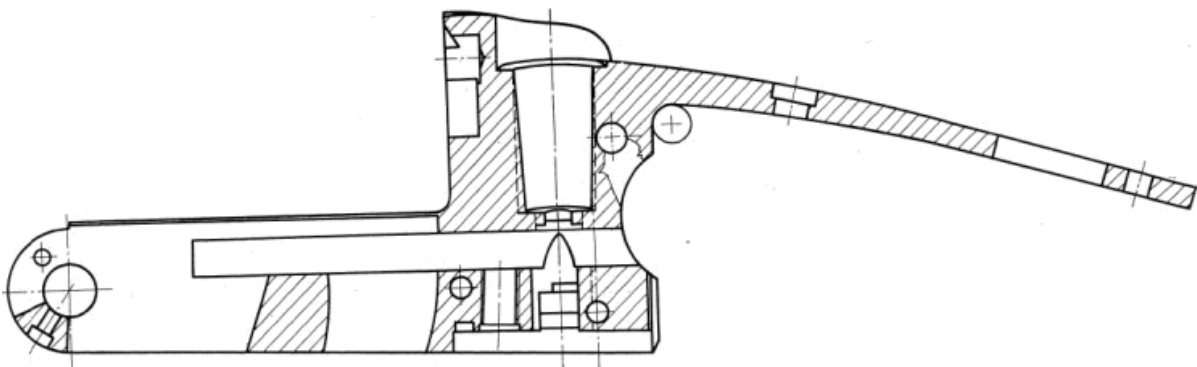
Az elmondottak miatt a vadász- és sportfegyverek gyártásában világviszonylatban is igen nagy gondot fordítanak a korszerű, kis megmunkálási ráhagyásokat biztosító és a legoptimálisabb műveleteket igénylő előgyártmányok kialakítására. Jól szemlélteti egy

bonyolultabb fegyver fődarab előgyártmányának és a kész munkadarab kialakítását az alábbi ábrákon.



1. ábra¹

Kétsövű vadászfegyver zárótestének kovácsolt kiinduló nyersdarabja

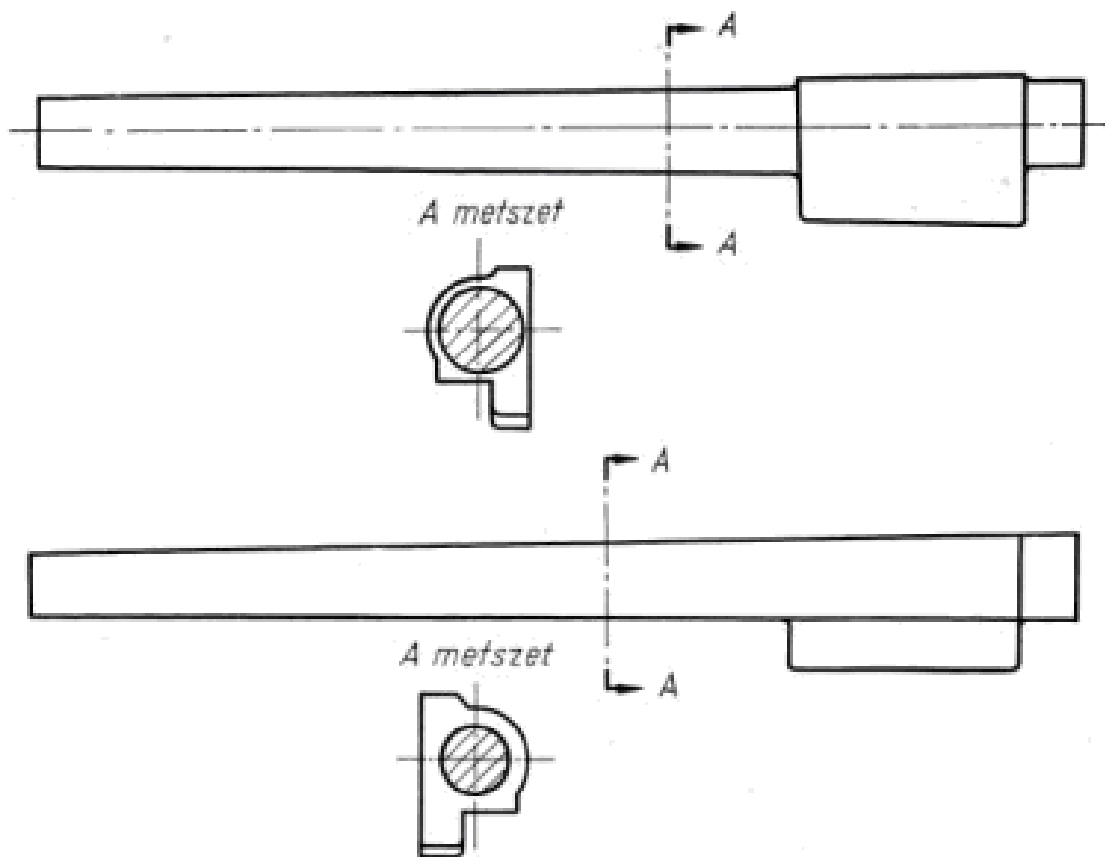


2. ábra²

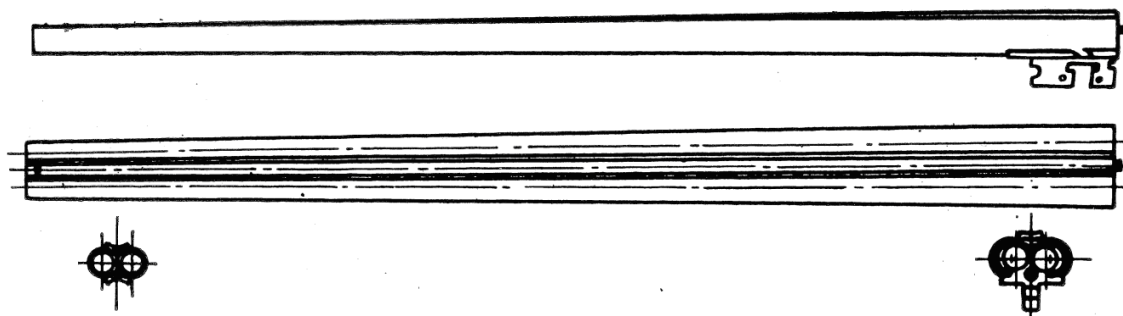
A kovácsolt nyersdarabból kb. 150 műveletet igénylő kimunkált zárótest

¹ Forrás: Hardy József: Vadászfegyverekről a vadászoknak, Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1969

² Forrás: Hardy József: Vadászfegyverekről a vadászoknak, Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1969



3. ábra³
Demiblock-rendszerű sörétes vadászfegyver csőpárjához a jobb és a bal cső kovácsolt kiinduló nyersdarabja



4. ábra⁴
Kétsövű vadász készremunkált illesztésre és szerelésre váró csőpárja

³ Forrás: Hardy József: Vadászfegyverekről a vadászoknak, Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1969

⁴ Forrás: Hardy József: Vadászfegyverekről a vadászoknak, Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1969

Noha a vadászfegyverek gyártásához nagy értékű és speciális összetételű gépállomány szükséges, emellett mégis nagy az igény a kézi munka területén is. Az alkatrészek gyártása tőrés technikailag is komoly feladatot ró a gyártókra.

Amíg a hadi célokra gyártott kézi lőfegyvereknél igen erősen törekszenek az alkatrészek cserélhetőségére, addig a vadászfegyverek vonatkozásában ez az igény és törekvés sokkal kisebb mértékű.

Ha megfelelő a darabszám és a sorozatnagyság, akkor főleg az összetettebb és bonyolultabb alkatrészek ún. zártciklusú rendszerben készülnek. Ilyenkor minden alkatrész minden műveletének megvan a maga külön gépe, amelyet a művelet tömegszerű végzésére állítunk be, és e gép a gyártás egész folyamata alatt csak a kérdéses műveletet végzi. Ezt a gyártási rendszert természetesen csak megfelelően nagy és a gazdaságosságot feltétlenül biztosító darabszám esetén érdemes megszervezni.

A zárt ciklusú, folyamszerű gyártási rendszer – megfelelő darabszámot feltételezve – igen nagy előnyt biztosít. Gyártás közben, egész időtartama alatt egy azonos méret megmunkálására alkalmas gépen a begyakorlottság a lehető legmagasabb fokú lehet, a minőség színvonala a legállandóbb, amiből természetesen következik, hogy a selejtes alkatrészek előfordulása is legkisebb.

Az alkatrészek átfutási ideje ebben a rendszerben a legrövidebb, és ez a körülmény szintén kedvezően hat a gazdaságosságra. Egy bizonyos kritikus darabszám alatt ez a kedvező hatás megszűnik, a gépkihasználás csökken, a termelési költségek pedig növekszenek.

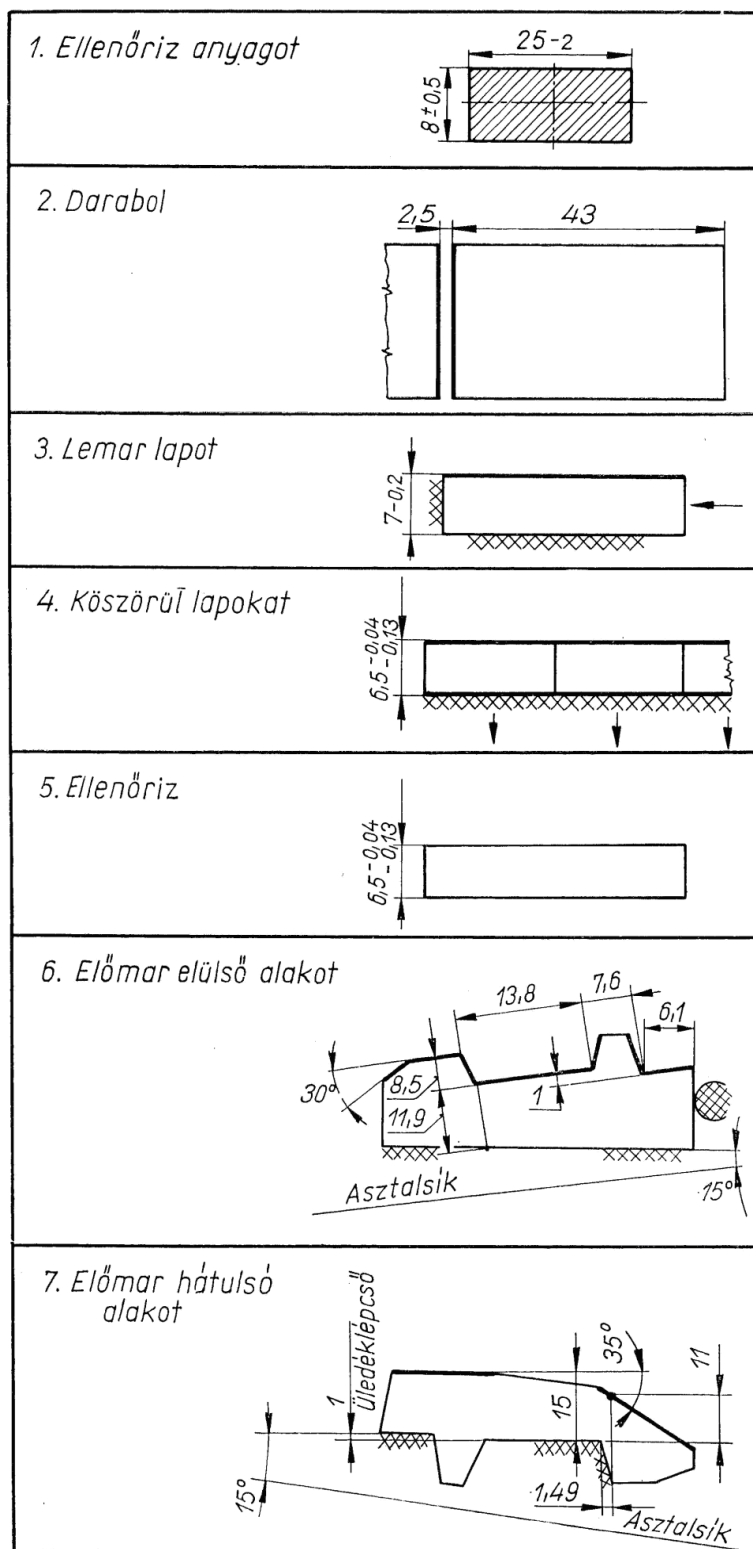
E kritikus pontnak, ill. állapotnak a bekövetkeztével indokolt a gyártást ún. műhelyrendszerű (homogén gépcsoportokra beosztott) módszer szerint megszervezni. Ennek a gyártási rendszernek a megszervezése lényegesen nagyobb figyelmet és pontosabb gyártás előkészítést igényel.

A gyártási folyamat felépítését jól érzékelhetjük egy vadászfegyver kakasának gyártási folyamatán, amit leegyszerűsített formában, a kiinduló anyagtól a szerelést megelőző állapotig, vagyis az ún. alkatrészsztintú, befejező készütségi fokig a következő táblázatban.

A műveleti sorrend alapján jól kivehető a kiindulási fok növekedése lépésenként, ill. műveletenként egészen a teljes elkészülésig.

Mindezek alapján megállapíthatjuk, hogy egy ilyen viszonylag egyszerű alkatrésznek a gyártása meglehetősen komoly feladat, mert elkészítéséhez zártciklusú gyártási rendszerben 12 fajta 31 darab, míg műhelyrendszerű gyártás esetén 9 fajta gép szükséges.

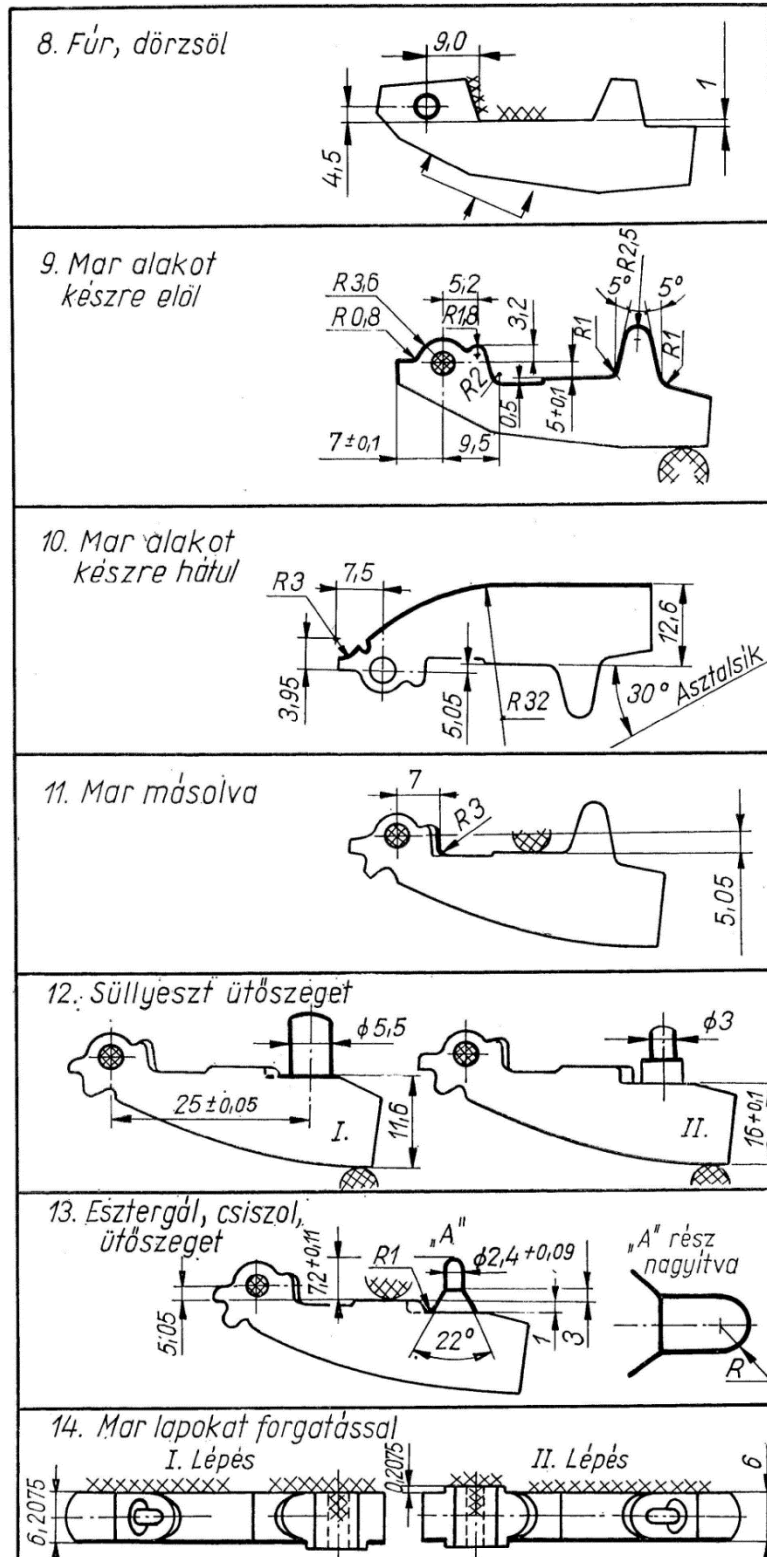
Gyártás közben az alkatrészeket –csöveket kivéve– általában hagyományos módszerekkel (fűrés, marás, vésés stb.) munkáljuk meg. Ezen műveletek elvégzésére alkalmas géptípusok általánosságban elterjedtek és túlnyomó részt ismertek.



5. ábra⁵

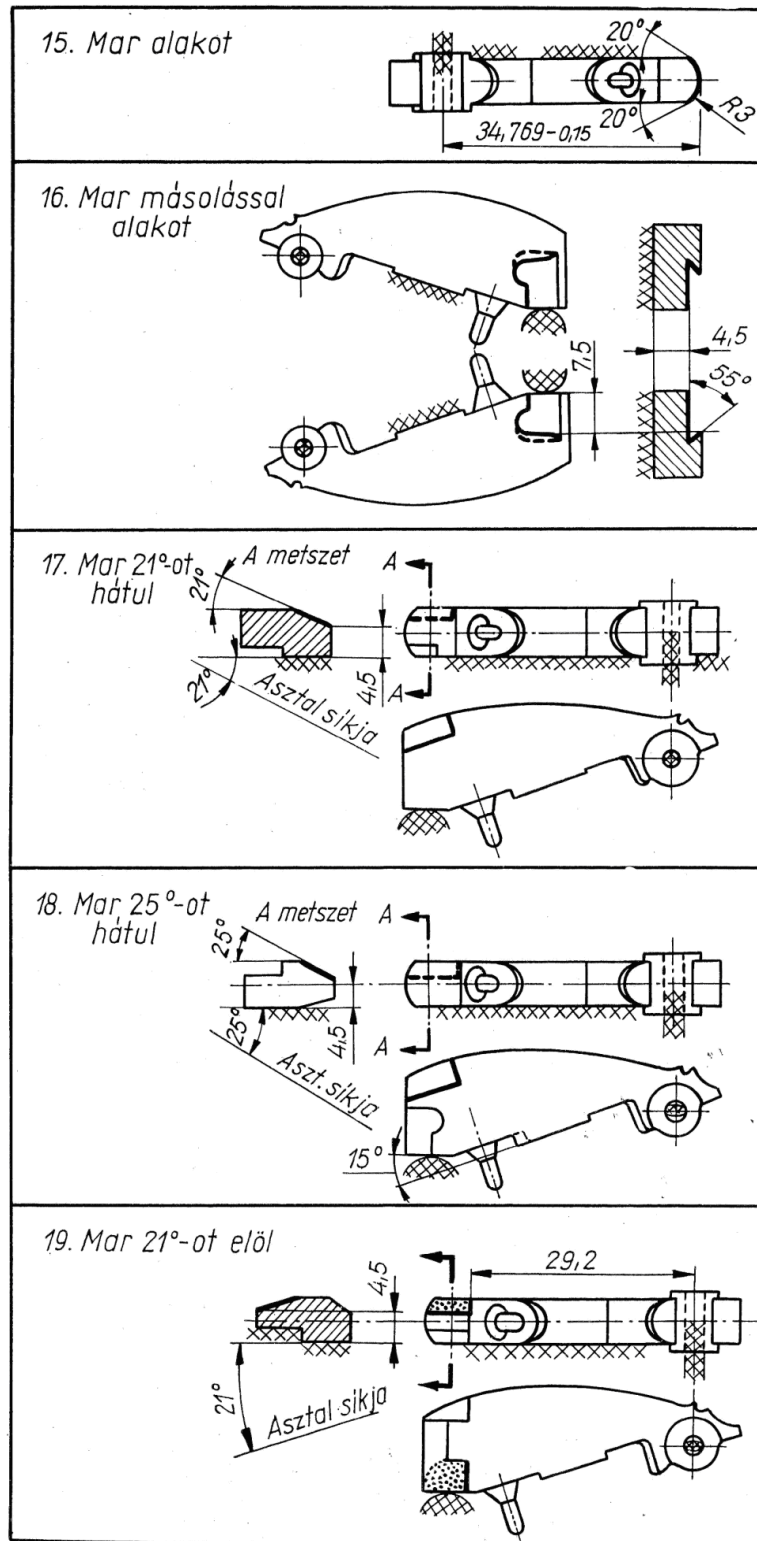
Kétsövű sörétes fegyver kakasának gyártási sorrendje és műveleti ábrái

⁵ Forrás: Hardy József: Vadászfegyverekről a vadászoknak, Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1969



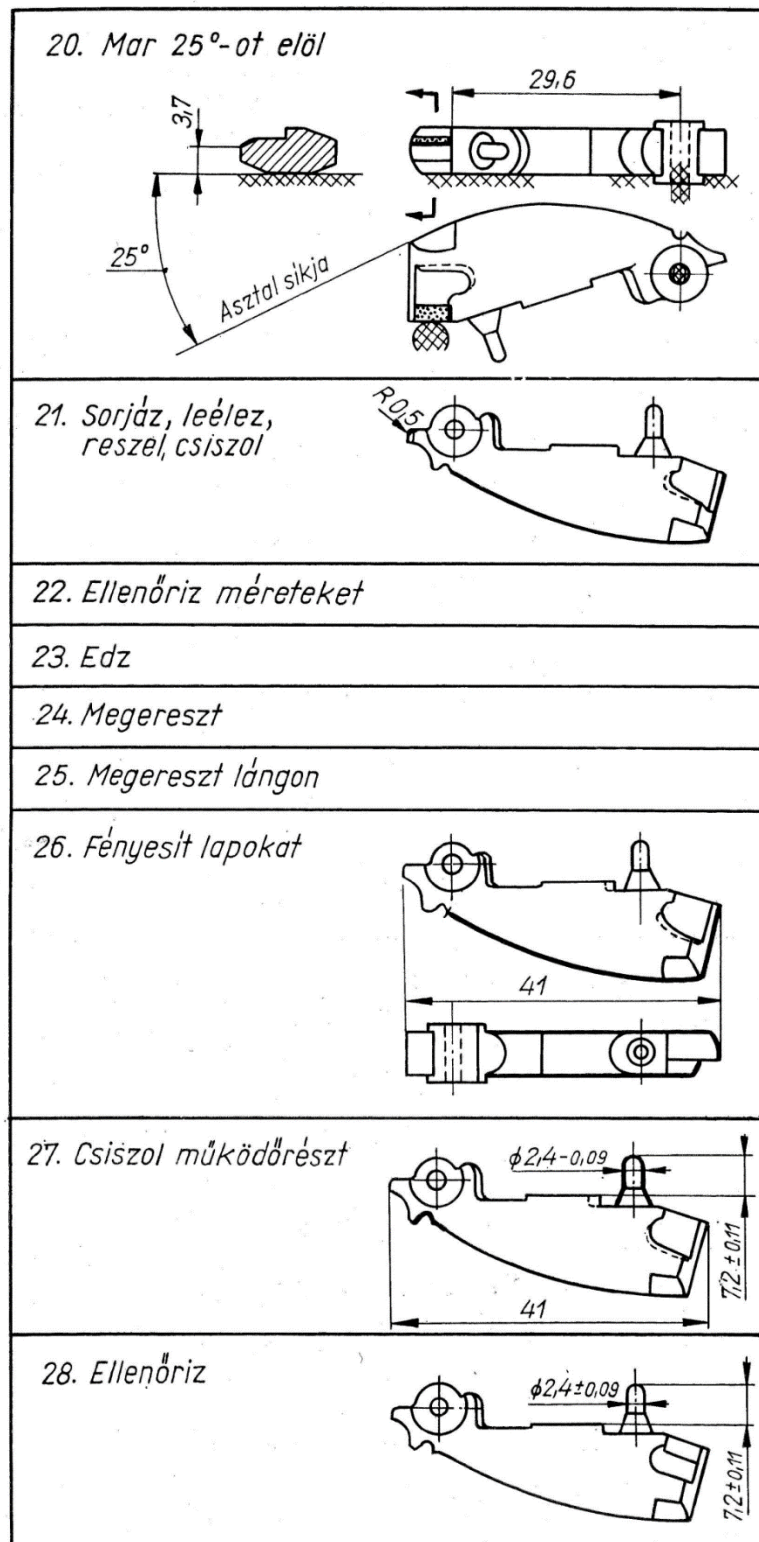
6. ábra⁶

⁶ Forrás: Hardy József: Vadászfegyverekről a vadászoknak, Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1969



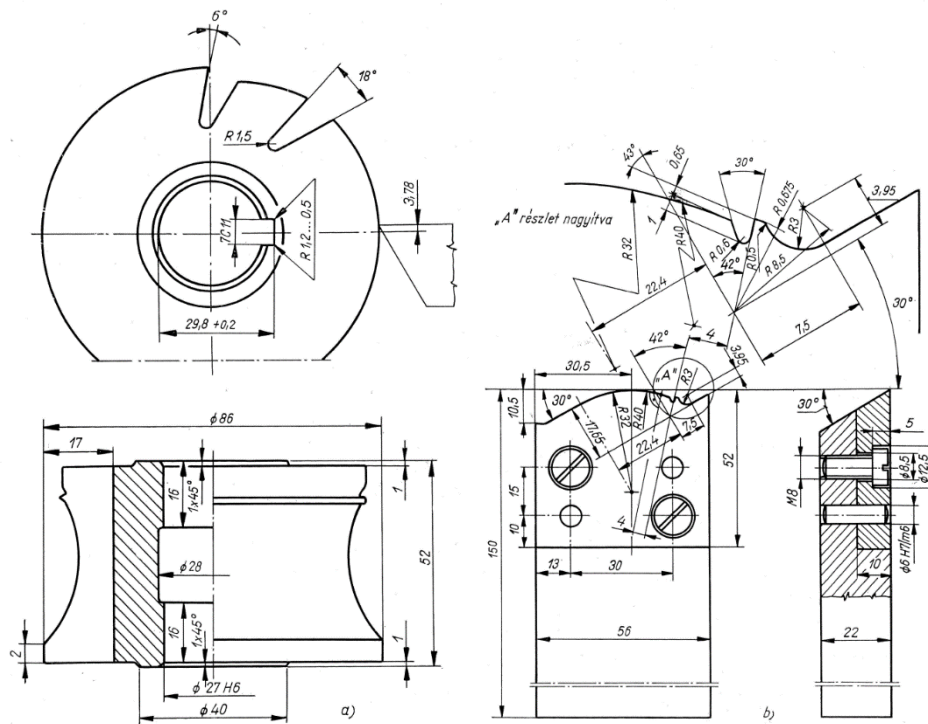
7. ábra⁷

⁷ Forrás: Hardy József: Vadászfegyverekről a vadászoknak, Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1969



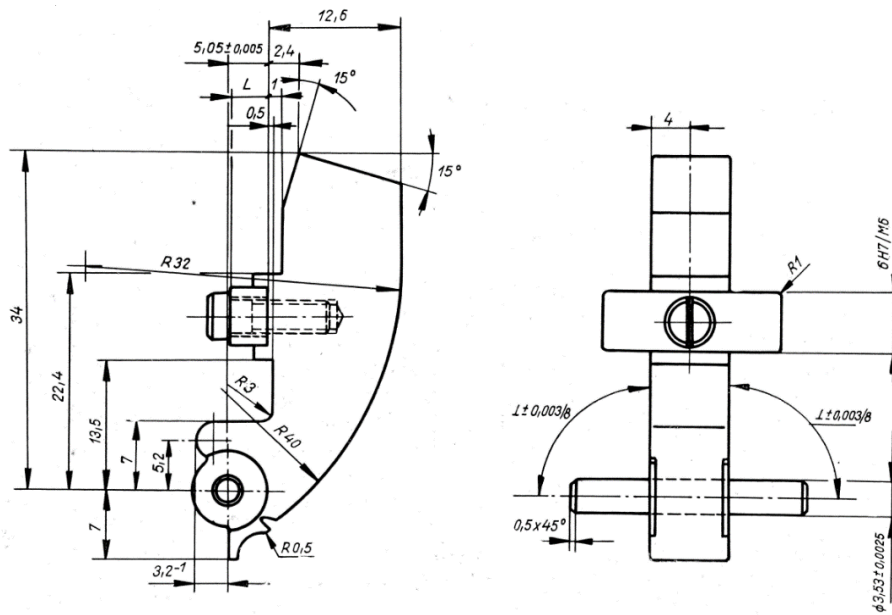
8. ábra⁸

⁸ Forrás: Hardy József: Vadászfegyverekről a vadászoknak, Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1969



9. ábra⁹

Marószerszám a kakas alakmarásához



10. ábra¹⁰

Idomszer kakas alakjának ellenőrzéséhez

⁹ Forrás: Hardy József: Vadászfegyverekről a vadászoknak, Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1969

¹⁰ Forrás: Hardy József: Vadászfegyverekről a vadászoknak, Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1969

A csövek vagy a csőpárok elkészítéséhez több olyan különleges, egycélú gép szükséges, amelyek más alkatrészek megmunkálására nem alkalmazhatók, ezért leterheltségük és kihasználtságuk a gyártandó darabszámtól jobban függ, ugyanakkor beszerzési költségük általában nagyobb, mint a hagyományos megmunkálásra alkalmas gépeké.

A vadász- és sportfegyverek gyártásában ritkán használunk ún. univerzális gyártó és befogóeszközöket. Az esetek szinte 100 % - ában csak az adott művelet elvégzésére alkalmas, de ugyanakkor egyértelműen és leggazdaságosabban működő eszközöket alakítunk ki.

Az elmondottakból és a korábban említett 2000-4500 számú műveleti adatból következik, hogy a vadász- és sportfegyverek gyártásához nagyon komoly, alapos és rendkívül költséges előkészületek szükségesek. Ilyen gyártás beindításához a következő munkafázisokat kell egymáshoz hangolni és folyamatosan végrehajtani:

1. a gyártmányrajzok (konstrukció) elkészítése;
2. a gyártmányrajzok alapján a fegyver prototípusának (1-5 darab) elkészítése;
3. az elkészült prototípus(ok) kipróbálása és bírálata a következő szempontok alapján:
 - tömeg;
 - alak, esztétikus külső és vonalvezetés;
 - működés, a működés biztonsága;
 - lőtulajdonságok;
 - tulajdonságai a rendeltetésszerű használatkor;
 - tartóssági löpróbák;
 - ápolási és karbantartási igények;
 - a piaci érték és az optimális önköltség viszonya;
 - a fegyver rendeltetésétől és típusától függő egyéb, különleges követelmények vizsgálata.

Ha a kialakított új modell a típusvizsgálat, a piaci és gazdaságossági elemzés minden vonatkozásában megfelelt, akkor elkezdődhet a sorozatgyártás előkészítése, amely a következő munkálatokat igényli:

1. a gyártástervezés, a gyártástechnológia és a gyártási szervezet kialakítása;
2. a gyártáshoz szükséges gyártóeszközöknek a gyártástervekben való meghatározása;
3. az alkatrészek kiinduló anyagainak előírása méretre és minőségre, vagyis anyagnorma elkészítése;
4. az előírt gyártóeszközök megtervezése:
 - a befogókészülékek;
 - a forgácsolószerszámok;
 - az egyéb szerszámok;
 - a mérőeszközök és idomszerek megtervezése.
5. a megtervezett gyártóeszközök legyártása a műhelyrajzok alapján;

Az elkészített gyártóeszközöket az ún. nullasorozatú gyártás végrehajtásával kell és szokásos kipróbálni, amelynek kedvező végeredménye, valamint az így készült fegyverek gondos, körültekintő próbája és vizsgálata után megindítható a sorozatgyártás.

A vadászfegyvergyártás munkaigényének jelentős hányadát –általában 30-50 %-át– még ma is a kézi munka teszi ki.

A kézi és a gépi munkának ez az aránya még nem foglalja magában az esetleges díszítő elemek (vésetek, gravírozások) elkészítésének munkaigényét, hanem csupán a normál ún. sima kivitelű fegyver munkaigényességének arányait tükrözi.

A vadászfegyverekben a kapcsolódó alkatrészek legtöbbje egymáshoz illesztett, ami azonban bizonyos értelemben kizárja a cserélhetőséget, ugyanakkor a finom működést feltétlenül biztosítja.

Különösen nagy gondossággal készül:

- a cső és a zárótest illesztése;
- a mellső test a csőhöz való illesztése;
- a felhúzóelemek működésnek beállítása;
- a kulcs és a retesz összműködésének beállítása;
- az ütő- ill. az elsütő elemek illesztése;
- az elsütőszerkezet szerelése és beállítása;
- az elsütőszerkezet és a kakasok működésének beállítása;
- a biztosító szerkezet működésének összehangolása a felhúzó- és az elsütőszerkezettel;
- a sátorvas illesztése;
- az agyfa (a tusa) és az előagy illesztése és rögzítése.

A felsorolt főbb kézi munkafolyamatokat „lágú állapotban”, vagyis az edzések (hőkezelések) előtt hajtjuk végre a fegyveren, a hőkezelések befejeztével ismételt ellenőrzésnek vetjük alá a fegyvert.

A működési tényezők biztosítása után az alkatrészek felületeit finoman utándolgozzuk, ezután következik a végső felület elkészítése (barnítás, krómozás, nikkelezés, márványozás stb.). Végül „fekete állapotban” az egyes alkatrészek, ill. alkatrészcsoportok működését ismételten ellenőrizzük.

Ezen gondos, több munkafázison keresztül lebonyolított eljárással, biztosítható a fegyverek pontos, akadálymentes működése és hosszú élettartama.

1.2. A vadászfegyverek csöveinek gyártása

A csőgyártás általában –de a sörétes vadászfegyvereké különösen– a fegyvergyártás egyik legbonyolultabb, legnagyobb szakértelmet kívánó, legtöbb különleges gépet, szerszámot és egyéb eszközöket igénylő és ugyanakkor a selejtveszélynek leginkább kitett tevékenysége.

A csövek megmunkálása, főleg a belső felületek kialakítása mind tőrés technikailag, mind pedig a felület minőségének tekintetében a legszigorúbb követelmények elé állítja a gyártókat. E rendkívül nehéz és bonyolult gyártási ág a sokirányú és sokrétű fegyvergyártáson belül is szinte külön tudomány, és elsajátítása, valamint eredményes folytatása szakmailag rendkívül nagyra becsült tevékenység.

A vadászfegyverek csöve, ill. csőpárja a fegyverek kimagaslóan legértékesebb darabja, és agyártási költségük a fegyver önköltségének 30-40 %-át teszi ki.

A fegyvercsövek gyártására felhasznált acélok, a legnagyobb tisztaságú, leggondosabban kezelt, garantáltan repedésmentes, jól alakítható és forgácsolható acélfajták.

A csőacélok Simens-Martin, vagy villamos fűtésű kemencékben készített, gyengén ötvözött acélfajták, amelyeket hengerléssel készítenek. Ezek az acélok nagy szilárdságúra nemesíthetők.

Összetételükről fontos tudni, hogy szénttartalmuk (C) általában 0,45-0,60% , ami mellett minden esetben tartalmaznak még 0,25-0,40% szilíciumot (Si) és 0,40-0,70% mangánt (Mn). Kén- (P) és foszfor- (P) tartalmuk külön-külön 0,05% alatt kell, hogy legyen, de általában a kettő együtt nem lehet több mint 0,08%.

A különleges célokra használt fegyvercsövek anyagában ötvözőként még előfordul 1,5%-ig a króm (Cr), 0,5%-ig a molibdén (Mo) és mindenképpen 1% alatt a vanádium (V) és a wolfram (W). Egészen különleges esetekben még nikkel is lehet benne ötvözőként.

A kohászat mai fejlett viszonyai között már egyre inkább elhagyják az acélokból a költséges ötvözőket, mert képesek nagy tisztaságú és rendkívül jól hőkezelhető csőacélokat gyártani.

A megfelelő kémiai, szilárdsági és hőkezelési tulajdonságok biztosításán kívül igen nagy gondot kell fordítani arra is, hogy a csövek anyaga zárványmentes legyen. Ez azért fontos, mert a zárványok és különösképpen a rideg fajtáik a csőben fellépő nagy gáznyomás hatására könnyen a repedések kiinduló pontjává válhatnak, ha vastagságuk, elhelyezkedési arányuk a gyakorlatilag megengedhetőnél nagyobb.

Mielőtt tovább mennénk, előbb ismerjük meg azokat a leggyakoribb, a kétsövű sörétes vadászfegyverekhez alkalmazott csőkötéseket, amelyek jelenleg a legjobban elterjedtek és döntően befolyásolják a csövek gyártásának menetét.

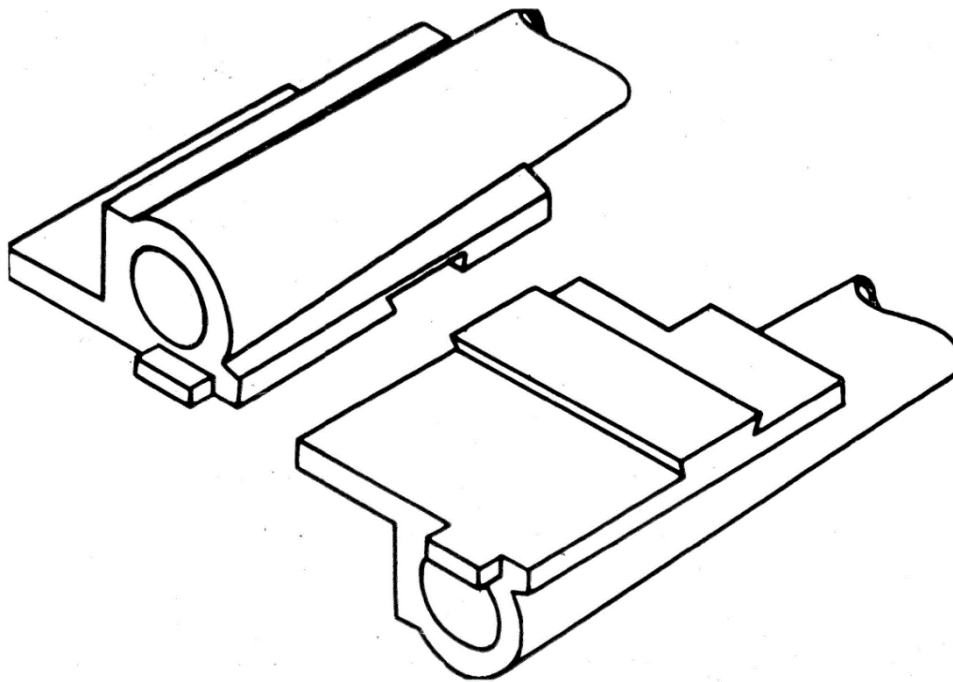
Az összes ismert és alkalmazott rendszerek és kialakítási megoldások tárgyalásának menetét.

Az összes ismert és alkalmazott rendszerek és kialakítási megoldások tárgyalására itt egyrészt nincs lehetőség, másrészt a különleges és csak az egyes fegyvertípusoknál előforduló megoldásokra főlegesen is lenne kitérni. A következőkben azokat a csökötségi módszereket ismertetjük, amelyekkel a világ kétcsövű vadászfegyvereinek mintegy 90 %-a készül.

A különféle szerkezeti megoldások két, jellegzetesen eltérő fő csoportba sorolhatók:

– az első csoportba azok a csőkialakítások, amelyeknél a csőkampót a csövekkel egy darabból kovácsolják, és a két cső összefogását, egymáshoz való rögzítését a vele egy darabból kovácsolt kampókkal végzik; ez az ún. demiblock rendszerű csőpárosítás;

– a második csoportba mindazon egyéb megoldások tartoznak, amelyeknél a két csövet egymáshoz valamilyen jól rögzítő módszerrel kötik össze, ezt a megoldást nevezzük monoblockos rendszernek. Itt a csőkampónak a csövekkel való kötése a legkülönbözőbb módszerű és kialakítású lehet, de a két leggyakoribb megoldás a mechanikai rögzítés és a keményforrasztás, ill. egyes esetekben ennek a kettőnek valamilyen kombinációja.



11. ábra¹¹

A csőfar klasszikus demiblockos kialakítása :a jobb és baloldali cső prizmás hornyokkal van összekapcsolva

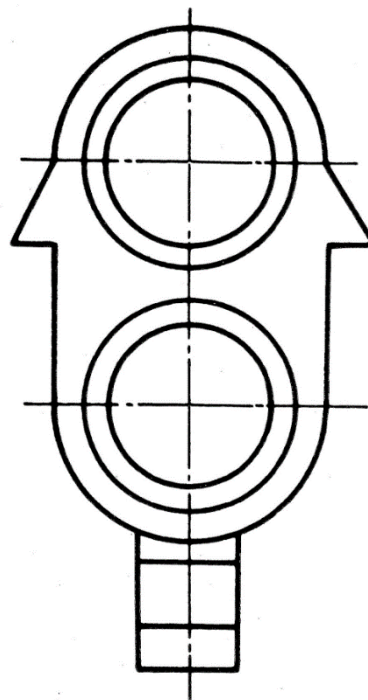
Itt a csövekkel egy darabból kovácsolt csőkampók egyike pozitív, a másik negatív prizmával van ellátva, továbbá mind a felületükön, mind a prizmák mentén lágyforrasztással még

¹¹ Forrás: Hardy József: Vadászfegyverekről a vadászoknak, Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1969

rögzítve is vannak egymáshoz. Mindezekben túlmenően szokás még a kampókat egy-egy szegeccsel is biztosítani. Ilyen megoldást találunk többek között a Walther gyártmányú sörétes vadászfegyvereken, valamint a FÉG Monte Carlo, Victória stb. típusú fegyverein.

Ez a kötési mód a vadászfegyverek csöveinek legbiztonságosabb és legszilárdabb párosítása, de kétségtelenül a legköltségesebb és legmunkaigényesebb megoldás is. A monoblockos kötési rendszernek számos kiviteli megoldása ismeretes, amelyek alapelvük szerint három fő csoportba sorolhatók:

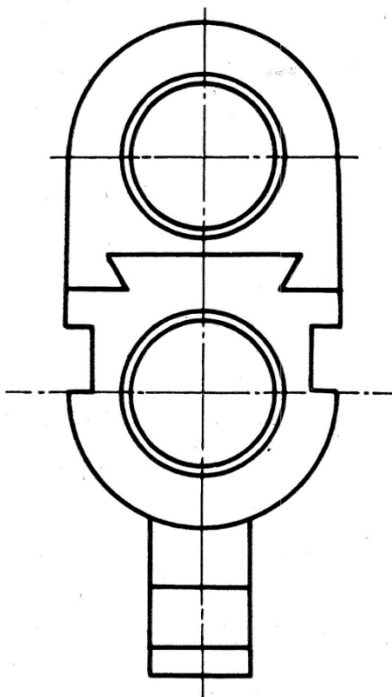
- csőhüvelyes vagy csőbilincses megoldás, itt a cső vagy csövek a csőkampóval egy darabból kimunkált hüvelybe, az ún. csőbilincsbe vannak szerelve –általában melegen végzett illesztéssel– és ezután mechanikusan rögzítve;
- a csövekhez a csőkampó mechanikailag kapcsolódik, és ezen kívül még rézzel vagy ipari ezüsttel keményforrasztással rögzítve;
- a cső a csőkampóval tisztán keményforrasztással van összekötve, ezt a kötési módot főként két sörétes és az egy golyós csövű ún. drilling rendszerű (háromcsövű) fegyverek gyártásában alkalmazzák; ilyenkor azonban a két sörétes csövet hosszanti irányban párosítható prizmákkal kötik össze.



12. ábra ¹²

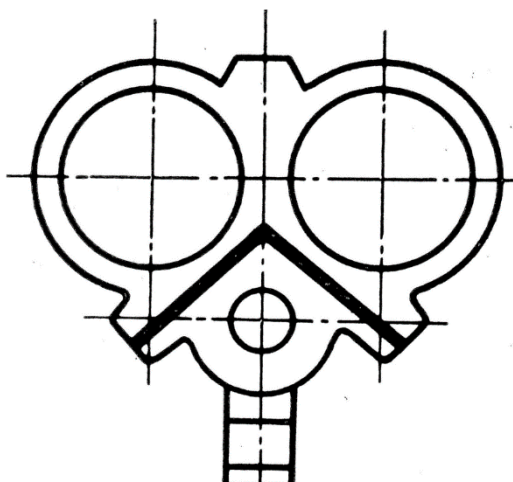
Monoblock-rendszerű csőkötés csőbilincses megoldással

¹² Forrás: Hardy József: Vadászfegyverekről a vadászoknak, Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1969



13. ábra¹³

Monoblock-rendszerű mechanikai csőkötés keményforrasztással kombinálva



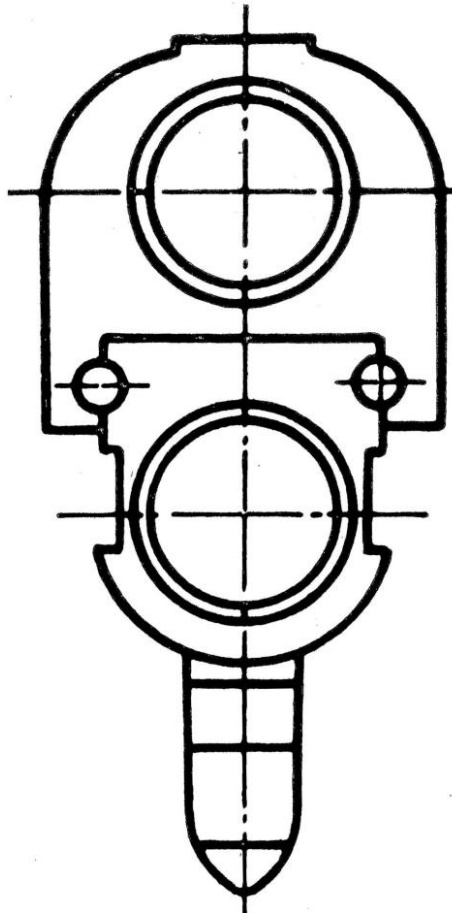
14. ábra¹⁴

Monoblock-rendszerű csőkötés, itt a csőkampó és a csövek tompán illeszkednek, a kapcsolatot elsősorban a keményforrasztás biztosítja, leggyakrabban a drilling-rendszerű fegyvereken alkalmazzák

¹³ Forrás: Hardy József: Vadászfegyverekről a vadászoknak, Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1969

¹⁴ Forrás: Hardy József: Vadászfegyverekről a vadászoknak, Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1969

A felsoroltakon kívül néhány kombinált csőkötési, ill. csőrögztési mód is előfordul. Ezek klasszikus példáját a volt NDK-ban gyártott híres Merkel-Bock puskákon találjuk, amelyeknek az alsó csöve a csőkampóval egybe van kovácsolva tehát egymással való kapcsolatuk a demiblock rendszerének fele meg, a felső csövük pedig az alsóhoz mechanikailag van rögzítve és biztosítva. Így tehát a felső cső kapcsolata az alsóhoz a monoblock-rendszerű kötésre emlékeztet. 138 ábra.



15. ábra¹⁵

A Merkel-Bock fegyverek (Suhl) demi- és monoblock rendszerből kombinált csőkötése

A felsoroltaktól eltérő csőkötési és csőrögztési megoldások (a gyártott fegyverek összmenyiségének kb. 10 %-a) kerülnek alkalmazásra és az ismertetett rendszerek valamiféle kombinációjából származnak.

Nagy vita és konkurencia harc folyik a világ fegyvergyártói között arról, hogy melyik rendszer az igazán jó és a legbiztonságosabb. Az minden esetre nem vitás, hogy melyik, hogy a demiblock-rendszerű cső kialakításánál szilárdabb és megbízhatóbb megoldás nincs, ez azonban ugyanakkor a legköltségesebb is. A megismert egyéb rendszerek, sőt kombinációik

¹⁵ Forrás: Hardy József: Vadászfegyverekről a vadászoknak, Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1969

teljes mértékben megfelelnek a vadászati és sportkövetelményeknek, ha jól vannak elkészítve és forgalomba hozataluk előtt kellő szakszerűséggel ellenőrizték azokat.

Felelőtlenység lenne azt állítani, hogy FN-fegyver, egy két csövű Sauerblock-rendszer kombináció-fegyver vagy egy Merkel-Bock fegyver gyengébb minőségű lenne, csupán csak amiatt, hogy csörögztítése a monoblock-rendszer kombinációjaként épült fel.

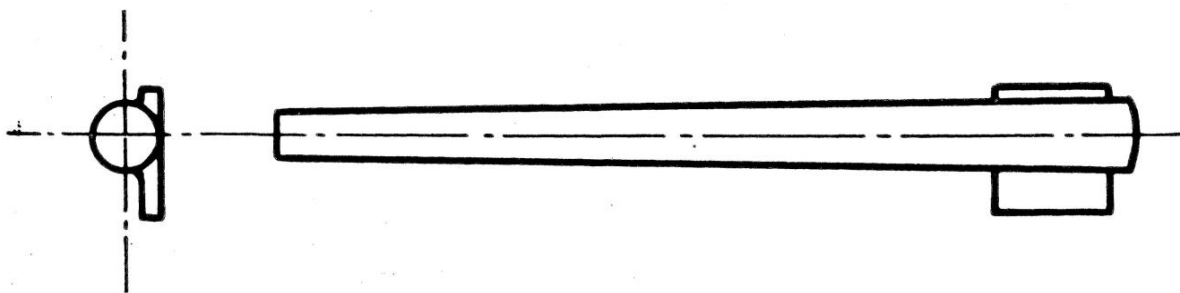
Ezeket a csörögztítési módokat a világszínvonalat képviselő fegyvergyárak és fegyverkészítők a maguk sajátos konstrukciós és gyártástechnológiai adottságaiknak megfelelően alakították ki, gyártásukat gondosan kikísérletezték és tökéletesítették., tehát kiváló minőségben tudják gyártani.

Nem vitás azonban, hogy a block-rendszer megválasztásának kihatása van az árra és a minőségre is.

1.3. A sörétes vadászfegyverek csöveinek gyártása

A mai sörétes vadászfegyverek csöveinek gyártástechnológiája két alapvető módszerre épült fel. Ennek megfelelően az alap-, ill. kiinduló technológiáját tekintve két fő csoportot különböztethetünk meg:

- a régebbi eredetű, de főleg a demiblock-rendszerű sörétes vadászfegyverek csöveinek gyártásában elkerülhetetlen az a gyártási folyamat, amikor a kovácsolt nyersdarabból kiindulva hagyományos mélyfúrással, dörzsöléssel és a szokványos külső megmunkálási módszerekkel alakítják ki a csöveket. 139 ábra
- a mai csőgyártás valóban korszerű és az előzőnél lényegesen nagyobb termelékenységet biztosító technológiájával a csövet vagy a csöveket előfűrt rúdból, finom-körkovácsolással alakítják ki. Ezzel az eljárással elsősorban a monoblock-rendszerű kötéssel rögzített csöveket gyártják.

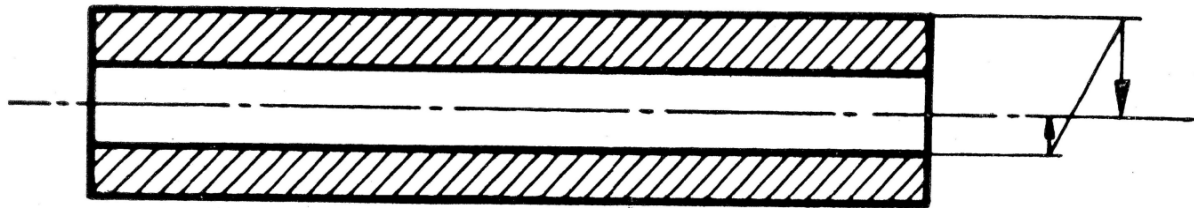


16. ábra¹⁶

Demiblock-rendszerű cső kialakítás kiinduló kovácsolt nyersdarabja

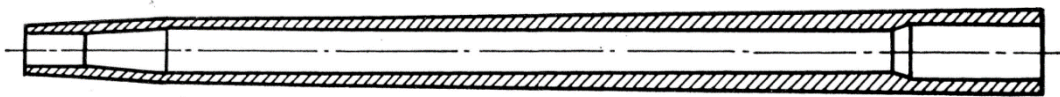
¹⁶ Forrás: Hardy József: Vadászfegyverekről a vadászoknak, Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1969

Finom-körkovácsolással a külső és belső méreteket szinte teljesen készre gyártják, és ezáltal csak kismértékű utánmunkálásuk válik szükségessé.



17. ábra¹⁷

Előfűrt és elődörzsölt, a külső felületein esztergálással lesabályozott kiinduló darab a monoblock-rendszerű csövek körkovácsolásához

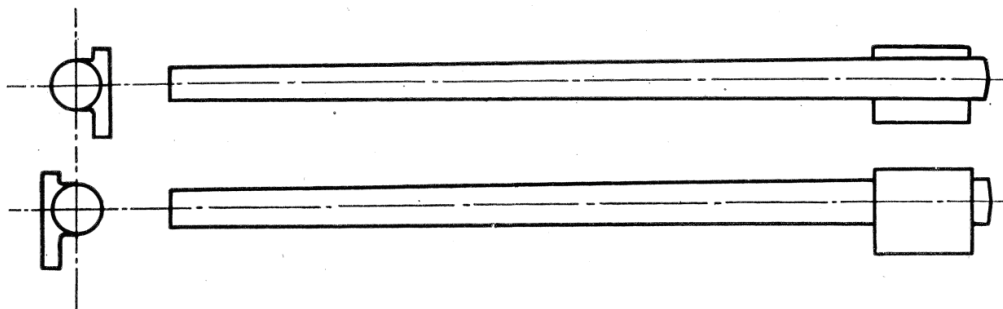


18. ábra¹⁸

Az előző ábrán látható darabból finom körkovácsolással kialakított monoblock-rendszerű összeépítésre alkalmas félkész cső

Ezek után pedig térjünk ki részletesebben az első csoportba sorolt, tehát a szakállas vagy szakneven demiblock-rendszerű sörétes vadászfegyverek csöveinek gyártási eljárásaiban alkalmazott sajátosságokra.

Az előzőekben bemutatott demiblock-rendszerű csövek gyártásánál, általában a kovácsolt előgyártmányokból indulnak ki.



19. ábra¹⁹

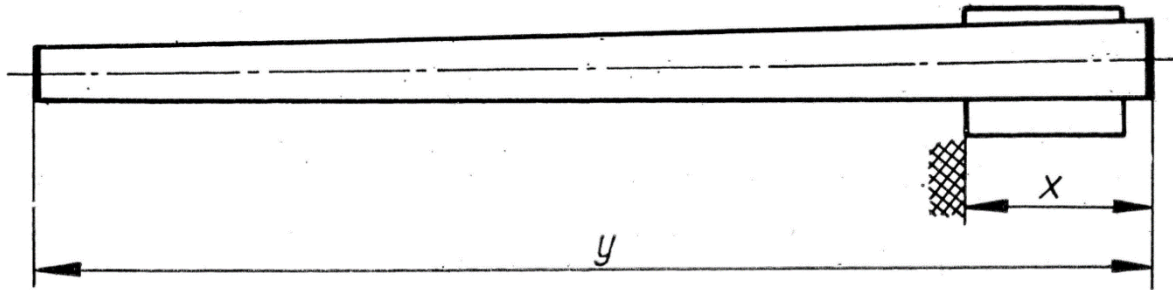
Kovácsolt előgyártmányok sörétes vadászfegyverek demiblock-rendszerű csöveihez

¹⁷ Forrás: Hardy József: Vadászfegyverekről a vadászoknak, Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1969

¹⁸ Forrás: Hardy József: Vadászfegyverekről a vadászoknak, Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1969

¹⁹ Forrás: Hardy József: Vadászfegyverekről a vadászoknak, Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1969

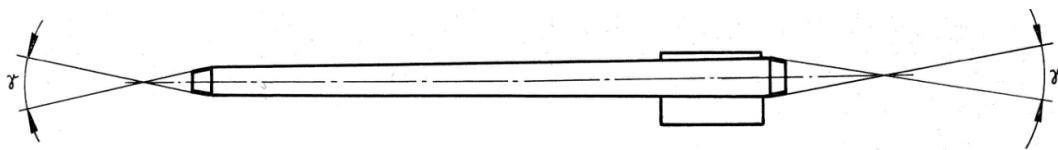
A kovácsolt előgyártmány egyengetése után –mivel a kovácsolási hossz megfelelő szabotossággal esztergán nem szabályozható– az első gépi művelet a két vég levágása (marással vagy fűrészeléssel). A cső „y” hosszát a kikovácsolt csőszakálltól, mint méretbázistól, a megfelelő ráhagyások figyelembevételével kell meghatározni.



20. ábra²⁰

A kovácsolt és egyengetett előgyártmány első gépi művelete a végek levágása

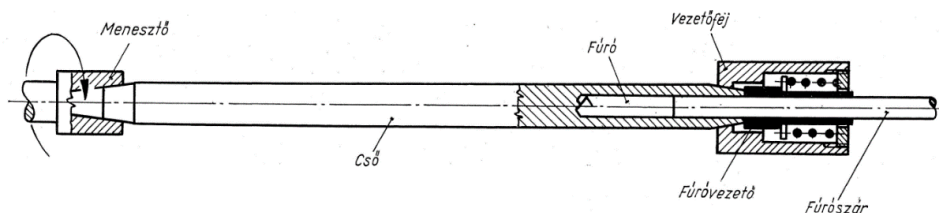
Ez és az ezt követő művelet a két vág kúpozása, a csőnek a fúráshoz való előkészítésének tekinthető. Ez utóbbi ugyanis avégett szükséges, hogy a csövet csőfúró gépbe be lehessen fogni.



21. ábra²¹

A hossz méretre leszabályozott kovácsolt előgyártmány két végének kúpozása a fúrógépbe való befogás céljából

Így már elkezdhető a cső furatának kialakítása. Ehhez a csövet az előbbiek szerint elkészített két kúpra, mint gyártási bázisra fogjuk fel az alábbi elrendezésben.



22. ábra²²

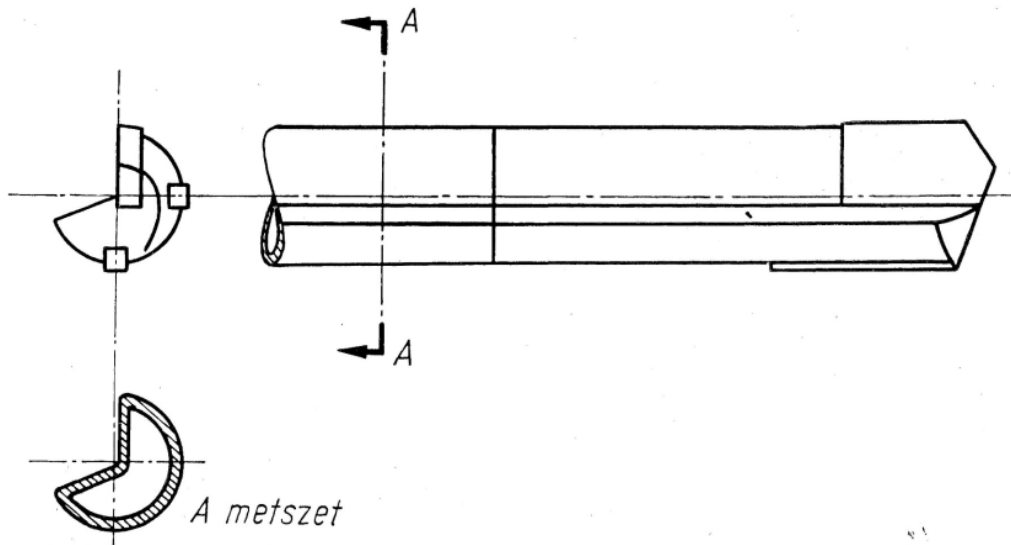
Csőfúrás, illetve a csőfúrógép elvi elrendezése

²⁰ Forrás: Hardy József: Vadászfegyverekről a vadászoknak, Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1969

²¹ Forrás: Hardy József: Vadászfegyverekről a vadászoknak, Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1969

²² Forrás: Hardy József: Vadászfegyverekről a vadászoknak, Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1969

A csőfúrót a központi kezdés érdekében fúróperselyben vezetjük, ill. központosítjuk.

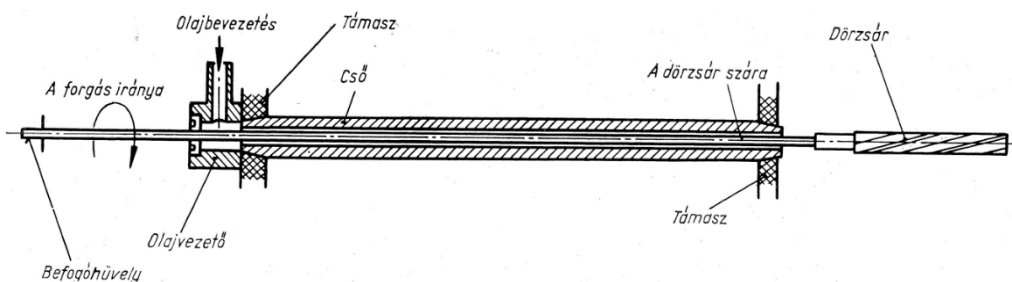


23. ábra²³

A csőfúró a hozzá tartozó fúrószárral

A csőfúró osztott, egyélű forgácsoló szerszám, amely a forgácsot a vastag vonallal kihúzott forgácsolójel mentén választja le. A forgácsoló elemeket a fúrószáron és a fúróban kialakított furaton át betáplált nagynyomású olaj távolítja el a furatból a fúró haladási irányával ellentétes irányban, vagyis hátrafelé. Ez a fúrotípus a fúrás forgácsolási műveletét viszonylag kis előtolással valósítja meg, viszont rendkívül irántartó.

A kovácsolt cső kifúrása után következik a furat dörzsölésének művelete. Dörzsöléskor a munkadarab, vagyis a fegyvercső jelentős hossza miatt az előtolást nem a dörzsölő szerszámnak a forgás közbeni áttolásával, hanem –hogy a furatánál lényegesen kisebb keresztmetszetű és a dörzsárat meghosszabbító szár ki ne hajoljon –áthúzással hozzák létre–.



24. ábra²⁴

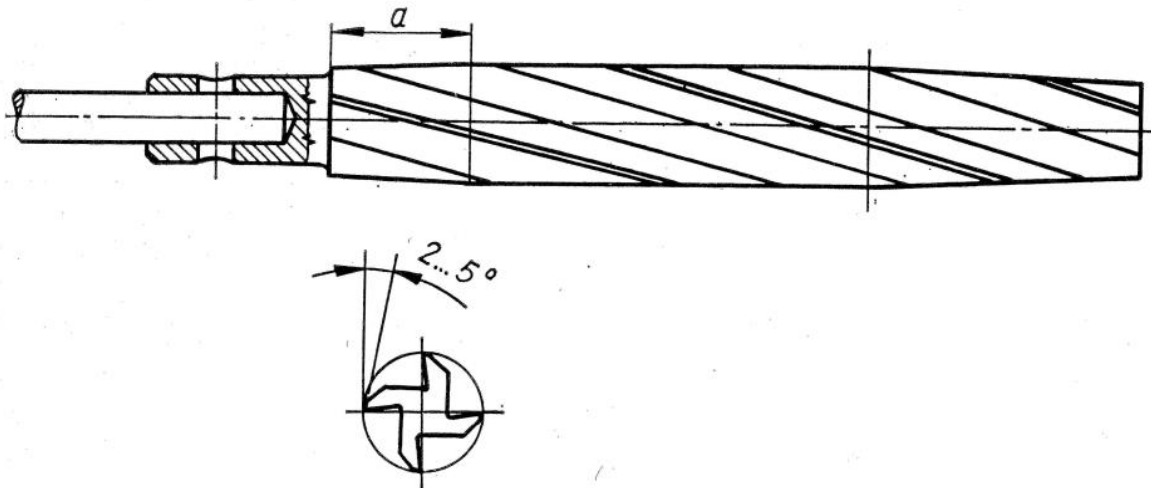
A csődörzsölés és műveleteinek elvi elrendezése

²³ Forrás: Hardy József: Vadászfegyverekről a vadászoknak, Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1969

²⁴ Forrás: Hardy József: Vadászfegyverekről a vadászoknak, Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1969

Az első dörzsölés csak a technológiai bázis kialakításához szükséges, egyrészt, hogy a dörzsöléssel pontos méretre hozott furat a továbbiakban a külső megmunkálásokhoz bázisként szolgáljon, másrészt, hogy a dörzsölés által létrehozott sima, egyenletes és ennek eredményeként viszonylag fényes felület furatfelület az egyengetés műveletét lehetővé tegye.

A dörzsölő szerszám (dörzsár) alak kiképzése, valamint élgeometriájának kialakítása rendkívül kényes és fontos feladat, mert jó minőségű furat felület csak gondosan és szakszerűen elkészített szerszámmal biztosítható.



25. ábra²⁵

A csőfurat dörzsölésére kialakított szerszám a hosszabbító, ill. hajtószárral

A csöveket dörzsölés után ki kell egyengetni. Erre azért van szükség, mert a fúrással a legpontosabb feltételek biztosítása mellett sem tudunk kialakítani szabályos hengert, és a keresztmetszet eltér a szabályos körtől.

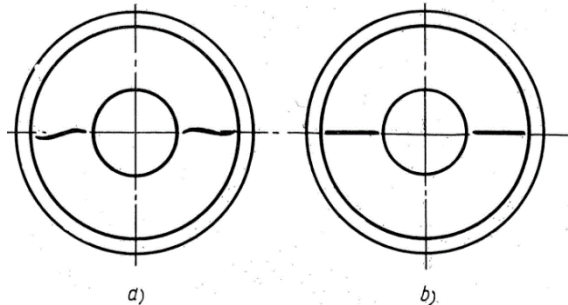
A sörétes vadászfegyverek csövét az elkészítés során általában 5-8-szor egyengetik. Erre azért van szükség, hogy a megmunkálások után a lehető legegyszerűsebb falvastagságot tudjuk biztosítani.

A cső egyenességét eddig sehol a világon nem tudták gépesíteni, ezáltal, ezáltal a szakértelemtől, a nagy begyakorlottságot igénylő emberi beavatkozástól mentesen végezni.

A kézi egyengetés módszere az ún. árnyékvonal jelenségén alapul. Ha fényes felületű fegyvercsövet kb. 3-4 méterre lévő fényforrással szembe állítjuk, amelyben egy 3-5 mm vastag feketére festett és vízszintesen elhelyezett pálcika van, a csövet pedig úgy állítjuk be, hogy a tengelye a fényforrásra helyezett pálcika irányába essen, ekkor a cső kést hosszirányú árnyékvonal (a pálcika árnyéka jelenik meg. Ha cső egyenes ekkor a két árnyékvonalat is egyenesnek látjuk. Ha azonban a furat görbe, akkor az árnyékvonalak a görbület irányában

²⁵ Forrás: Hardy József: Vadászfegyverekről a vadászoknak, Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1969

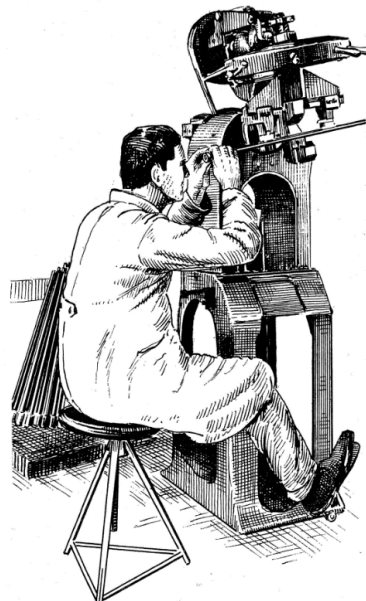
kitérnek (elgörbülnek). Természetesen nem elegendő a csövet egyetlen egy helyzetben vizsgálni az árnyékhatás szempontjából, hanem azt körbe kell forgatni, mert csak így tudjuk megállapítani, hogy a cső hány helyen és pontosan hol, melyik irányban és milyen mértékben görbe.



26. ábra²⁶

Az árnyékvonal alakja, a) ha a furat göbe; b) ha a furat egyenes

A görbeség mértékének és helyének megállapítása után a csövet ellentétes irányú görbítéssel egyengetik, két helyen alátámasztva és a lét alátámasztás pont között a golyóspréshez hasonló megoldású orsóval és a végére szerelt nyomópapuccsal kifejtett terhelés hatásával.



27. ábra²⁷

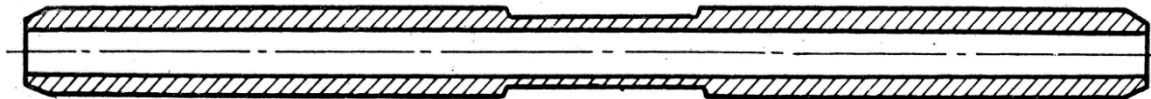
Csőegyengető gép az egyengetést végző dolgozóval

²⁶ Forrás: Hardy József: Vadászfegyverekről a vadászoknak, Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1969

²⁷ Forrás: Hardy József: Vadászfegyverekről a vadászoknak, Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1969

Az egyengetés akkor kész, ha a csövet a fényforrással szemben állítva körbe forgatjuk és az árnyékvonalak, mindkét oldalon és minden helyzetben egyenesnek látszanak.

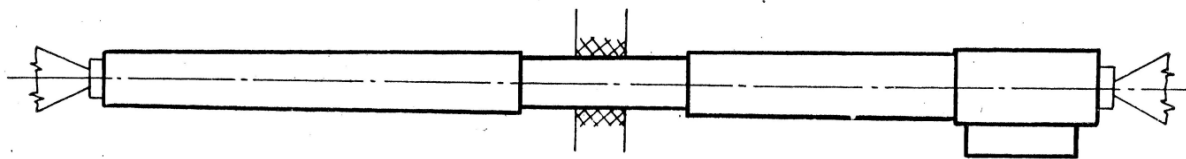
A kiegyengetett csövön a külső megmunkálások következnek. Tekintettel arra, hogy a kifűrt cső falvastagsága már eléggé kicsi és ennek következtében könnyen kihajolhat, a két végén való befogás vagy megtámasztás módszerével nem tanácsos. Ennek a megoldására hosszirányban a közepén a furattal központos (centrikus), tehát egyenletes falvastagságot biztosító támasztófelületet (ún. lünettahüvelyt) kell rajta kimunkálni.



28. ábra²⁸

A cső külső megmunkáláshoz szükséges középtámasz (lünettahely)

Az így kialakított támasztó felület már lehetővé teszi a külső felület nagyoló esztergálását, úgy, hogy a cső két végét a furatba helyezett betét dugók segítségével a másoló eszterga két csúcsa közé fogjuk és középen a csövet –az esztergakéseket nem zavaró módon– alátámasztjuk, ezáltal biztosítjuk, hogy a cső esztergálás közben jelentősebb görbülést ne szenvedjen.



29. ábra²⁹

A cső külső esztergálása két végén a furatokba helyezett dugókkal és csúcsmegtámasztással, középen a lünettahüvely látható

A nagyoló művelet után ismételten szükséges a csöveknek újbóli a furat szerinti egyengetése.

A simító esztergálás elvégzéséhez is szükséges a már megismert középső támasztó felület, amelyet az egyengetés után újból ki kell alakítani.

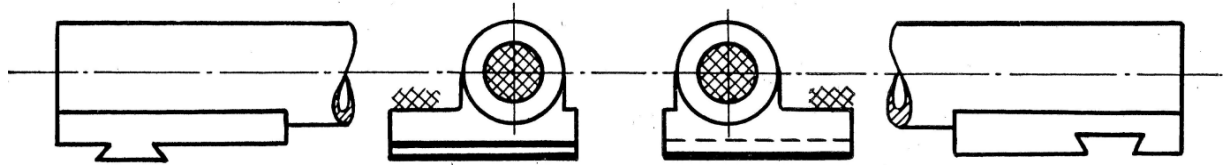
A simító esztergálást követően a cső külső felületét már csak köszörülni vagy csiszolni kell.

²⁸ Forrás: Hardy József: Vadászfegyverekről a vadászoknak, Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1969

²⁹ Forrás: Hardy József: Vadászfegyverekről a vadászoknak, Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1969

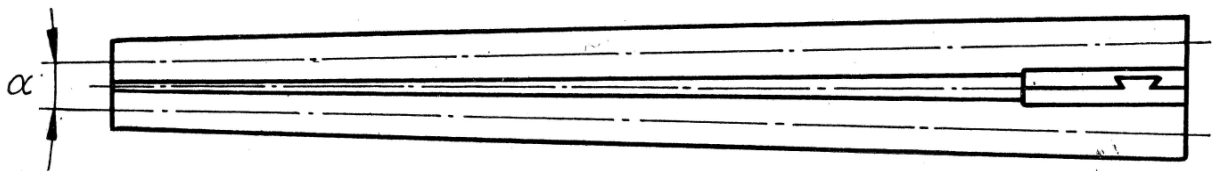
A palástfelületek megmunkálása után következnek a töltényűr körüli résznek és a csőszakáll kialakításának a műveletei. Egy demiblock-rendszerű cső gyártásakor az ehhez szükséges műveletek száma eléri, sőt esetenként meg is haladhatja az ötvenet.

Ezeket a felületeket a csőtengelytől bizonyos szöggel eltérően és igen nagy pontossággal kell megmunkálni, hogy a két cső összeillesztése után a megkívánt furattávolság, melynek a tűrése általában nem több mint $\pm 0,05$ mm feltétlenül kiadódjék.



30. ábra³⁰

A fenti ábra szerint elvégzett lapmarási művelet révén kialakuló csőpár helyzet



31. ábra³¹

Demiblock-rendszerű csőpár összefogását és iránytartását biztosító lapfelületek megmunkálása

A cső teljes megmunkálásának folyamata a fentiekől sokkal bonyolultabb, most csak a fontosabb mozzanatokot emeltük ki, hiszen a fejezet elsőrendű célja nem a teljes gyártástechnológia bemutatása, csak a csőgyártás szempontjából jelentős és jellegzetes műveletek ismertetése.

1.4. Csőgyártás hidegkovácsolással

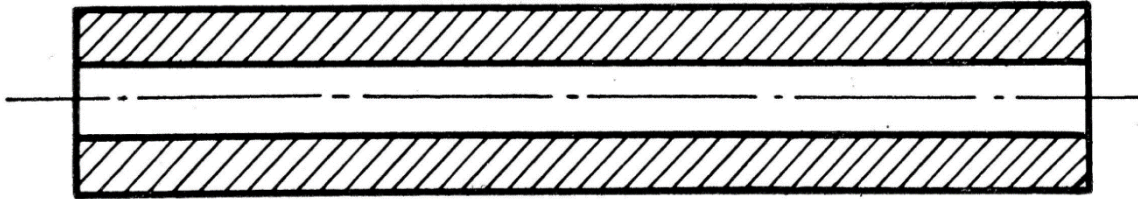
Az előbbieken ismertetett csőgyártási módszer az 1950-es évekig az uralkodó eljárás volt, a későbbi évtizedekben kialakult a csőgyártásnak egy korszerűbb és termelékenyebbnek tekinthető eljárása, a hidegkovácsolás elvén alapuló csőgyártási módszer.

E módszer lényege egy előmunkált és kifűrt, továbbá a furatában finom felületűre megmunkált kiinduló darab, amelyet a kizárólag e célra kifejlesztett gépen belül csiszolási

³⁰ Forrás: Hardy József: Vadászfegyverekről a vadászoknak, Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1969

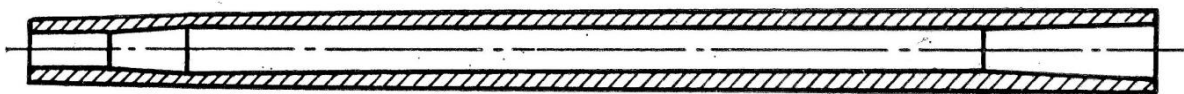
³¹ Forrás: Hardy József: Vadászfegyverekről a vadászoknak, Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1969

ráhagyással készre, kívül csak után munkálást igénylő méretűre kovácsolják, ún. hidegkovácsolással.



32. ábra³²

Előmunkált kiinduló darab sörétes vadászfegyver (monoblockos) csövének kovácsolásához



33. ábra³³

Hidegen kovácsolt belül készremunkált vadászfegyvercső

A belső felületeket a gép négy kalapácsával egy tuskére alakítja rá, amíg a gép kívül, beállítástól függően, képes hengeres, enyhén kúpos, sőt kúpos és hengeres szakaszok kombinációját is kialakítani. A kovácsolásos alakítást a gép négy sugárirányú ütő, tehát szemben dolgozó kalapácsával végzi, melyeknek véghelyzetét ezáltal a külső kialakítást vezérlő berendezés irányítja.

Ez az eljárás igen precíz és nagy termelékenységgű, hanem általa a csőacélok szemcseszerkezete igen kedvező állapotúvá válik és nem szükséges a hidegkialakítást követő nemesítő hőkezelés.

A módszer hátránya viszont, hogy az egy darabból készített és csőszakállal ellátott (demiblock-rendszerű) csövek gyártására nem, vagy csak igen nagy nehézségek között alkalmazható.

1.5. A csövek egyesítése csőpárrá

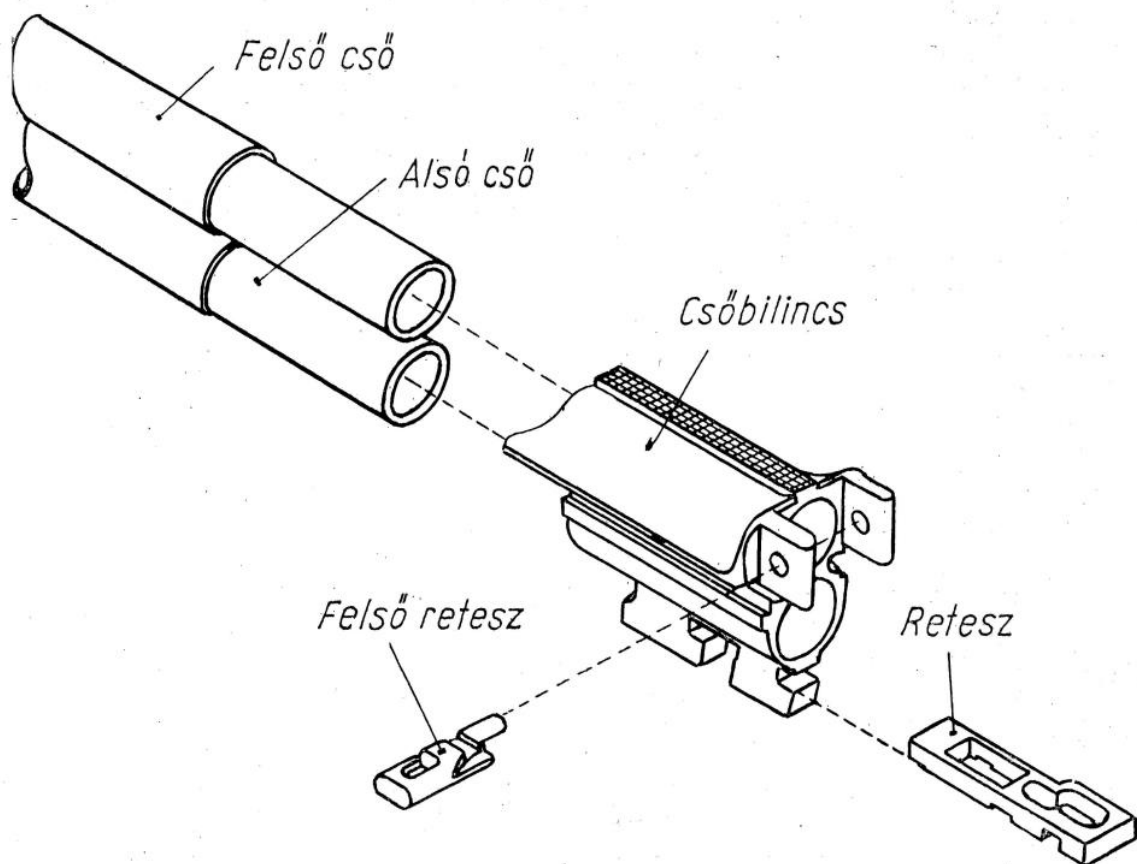
Az egyesítés munkaigénye és az alkalmazott műveletek fajtái attól függenek, hogy a csőpárosítás rendszere (demi- vagy monoblock).

³² Forrás: Hardy József: Vadászfegyverekről a vadászoknak, Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1969

³³ Forrás: Hardy József: Vadászfegyverekről a vadászoknak, Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1969

Amíg a demiblock-rendszerű párosításban a csövek mechanikai kötésükön kívül jellemzően, ill. többségükben lágyforrasszal vannak rögzítve, addig a monoblock-rendszerű kötések túlnyomó hányadukban rézzel vagy ezüsttel, tehát keményforrasztással hozzák létre még akkor is, ha kötésük mechanikailag is biztosított.

A csőpár hátsó részének összekötése, a két csőnek egymáshoz való rögzítése után általában a forrasztási nyomok eltüntetése következik, majd ily módon egyesített csőpáron további mechanikai megmunkálásokat kell elvégezni. Ez alól szinte csak a csőbilincses (monoblock-rendszerű) kivitelű csőpár egyik fajtájához tartozó megoldások a kivételek. Ilyen csőbilincses Bock-rendszerű megoldás láthatunk a következő ábrán, de hasonló a helyzet az egymás mellett elhelyezett csövek csőbilincessel végzett összekötése esetén is.



34. ábra³⁴

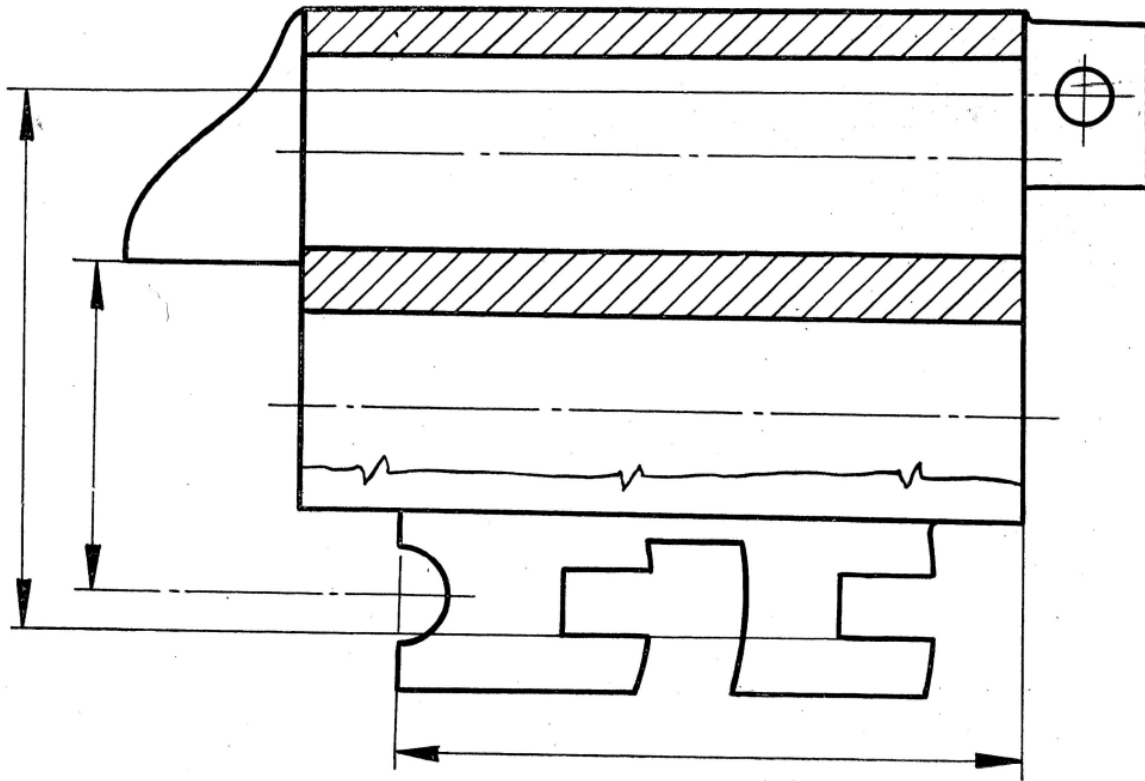
Csőpárosítás csőbilincses kialakítással, a csőbilincs alak és méret szempontjából készre van munkálva

A csőbilincses megoldás e változatának alkalmazásakor a csőtalp felületeinek, a hátsó felületeinek, a hátsó homlokfelületnek, a csuklócsap palástjának, továbbá a csőkampóknak a végszerelés előtti méretei teljesen készre kialakíthatók. Ezzel szemben a demiblock-rendszerű

³⁴ Forrás: Hardy József: Vadászfegyverekről a vadászoknak, Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1969

kötéshez a szerelési és illesztési méretek, valamint a felületek a két félcsőszakállon csak egyesítésük után alakítható ki egyöntetűen azonos méretre.

Itt láthatóak azon főbb működési méretek, amelyek a csöveknek a csőbilincsbe való illesztése és rögzítése során már nem változtathatók meg.



35. ábra³⁵

Csőbilincs a szokványos csőelrendezéshez

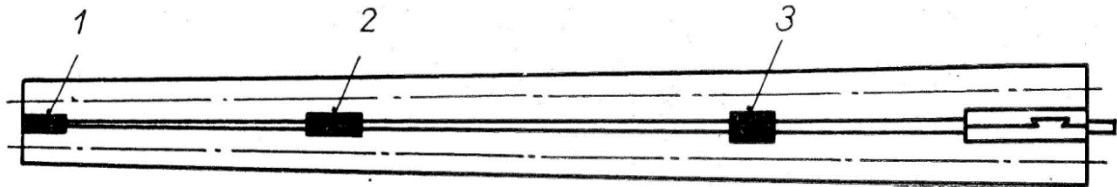
Így lehetőség van arra, hogy e méreteket még az egyedi csövek beillesztése és rögzítése előtt készre munkáljuk, ellentétben a demiblock-rendszerű rögzítéssel.

Az egyesített és kampóméretekre megmunkált csőpáron általában az egyesítés további műveletei következnek, mint a csőbetétek és sínek behelyezése, majd forrasztással való rögzítése. a sörétes fegyverek csőpárja a hátsó kampónál végzett összekötésen kívül általában még négy csőbetétet kap. E csőbetétek a csöveket egymáshoz illesztik, kötik és merevítik, továbbá ellátják az itt következő funkciókat is:

- a kampóhoz legközelebb eső csőbetétből van általában kialakítva a mellsőttest rögzítésére szolgáló kampórész, amelyhez rendszerint a mellsőttest retesze csatlakozik;

³⁵ Forrás: Hardy József: Vadászfegyverekről a vadászoknak, Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1969

- rendszerint a középső csőbetét hordja magán a felső vagy mellső szíjkengyel karika felfogására kimunkált menetes furatokat;
- az elülső csőbetétek szerepe a torkolati rész lezárása, befedése mellett a csövek torkolati részének egymáshoz való rögzítése. Az elülső csőbetétet a felső és az alsó sínhez kell illeszteni, hogy csatlakozásuk mentén csak egy forrasztási vonal kezdődhessen.

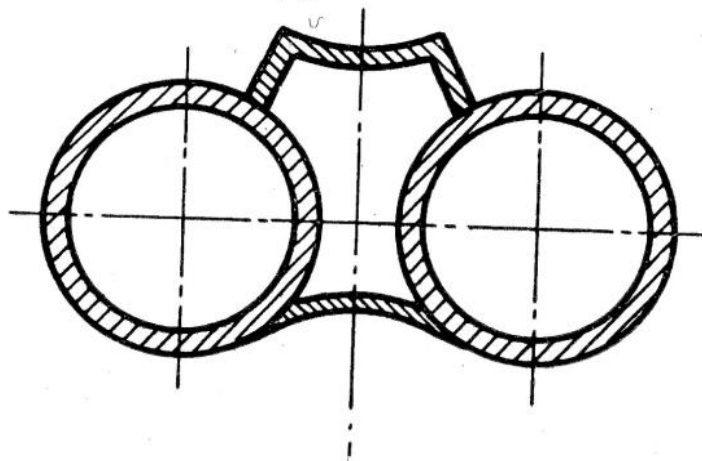


36. ábra³⁶

*A csőbetétek általános elhelyezkedése
1 a mellső, 2 a középső és 3 a hátsó csőbetét*

A csőbetétek forrasztásához általában lágyforraszt használják. A csőbetétek beforgasztása után a forrasztott felületeket megtisztítják és előkészítik az alsó és felső sínek felforgasztásához.

A síneket először a csőpár felületeihez illeszteni kell, hogy azok a cső, ill. a csövek teljes hosszában egyenletesen felfeküdjenek. A sínek csatlakoztatásának általánosságban alkalmazott megoldása itt látható.



37. ábra³⁷

Az első és a felső sín csatlakoztatása a csősínen

³⁶ Forrás: Hardy József: Vadászfegyverekről a vadászoknak, Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1969

³⁷ Forrás: Hardy József: Vadászfegyverekről a vadászoknak, Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1969

Fő követelmény, hogy a forrasztások mentén a légmentes záródás, tehát a forrasztásoknak minden helyen tömöreknek kell lenniük, a csősínek által a csövek között bezárt belső térbe pedig folyadéknak és levegőnek nem szabad kerülnie, hogy ezeken a helyeken rozsdásodás meg ne indulhasson.

A forrasztási munkálatok után a forrasztás közben szétfutott, felesleges forrasztanyagot el kell távolítani, úgy, hogy a csatlakozási vonalak mentén a forraszt jelenlétét csak egy igen vékony csík jelezze.

Ez elsősorban azért szükséges, mert a forrasztanyagokat a barnítás nem fedi, nem színezi el és ekkor a csőpár, foltos, tarka lesz.

A forrasztás és a forrasztási nyomok letisztítása után már csak a töltényűr és csőfurat fényezését kell végrehajtani.

Ezen készültségi fokon a cső már alkalmas lenne az összeszerelésre, de a kényes, idő- és költségigényes szerelési munkák előtt ajánlatos elvégezni a csöveken a csővizsgáló ún. tormentáló töltényekkel a nyomáspróbát és az azt követő repedésvizsgálatot.

E vizsgálatot még annak ellenére is végre kell hajtani, hogy a csöveket gyártásuk közben legalább kétszer, de általában négyszer mágneses repedésvizsgálatnak vetik alá.

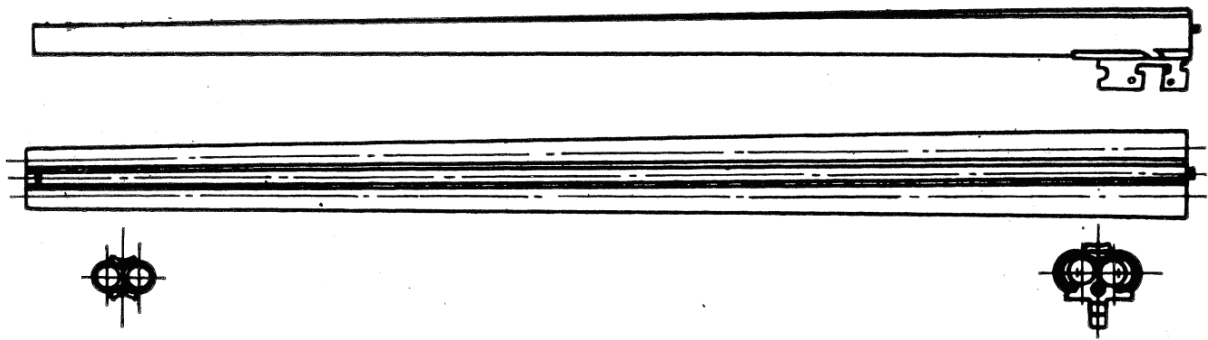
A csővizsgálattal és a csövek igénybevételeivel jegyzetünk ballisztikai részében bővebben is foglalkozunk.

A nyomáspróba végrehajtásának tényét az illetékes, kijelölt minősítő állomás az erre a célra rendszeresített különleges bélyegző beütésével igazolja.

1.6. A fegyver alkatrészek osztályozása és gyártása

A vadászfegyvereknél az alkatrészeket és a szerelt főbb egységeket az alábbiak szerint csoportosítjuk:

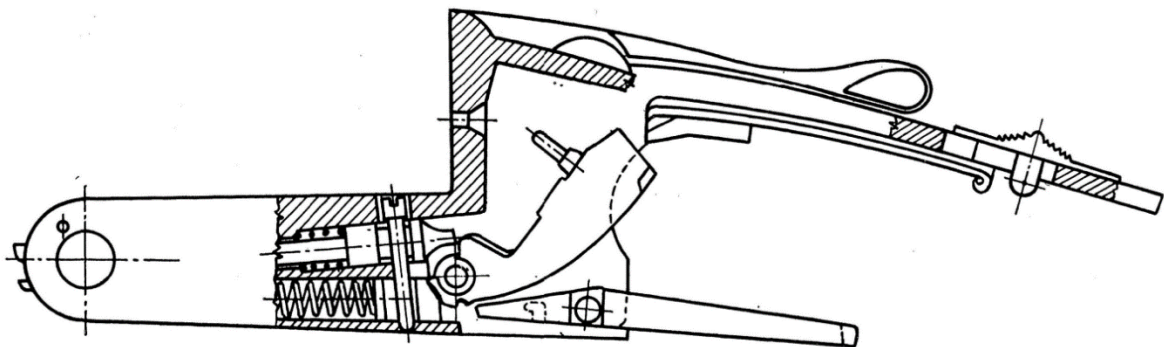
- a szerelt csőpár;
- a szerelt zárótest;
- a szerelt előagy;
- a szerelt tusa;
- a billentyűkengyel a tartozékaival.



38. ábra³⁸

Komplett szerelt csőpár sörétes vadászfegyverhez

A szerelt zárótest magában foglalja mindazon alkatrészeket, amelyek a fegyver felhúzási, biztosítási, és elsütési funkcióit végzik. Ezek az alkatrészek zömükben már sík és alakos felületekkel határoltak, az e csoportba tartozó alkatrészek gyártása döntően marógépeket igényel.



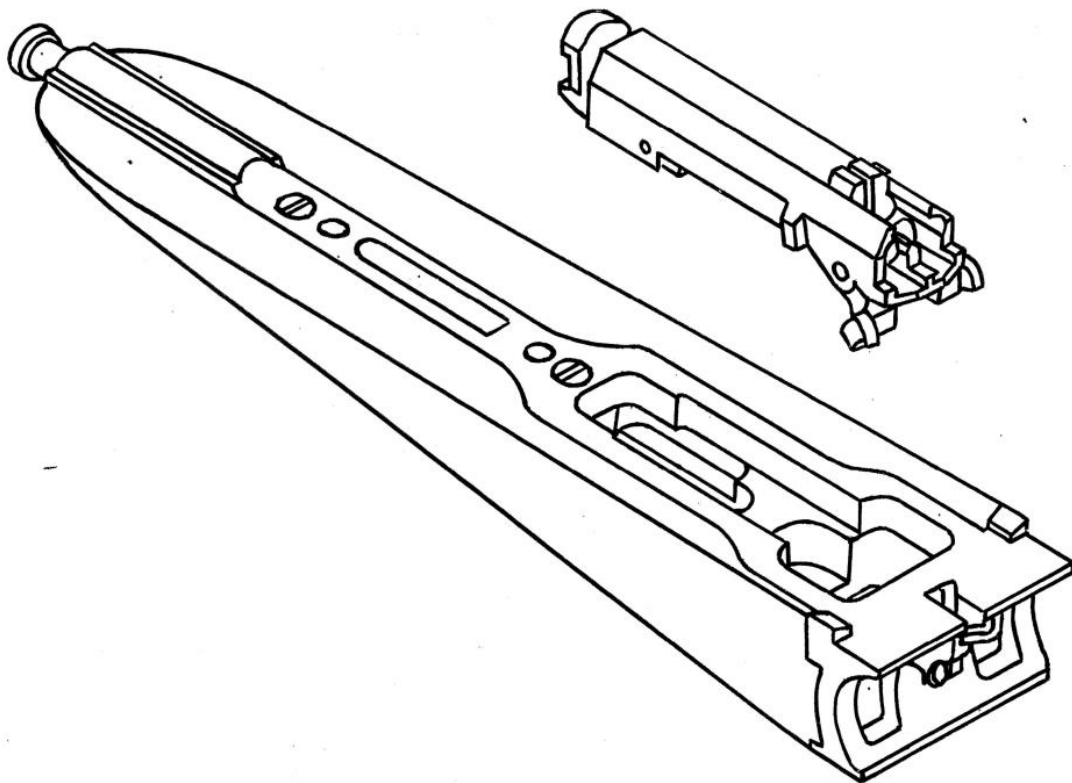
39. ábra³⁹

Szerelt zárótest sörétes vadászfegyverhez

A szerelt előagy acél és alkatrészeinek megmunkálása a már ismertett gépi és technológiai igényeket támasztja.

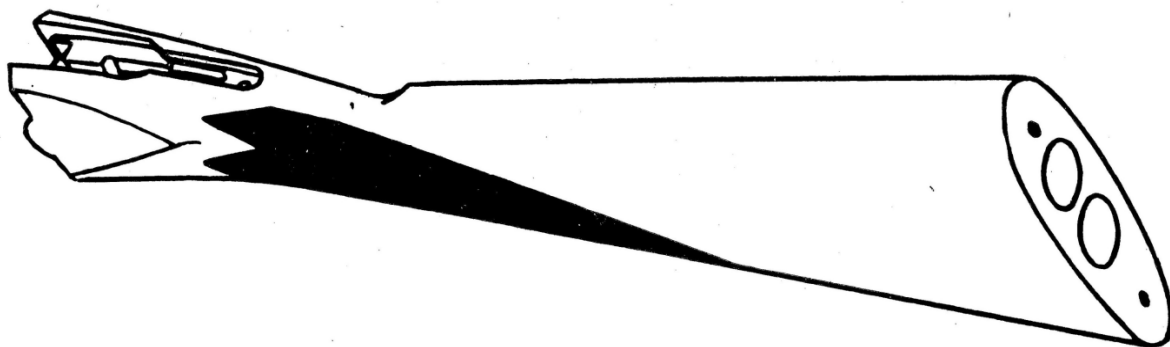
³⁸ Forrás: Hardy József: Vadászfegyverekről a vadászoknak, Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1969

³⁹ Forrás: Hardy József: Vadászfegyverekről a vadászoknak, Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1969



40. ábra⁴⁰
Komplett szerelt előagy

A szerelt tusa legdöntőbb tényezője és alkatrésze a tusa, ami teljes mértékben faipari kapacitást igényel, csupán a rászertelt kisebb alkatrészek (szíjkengyel, tusaborító és csavarjai) kívánnak minimális egyéb gépmegmunkálási kapacitást.

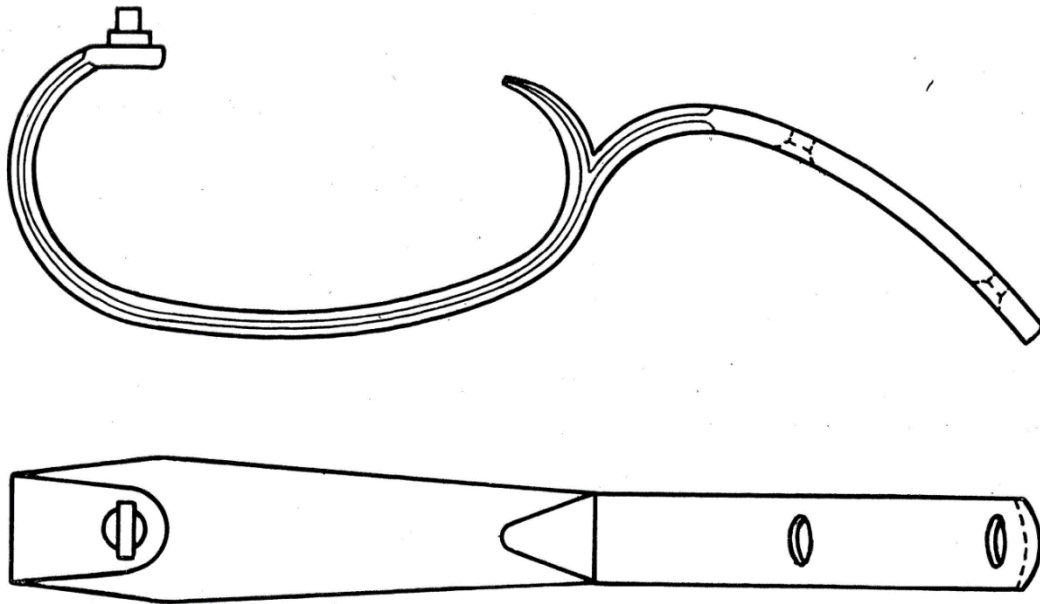


41. ábra⁴¹
Angol kivitelű tusa

⁴⁰ Forrás: Hardy József: Vadászfegyverekről a vadászoknak, Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1969

⁴¹ Forrás: Hardy József: Vadászfegyverekről a vadászoknak, Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1969

A szerelt billentyű kengyel (sátorvas) a rögzítő elemeivel együtt összesen 4-5, de mindenképpen acél alkatrészből áll.



42. ábra⁴²

Billentyű kengyel

Egyetlen üzemben belüli vertikális gyártás komplex kialakításához szükség lenne acélműre, hengerművekre, húzóművekre, gumi- és műanyaggyártó bázisokra, faipari gépekre stb. Ilyen komplex vadászfegyvergyártással mindössze egy-két világcég dicsekedhet, a legtöbb gyártó vállalat acélművi vagy kereskedelmi anyag biztosításával és optimálisan kialakított kooperációval oldja meg a vadászfegyverek gyártási programját.

Az ily módon végzett anyag, előgyártmány és félkész termék beszerzése mellett is marad még a vadászfegyvergyártó üzemeknek elég tennivalójuk a rendkívül sokrétű technológiai igények és a nagy pontosságú gyártás kielégítésére.

Egy normál, kétcsővű vadászfegyver gyártását feltételezve, általában a következő a következő technológia felállítását, ill. szabaddá tételét kell a gyártáshoz biztosítani:

- kovácsüzemi kapacitás;
- hőkezelő-kapacitást a kovácsolt daraboknak a gyártásba adása előtti hőkezeléséhez;
- a kovácsolt munkadarabok gyártás előtti revétlenítését végző berendezést;
- precíziós acélöntödét;

⁴² Forrás: Hardy József: Vadászfegyverekről a vadászoknak, Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1969

- a csőgyártáshoz szükséges speciális gépi berendezéseket, célgépeket;
- az általános forgácsolási munkák elvégzéséhez szükséges gépi berendezéseket;
- speciális famegmunkáló üzemet az e célra szükséges speciális gépekkel;
- minden e téren jelentkező hőkezelési igényeket kielégítő hőkezelő- és egyengető üzemet;
- forrasztóműhelyt a csőgyártáshoz;
- sajtolóüzemet a különböző sajtolási és hajlítási műveletek elvégzéséhez;
- automataeszterga-kapacitást a csap és csavarjellegű alkatrészek gyártásához;
- fémcsiszolóüzemet a vadászfegyverek alkatrészeinek végső csiszolásához;
- szerelőüzemeket a fegyverek összeszereléséhez;
- fényezőüzemet a faalkatrészek fényesítéséhez és halszálkázásához;
- vegyi és mechanikai laboratóriumot az alapanyagok és félkész termékek gyártás előtti, további a félkész alkatrészek gyártásközi ellenőrzésére;
- hideg- és meleg eljárással dolgozó barnító üzemet a vadászfegyverek végső felületének elkészítéséhez;
- végszerelő és repasszáló üzemet az elkészített fegyverek végső szerelési műveleteinek elvégzéséhez;
- igénybevételi lőpróba elvégzésére alkalmas helyiséget;
- üzemi lőteret a vadászfegyverek működési lőpróbáinak és lőtulajdonság vizsgálatainak elvégzéséhez;
- csomagoló részleget a kész fegyverek szállításra történő előkészítéséhez;
- a tároláshoz szükséges raktárakat,
- és végül, de nem utolsósorban a különféle gyártási fázisokban elvégzendő ellenőrzésekhez, valamint a végellenőrzéshez szükséges ellenőrző-vizsgáló szervezet kiépítését.

A fenti felsorolásban a forgácsolási feladatokat ellátó kapacitás mindössze egy pontként szerepel, de tudjuk, hogy ebbe a feladatkörbe a legkülönfélébb forgácsolási műveleteket ellátó gépfajták tartoznak. Hagyományos berendezésekkel ez legalább 10-15 féle szerszámgépet igényelne, de szerencsére a mai technológiában alkalmazott berendezések (a programozható többtengelyes maró/esztergagépek, tömb- és huzalszikra berendezések) alkalmazásával a géppark jelentősen csökkenthető.

A munkaigényes folyamatok egyszerűbbé, a lehető legkisebbé tévő törekvés eredményeként született meg egyrészt a már említett hidegeljáráson alapuló csőkovácsolás mellett a süllyesztékes kovácsolás széles körű elterjedése, valamint a precíziós acélöntés feltételeinek megteremtése és alkalmazása.

Süllyesztékes kovácsolással a következő alkatrészek előgyártmányait készítik a különféle fegyvergyárak:

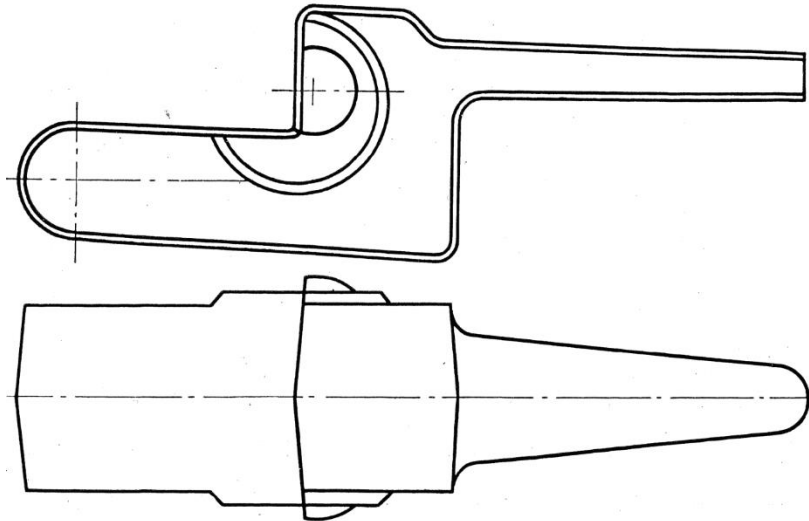
- csövek, elsősorban a demiblock-rendszerű kötéshez;
- zárótestek;
- mellső testek;
- kakasok;
- csőbilincsek a monoblock-rendszerű csőkötéshez;
- elsütő billentyűk;
- kulcsok és kulcstengelyek;
- sátorvasak.

A precíziós acélöntés módszerének állandó tökéletesítésével lehetőség nyílt a megközelítően kész méretre öntött, minimális után megmunkálást igénylő alkatrészek egyre szélesebb körű gyártására.

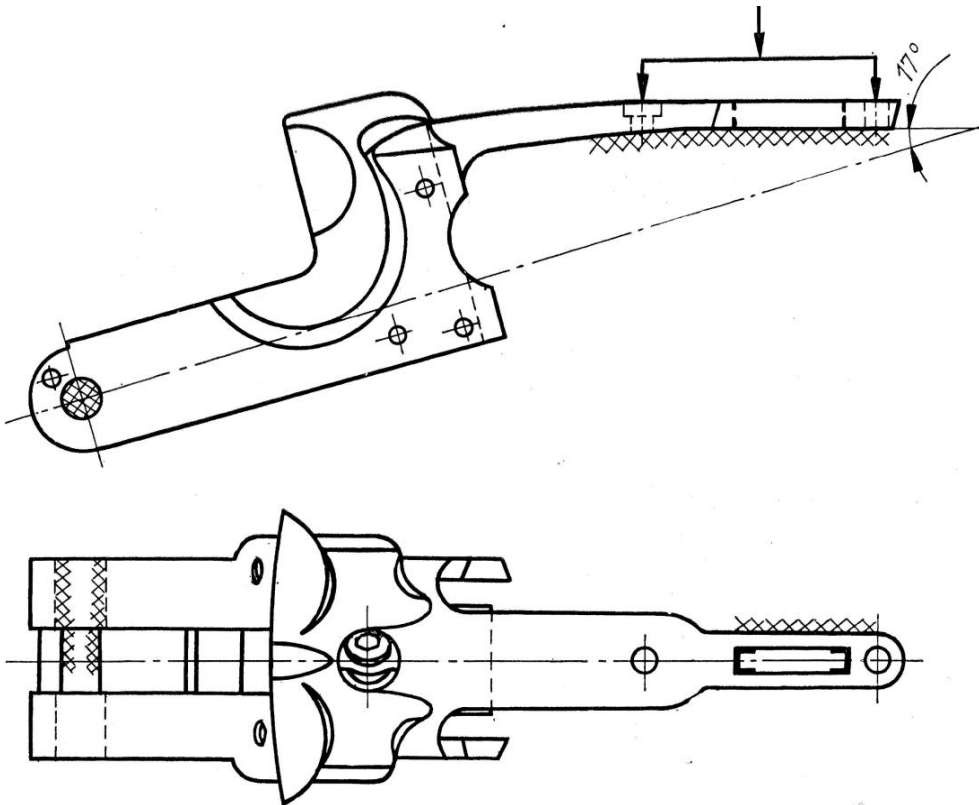
Ezzel a alaptchnológiával a következő alkatrészek gyártását szervezték meg általában a gyárak elképzeléseiktől és lehetőségeiktől függően:

- egyszerűbb zárótestek, az alacsonyabb árkategóriájú fegyverekhez;
- csőbetétek;
- elsütő billentyűk;
- billentyűkengyelek;
- billentyűtálpak;
- különféle osztott fegyverkulcsok;
- biztosító gombok stb.

A következőkben nézzünk meg néhány kovácsolt előgyártmányt és a belőlük készült alkatrészt, valamint néhány precíziós acélöntvényt, amelyeken az utánmegmunkálás viszonylag csekély.



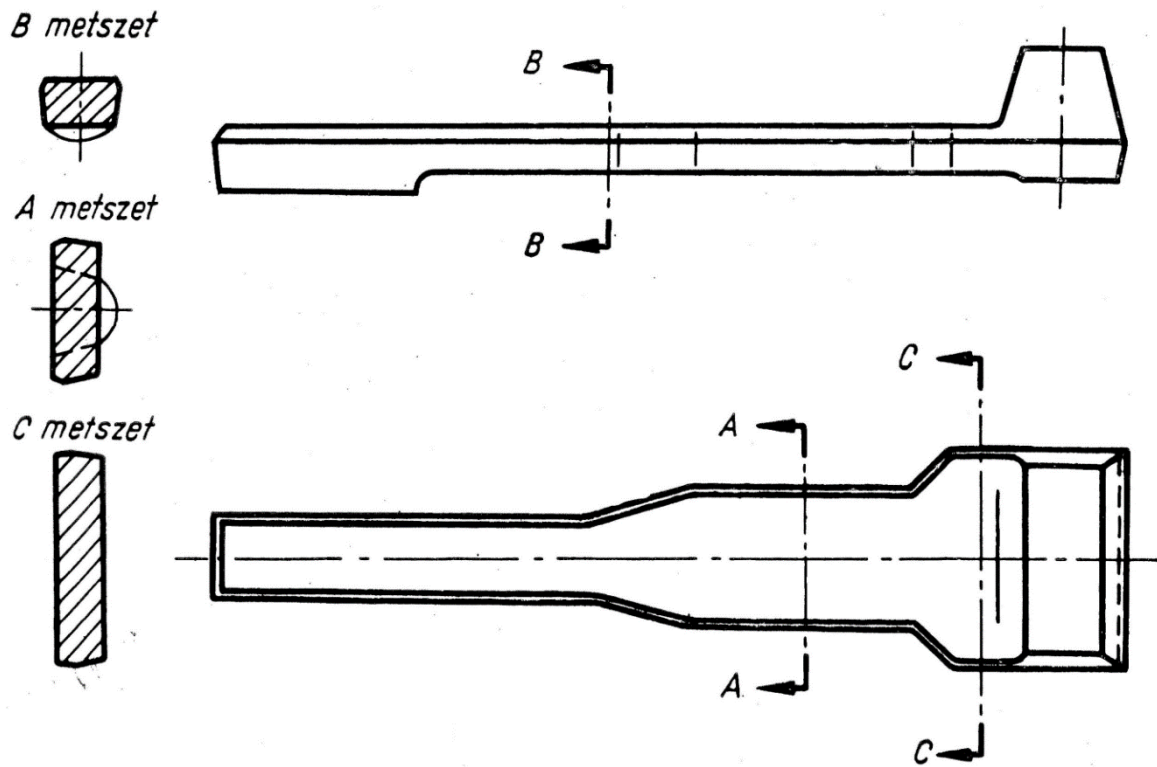
43. ábra⁴³
A zártest kovácsolt elődarabja



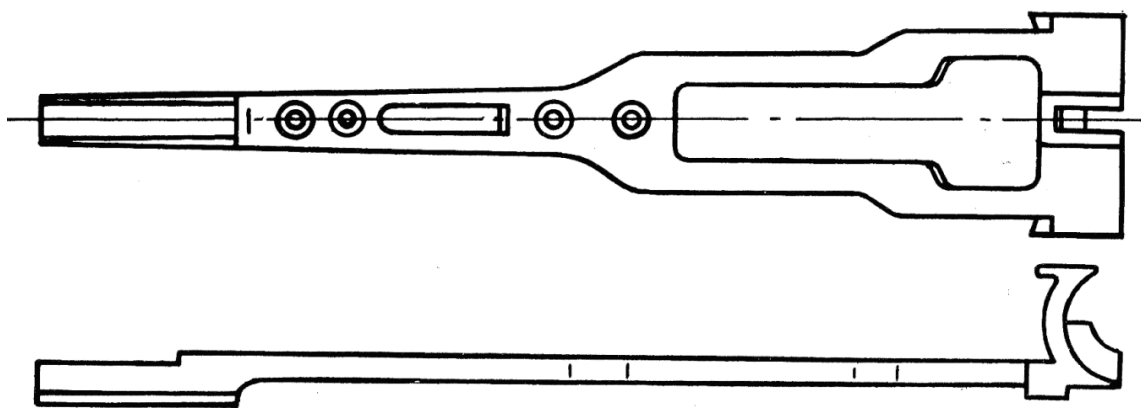
44. ábra⁴⁴
A zárótest kész darabja

⁴³ Forrás: Hardy József: Vadászfegyverekről a vadászoknak, Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1969

⁴⁴ Forrás: Hardy József: Vadászfegyverekről a vadászoknak, Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1969



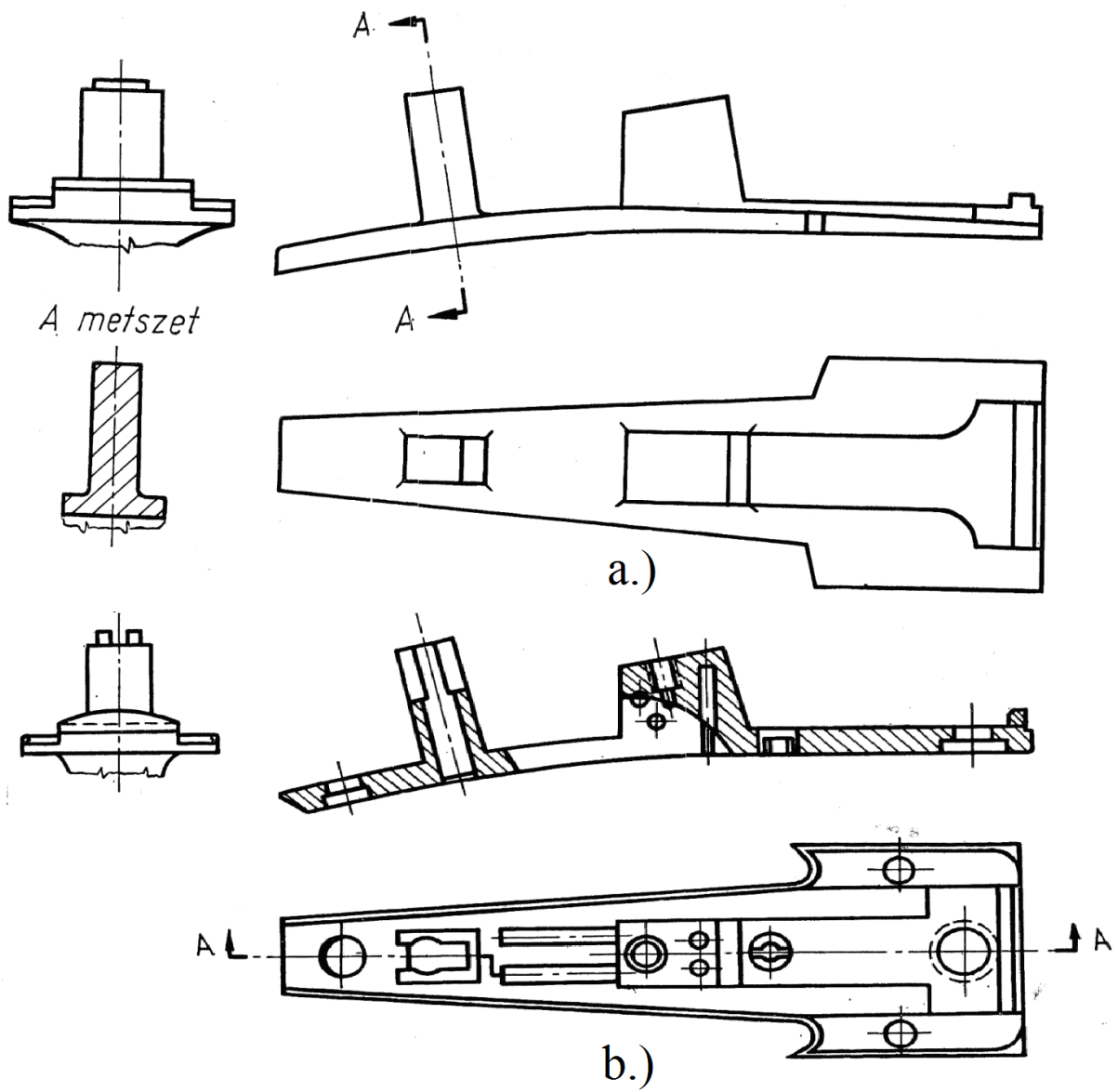
45. ábra⁴⁵
A mellső test kovácsolt darabja



46. ábra⁴⁶
A megmunkált mellső test

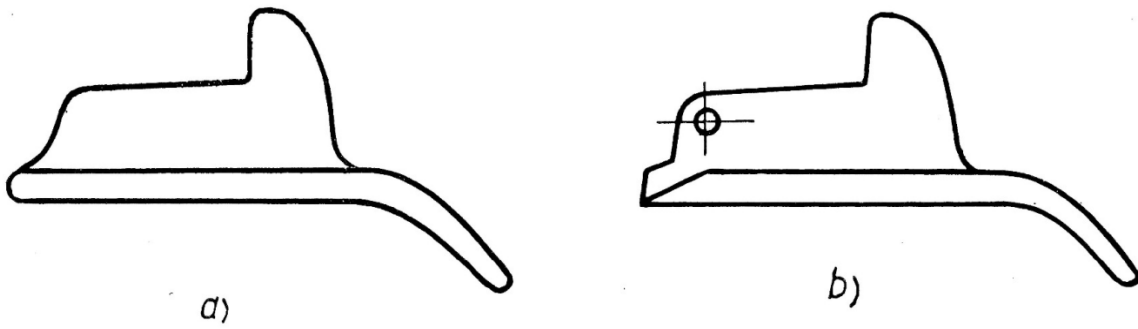
⁴⁵ Forrás: Hardy József: Vadászfegyverekről a vadászoknak, Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1969

⁴⁶ Forrás: Hardy József: Vadászfegyverekről a vadászoknak, Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1969



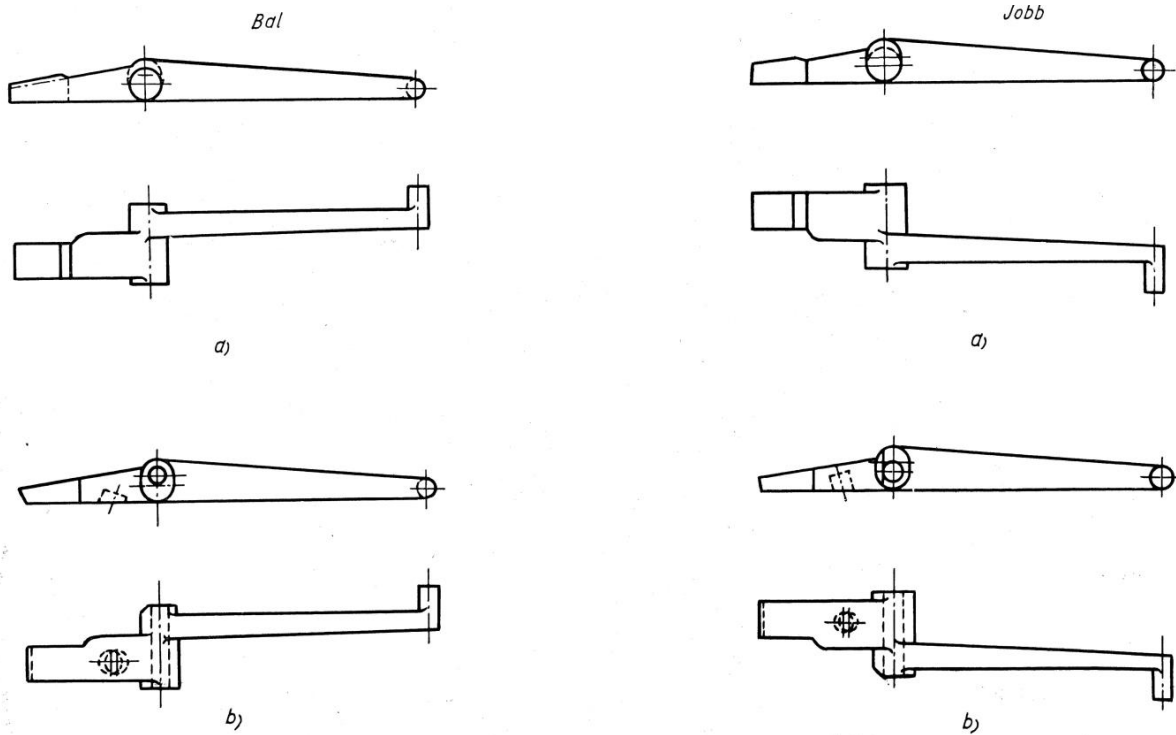
47. ábra⁴⁷
Billentőtalp precíziós acélöntvényből
 a) az öntvény, b) kész munkadarab

⁴⁷ Forrás: Hardy József: Vadászfegyverekről a vadászoknak, Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1969



48. ábra⁴⁸

Elsütő billentyű precíziós acélöntvényből
a) az öntvény, b) kész munkadarab



49. ábra⁴⁹

Elsütő emelő (elcsattantó) precíziós acélöntvényből
a) az öntvény, b) kész munkadarab

⁴⁸ Forrás: Hardy József: Vadászfegyverekről a vadászoknak, Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1969

⁴⁹ Forrás: Hardy József: Vadászfegyverekről a vadászoknak, Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1969

1.7. A vadászfegyverek szerelésének főbb szempontjai

A sörétes fegyverek szerelése rendkívül kényes és komoly szaktudást igénylő feladat.

A vadászfegyverek szerelésének területén két alapvető irányzat uralkodik.

Az egyik az a fajta szerelési mód és szakmai színvonal, amelyre építve készülnek az egyedi fegyverek, ill. az egészen kis sorozatban gyártott ilyen jellegű termékek. Ilyenkor rendszerint az uralkodó szerelési mód, hogy egyetlen puskaműves az egész fegyver szerelését az első művelettől az utolsóig egymaga végzi. Majd azok elvégzése után a kikészített (hőkezelt, csiszolt, barnított stb.) fegyvert ő maga szereli továbbra is össze, elvégezvén a szükséges felületi tisztításokat és a szükséges után illesztéseket, az egyes szerkezetcsoportok végleges beállítását, sőt általában magát a végellenőrzést és a lőpróbákat is.

Ez a szerelési módszer elsősorban a puskaműves mester kisiparosok (Büchsenmacher) körében szokásos, de megközelítően ezt a módszert követik a már lényegesen nagyobb darabszámban termelő szövetkezetek is és megtaláljuk ezt a módszert a híres európai fegyvergyárakban is a rendkívül drága, egyedi vadászfegyverek szerelésében is.

A vadászfegyvereknek ilyen módszerrel végzett szerelése kétségkívül igen jó végeredményt biztosít ugyan, de sokkal nagyobb ráfordítást igényel. Európának úgyszólván a legnagyobb hagyományokkal rendelkező fegyvergyártó vidékei, mint például Ferlach és vidéke, valamint Suhl és környéke még mindig települési helyei és működési területei a puskaműves szakmát apáról fiúra örökölt kiváló mestereknek.

Ezek a mesterek, akik elkápráztató tudásukat részben apáiktól örökölték, részben önmaguk fejlesztették tovább, többségükben a precíz szerelésen túlmenően csodálatos kivitelű és művészi színvonalú díszítések, vésetek elkészítésére is képesek. E mesterek kezéből kikerülő vadászfegyverek, természetesen lényegesen magasabb árkategóriát képviselnek, mint a normál kivitelű és sokkal termelékenyebb technológiával készült társaik.

A másik szerelési mód az ún. műveletelemekre bontott sorozatszerelés, ez a nagy darabszámú gyártásra berendezkedett nagyüzemek jellemzője.

Ez a módszer a nagy darabszámok eredményeként már nem igényel minden művelet univerzális tudású mestereket, mert univerzális tudású mestereket, mert a szerelési munkafolyamatnak műveletelemekre való bontásával az egyes munkafázisokban igen magas fokú begyakorlottsági elsajátítására adja meg a lehetőséget, ezáltal a sorozatszerelés technikai értelemben véve képes közel ugyanazt a működési és kidolgozási színvonalat biztosítani. ebben a módszerben viszont nagy szerephez jut már a munkafolyamatokhoz kialakított gyártó- és különösen a mérőeszközök sokasága.

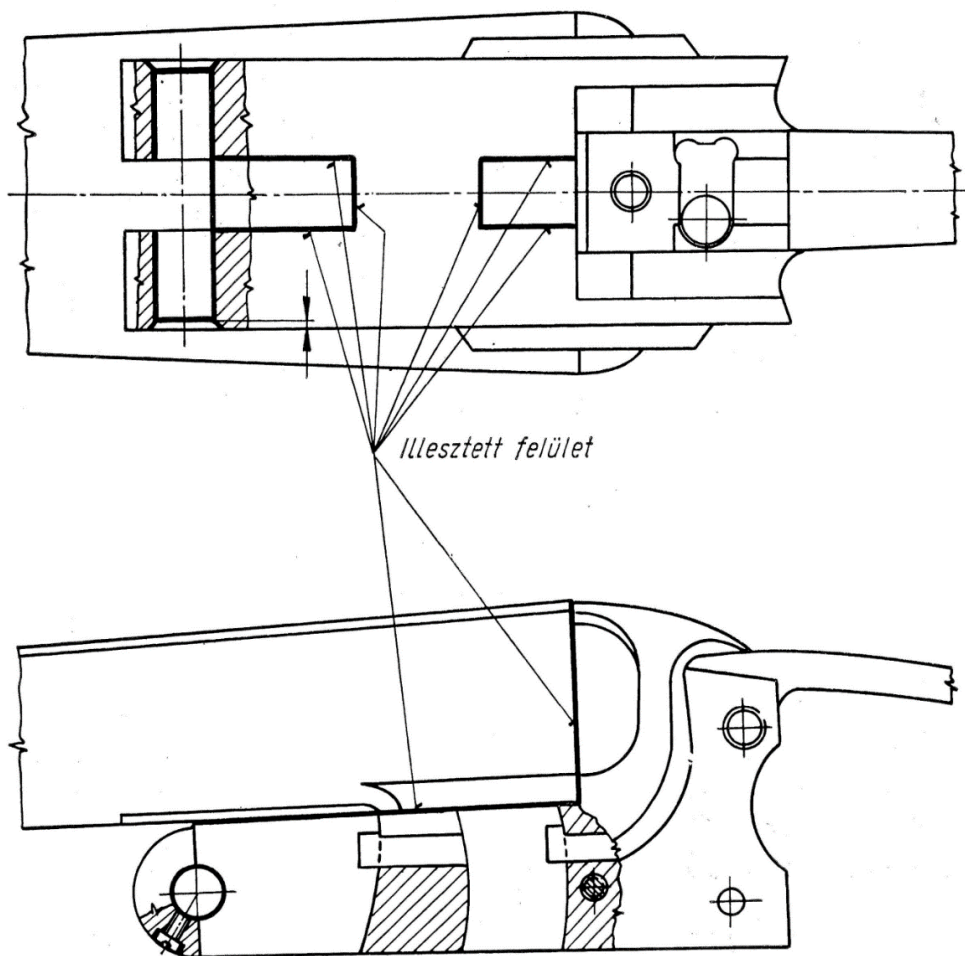
Ezzel az azonos szerkezeti kialakítású sörétes vadászfegyvereket –a kevésbé képzett szerelőgárda ellenére– egynegyed-egyötöd idő alatt össze lehet szerelni.

Az ismertett és szokásos két szerelési módszer valamelyike mellett egyértelműen pálcát törni nem lehet, mert mindkettő alkalmazásának más-más a célja, esztétikai igénye, továbbá gazdasági és árpolitikai végeredménye. Célját tekintve egyik sem helyettesíthető a másikkal és mindkettőt a maga helyén, a maga idejében kell alkalmazni.

A vadászfegyverek szerelésének lefolyása az alkalmazott módszertől függetlenül a technológiai sorrendet és a technikai tartalmat tekintve közel azonosnak tekinthető.

Egy átlagos, kétcsövű sörétes vadászfegyvert véve alapul, általánosságban a következő szerelési sorrend alakítható ki:

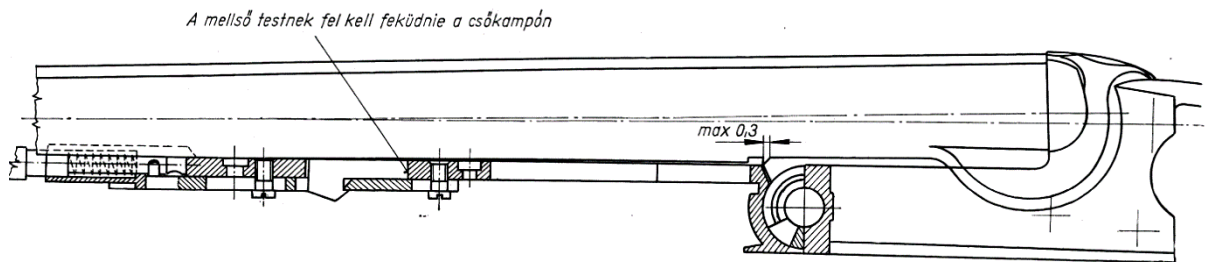
A csőpár és a zárótest összedolgozása, illesztése, a kampó illesztése, tűzfalal, a csőcsap-tengely illesztésének szabályai és előírása szerint.



50. ábra⁵⁰
A csőpár és a zárótest illesztése

⁵⁰ Forrás: Hardy József: Vadászfegyverekről a vadászoknak, Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1969

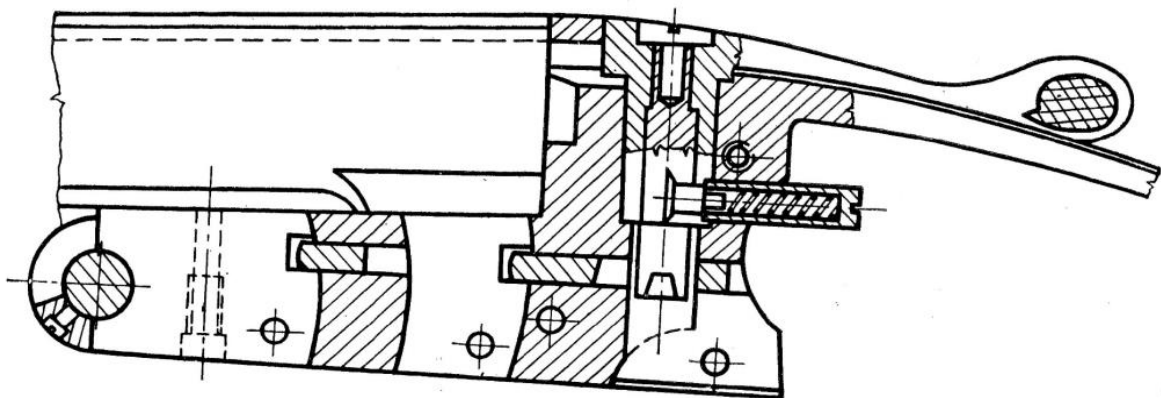
A csőpár és a zárótest összeillesztése után következik a mellső testnek a zárótesthez és a csőhöz való illesztése, úgy, hogy ezen belül a mellső test reteszének a csőkampóhoz való illesztését is elvégezzük.



51. ábra⁵¹

A már összeillesztett csőhöz kapcsolódó mellső test

Az 1. és 2. művelet elvégzése után következhet a retesz beillesztése, beépítése és a hozzá csatlakozó kulcs és kulcstengely beépítése és illesztése.



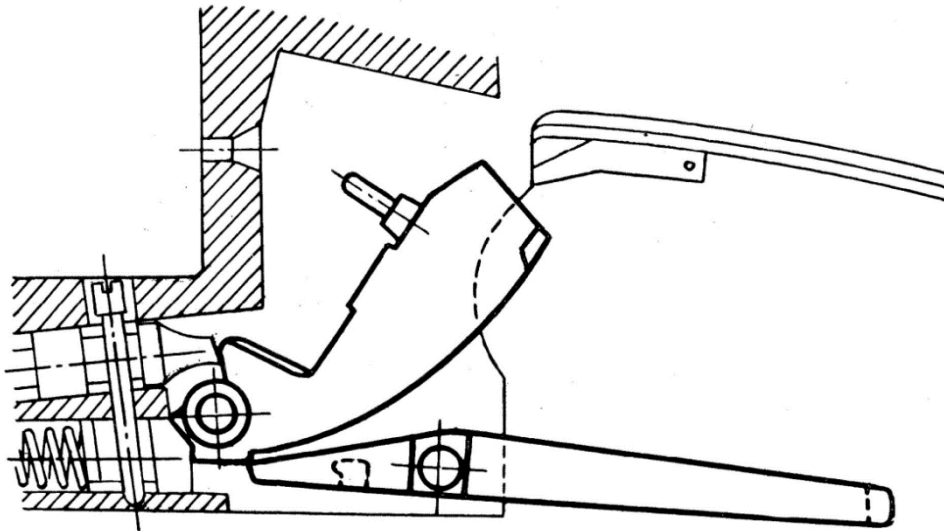
52. ábra⁵²

A beillesztendő alsó retesz és a mozgására szolgáló kulcs

Beépítjük a jobb és baloldali kakast, ellenőrizve működésüket, ugyanakkor beillesztjük az elsütő emelőket (elcsattantókat) is.

⁵¹ Forrás: Hardy József: Vadászfegyverekről a vadászoknak, Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1969

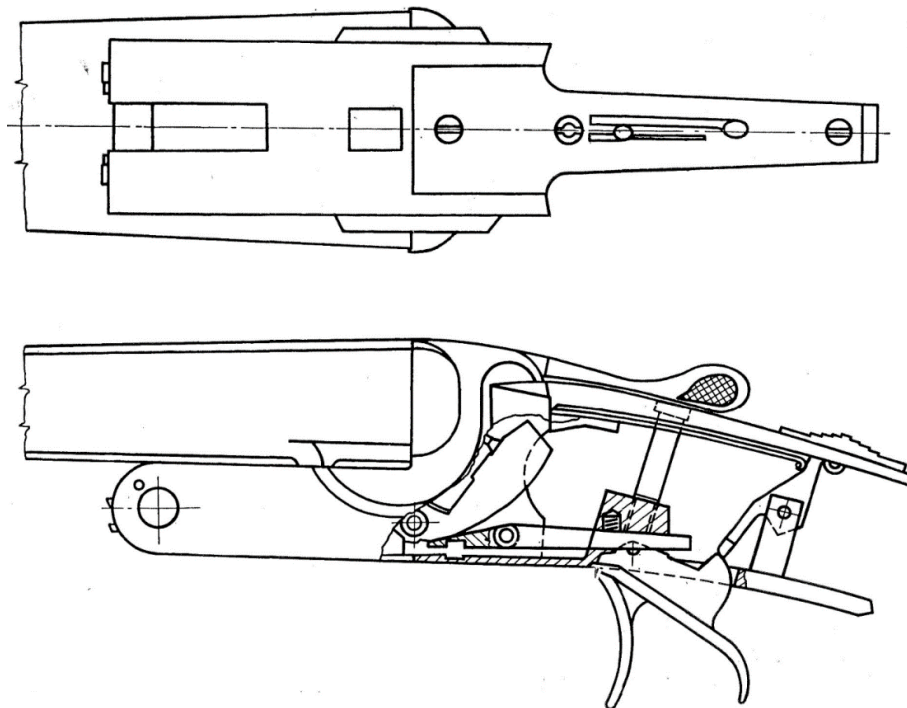
⁵² Forrás: Hardy József: Vadászfegyverekről a vadászoknak, Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1969



53. ábra⁵³

A zárótestbe illesztett kakas és az elsütő emelő helyzete

Behelyezzük és illesztjük az elsütő billentyűket.



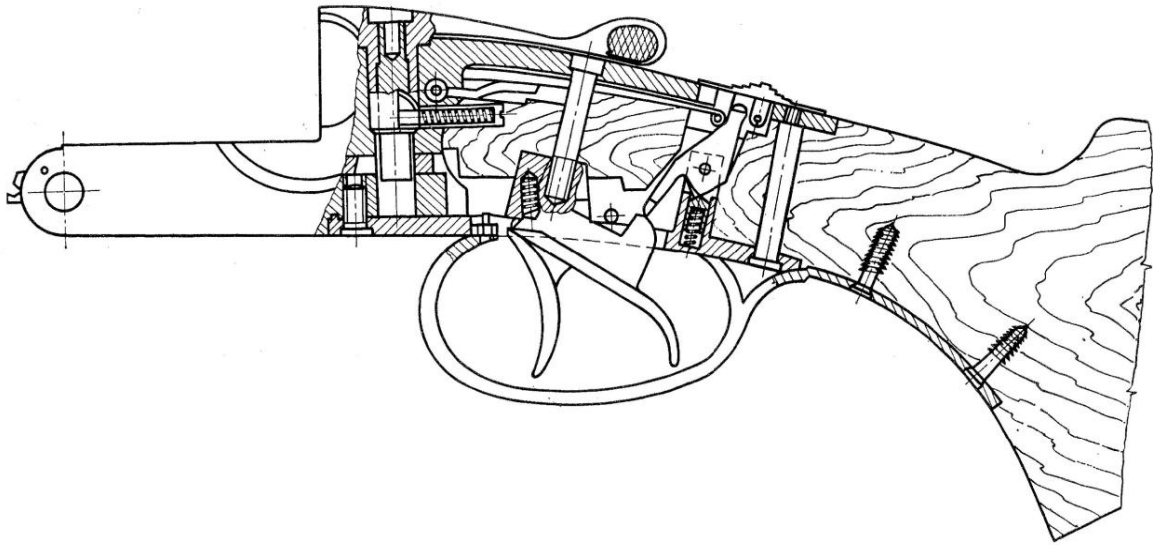
54. ábra⁵⁴

A billentyűk beillesztése és a helyes beállítás helyzete

⁵³ Forrás: Hardy József: Vadászfegyverekről a vadászoknak, Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1969

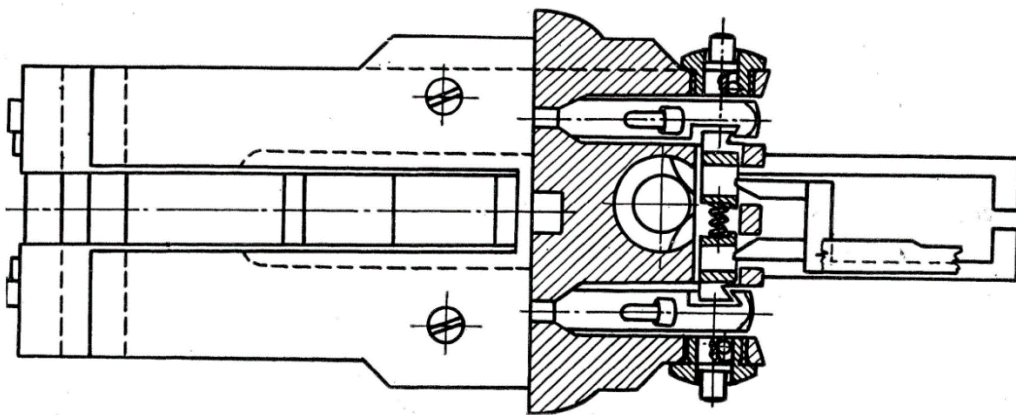
⁵⁴ Forrás: Hardy József: Vadászfegyverekről a vadászoknak, Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1969

Következő lépés a biztosító berendezés beépítése, összekapcsolása a kulcstengellyel.



55. ábra⁵⁵
A biztosító beépítése és helyzete

Beépítjük a jelzősapokat mindkét oldalra.

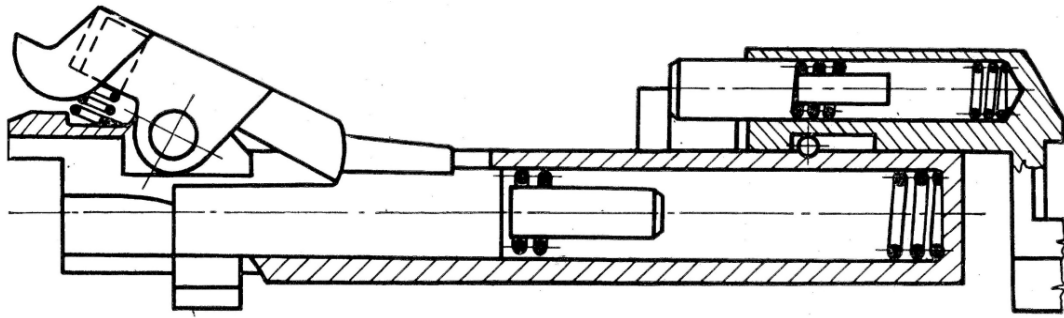


56. ábra⁵⁶
A beépített jelzősapok és a kakasok viszonya

Összeszereljük az ejektort, beépítjük és beillesztjük a mellső testbe.

⁵⁵ Forrás: Hardy József: Vadászfegyverekről a vadászoknak, Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1969

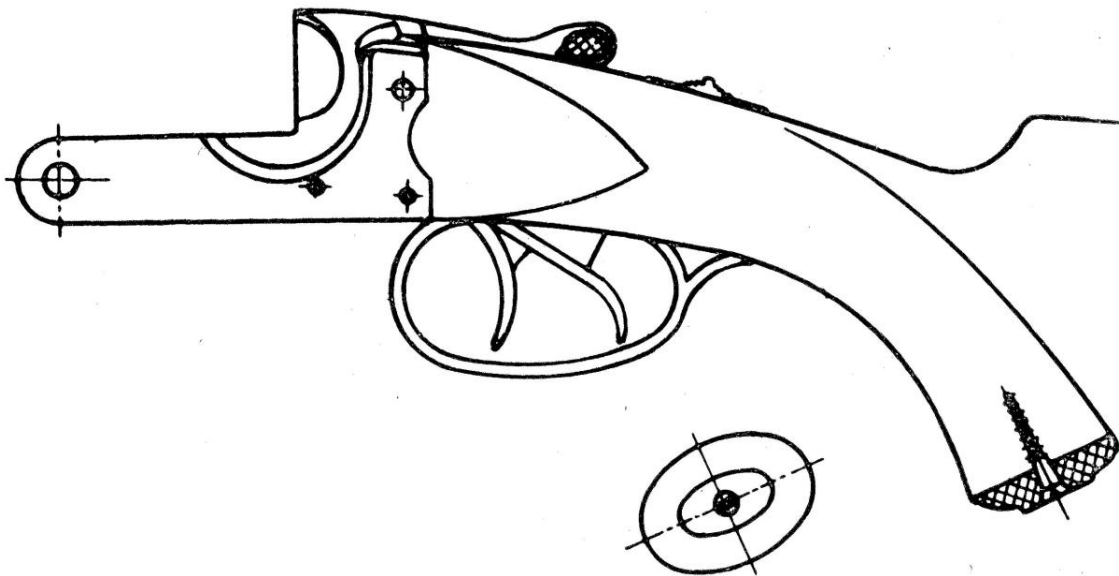
⁵⁶ Forrás: Hardy József: Vadászfegyverekről a vadászoknak, Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1969



57. ábra⁵⁷

A beszerelt ejektor és csatlakozási módja

E műveletekkel megtörtént az acél alkatrészek előzetes szerelése, beállítása, ami után következhet a famunkák elvégzése. A famunkák a fázisban két szakaszból állnak, egyrészt a fémrészek beépítése kidolgozása, másrészt az előagy felillesztése és külső felületeinek megmunkálása.



58. ábra⁵⁸

A fegyverbe beillesztett tusa

Az agyazás elkészítése után a fegyvert erőkémlésre adjuk, aminek elvégzése után a cső mágneses repedésvizsgálatra kerül.

A felsorolt kilenc jelentősebb művelet elvégzése után kezdetét veszi a fegyver szétszerelése és ezzel párhuzamosan a következő kikészítő műveletek elvégzése:

⁵⁷ Forrás: Hardy József: Vadászfegyverekről a vadászoknak, Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1969

⁵⁸ Forrás: Hardy József: Vadászfegyverekről a vadászoknak, Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1969

- a cső és a zárótest külső összedolgozása és fényezése;
- a mellső test, a billentyűkengyel, az elsütő billentyűk, a billentyűtálp stb. és a belső alkatrészek felcsiszolása, fényezése;
- a teljes csőpár külső felületeinek végső csiszolása és fényezése;
- a két faalkatrész csiszolása, a tusaborító lemezzel való összedolgozása, az előírásoktól függően a faalkatrészek színezése, fényezése vagy olajozása;
- a hőkezelendő alkatrészek edzése, megeresztése és feszültségcsökkentő hőkezelése;
- a hőkezelések befejeztével az alkatrészek fényesre csiszolása, hogy a barnítandó felületek ne legyenek foltosak;
- az előkészített alkatrészek zsírtalanítása, majd hideg- ill. melegeljárással végzett barnítása;
- az alkatrészek lemosása, leolajozása.

A most leírt eljárások elvégzésével az alkatrészek alkalmassá válnak a végleges szerelésre, csak előbb még egyes felületekről el kell távolítani a barnítást. a barnított felületek ugyanis rendkívüli módon tapadnak. Általában a csőtalpat, a hátsó homlokfelületeket, a csőkampón lévő íveket és a csőtorkolatot szokás megtisztítani a barnítástól.

Most még röviden kitérünk az ún. fekete szerelés, vagyis a teljes értelemben vett végszerelés néhány fontosabb kérdésére.

A csőbe szerelendő alkatrészeket (tölténykivető és rögzítő elemei) gondosan megvizsgálva, a szükség szerinti utáncsiszolása, a befogadó furatának kitisztítása után, helyükre tesszük és rögzítjük.

Hasonló a helyzet a zárótestbe kerülő alkatrészekkel is (kakasok, felhúzó elemek, elsütő- és biztosító elemek stb.).

Az időközben fényezett vagy olajozott, halszálkázott agyfát a helyére szereljük, illeszkedését ellenőrizzük és felszereljük a tusaborítót és becsavarjuk a szíjkengyelt is.

A továbbiakban felszereljük a billentyűkengyelt (sátorvasat) és rögzítjük mind a zárótesthez, mind az agyfához. A legutolsó műveletként helyére tesszük a komplett fával szerelt mellső testet.

Az ily módon készre szerelt fegyver kész és végátvételtre bocsátható.

A vizsgálaton való megfelelés után a komplett fegyver szerkezeti vizsgálatra, majd értékelő lőpróbára kerül. az értékelő lőpróbán minősítik a fegyver működését, lőszabatosságát és szórás képét.

A kiértékelt szórásképeket beírják a fegyver törzslapjára és műbizonylatára. A lőpróba után a fegyvert ismételtlen, de most már véglegesen kitisztítják, ellátják a szükséges és előírt

feliratokkal és bélyegzésekkel, utolsóellenőrzésnek vetik alá, esetleg e közben a szükségszerű apró igazításokat is elvégzik, ami után készárulként a raktárba szállítják.

A következőkben nézzünk meg egy ismert és alkalmazott vizsgálati sorrendet és tartalmat:

A fegyver külső vizsgálata szemrevételezéssel, ezen belül a cégjelzés és egyéb feliratok ellenőrzése.

A fegyver alkatrészeinek számozás szerinti azonossági, ill. összetartozási ellenőrzése.

A fegyver általános kidolgozásának minősítése, tekintettel a felületi minőségekre, a kopásokra, a színhibákra, a felverődésekre stb.

A csőfuratnak teljes hosszában végzett vizsgálata végig és folyamatosan mérő furatidomszerre.

A töltényűr és furat közötti átmeneti kúp ellenőrzése.

Csőegyenesség vizsgálata áteső idomszerrel.

A töltényűr elülső és hátsó kúpjának ellenőrzése idomszerekkel.

A töltényűr hosszának vizsgálata hosszának vizsgálata.

A töltényűr és a furat egytengelyűségének vizsgálat.

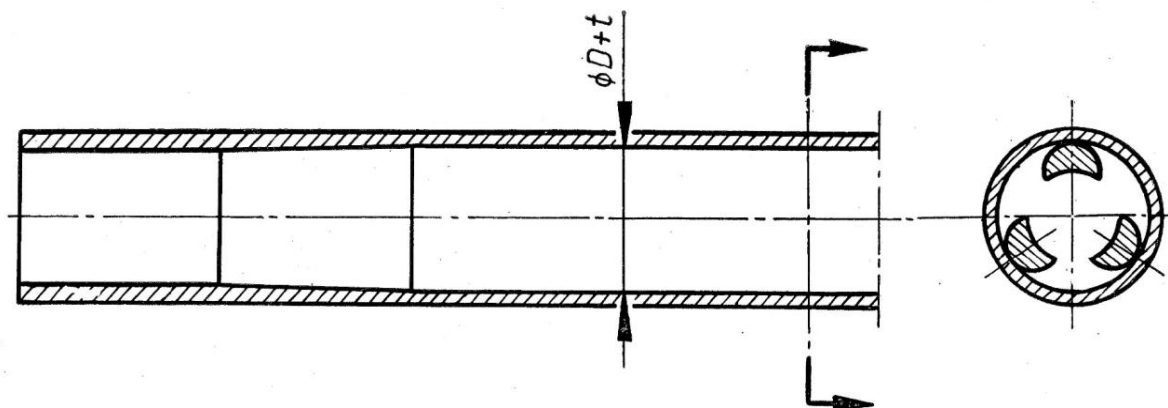
A töltényűr peremmélységének és átmérőjének vizsgálata, továbbá a tölthetőség ellenőrzése.

A töltényűr ovalitásának ellenőrzése 90°-os mérőhelyzet-különbséggel.

A túlnyomáspróba után a fegyver változatlanul könnyű nyitásának és a kulcs helyzetének ellenőrzése.

Az elsütő erő mérése a billentyűkön, az első billentyűnek 20-23 N, a hátsó billentyűnek 25-28 N erővel kell működnie.

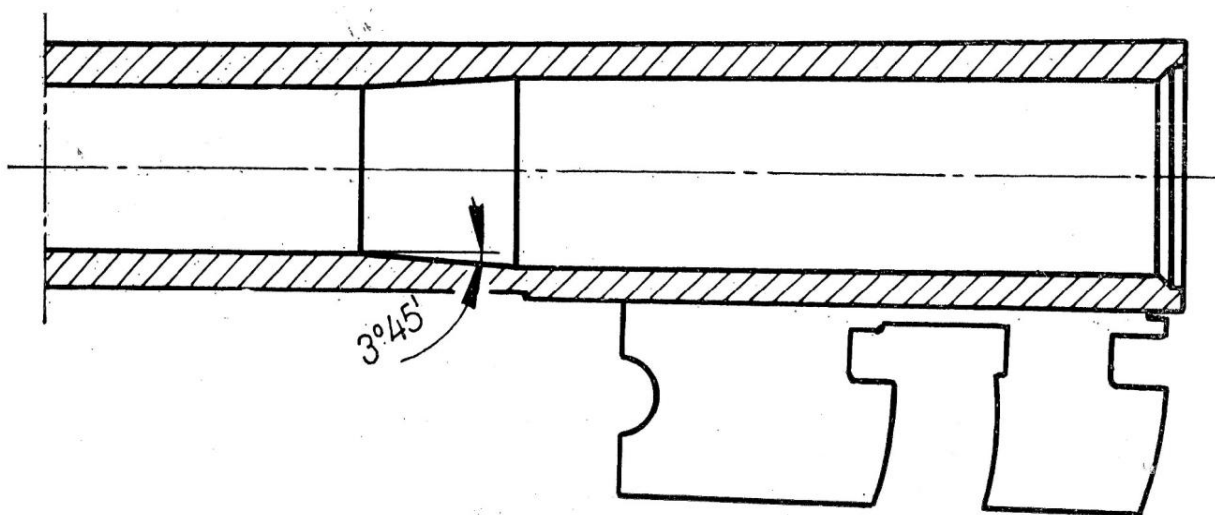
A túlnyomáspróba után a tűzfal és a zárótest hézagának ellenőrzése a nyitás irányában végzett leterheléssel.



Kal.	$\phi D+t$
12	$18,2 + 0,4$
16	$16,8 + 0,4$
20	$15,7 + 0,4$

59. ábra⁵⁹

A sörétes vadászfegyver csövének furatellenőrzése

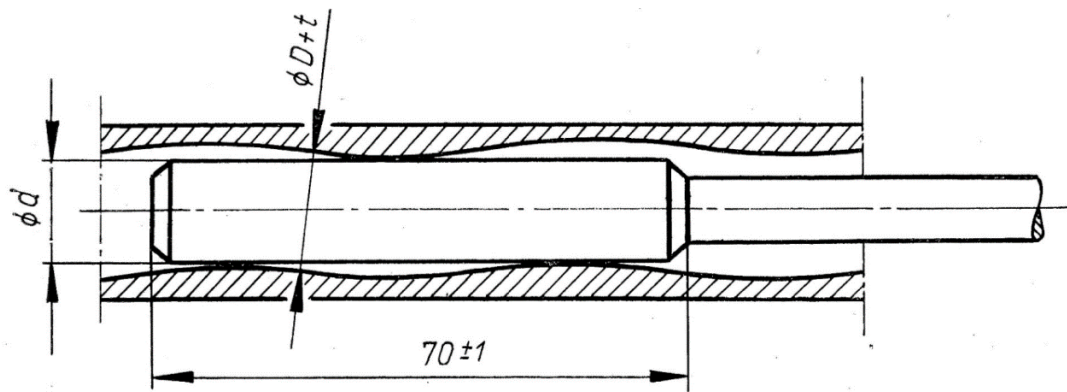


60. ábra⁶⁰

A töltényűr és a furat közötti átmeneti kúp helyes mérete

⁵⁹ Forrás: Hardy József: Vadászfegyverekről a vadászoknak, Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1969

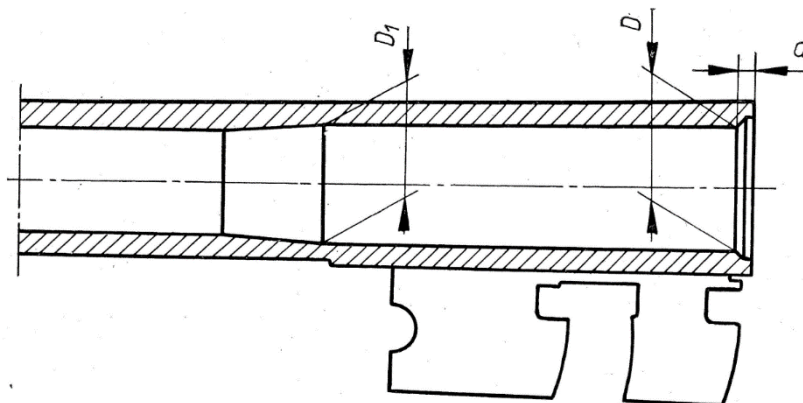
⁶⁰ Forrás: Hardy József: Vadászfegyverekről a vadászoknak, Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1969



Kal.	$\phi D+t$	ϕd
12	$18,2 + 0,4$	18,124
16	$16,8 + 0,4$	16,724
20	$15,7 + 0,4$	15,624

61. ábra⁶¹

A csőfurat egyenességének szórása és az e célra használatos henger



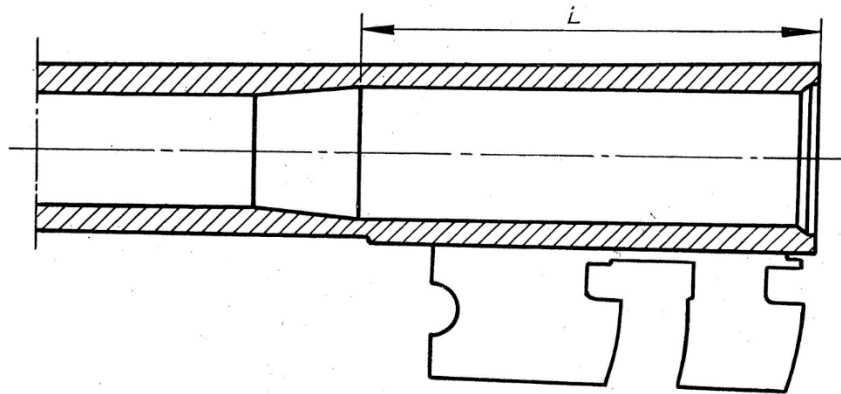
Kal.	Tölt.h.	ϕD	ϕD_1	a
12	70	$20,65 + 0,1$	$20,31 + 0,1$	$1,9 + 0,05$
12	76			
16	70	$18,9 + 0,1$	$18,58 + 0,1$	$1,6 + 0,05$
16	65			

62. ábra⁶²

A töltényűr idomszerrel vizsgált méretei

⁶¹ Forrás: Hardy József: Vadászfegyverekről a vadászoknak, Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1969

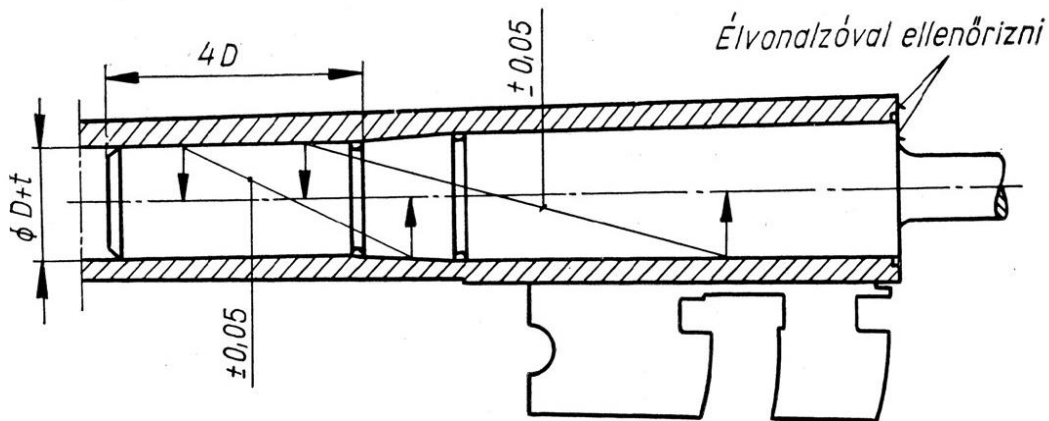
⁶² Forrás: Hardy József: Vadászfegyverekről a vadászoknak, Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1969



Kal.	L
12	70 ⁺² vagy 76,2 ⁺²
16	70 ⁺² vagy 65,1 ⁺²
20	70 ⁺² vagy 76,2 ⁺²

63. ábra⁶³

A töltényűr hosszának vizsgálata



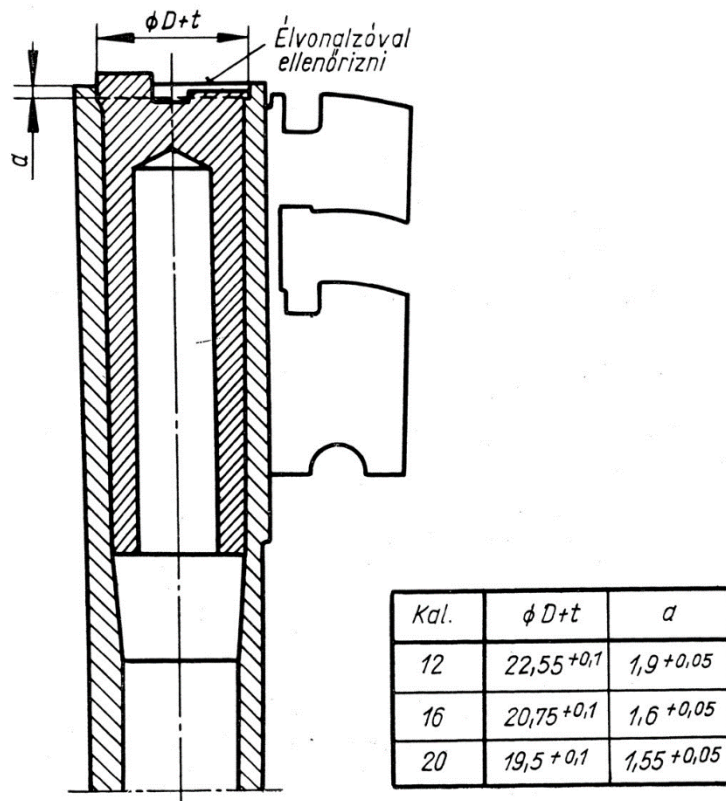
Kal.	$\phi D+t$
12	18,2 ^{+0,4}
16	16,8 ^{+0,4}
20	15,7 ^{+0,4}

64. ábra⁶⁴

A töltényűr és a csőfurat egytengelyűségének mérése

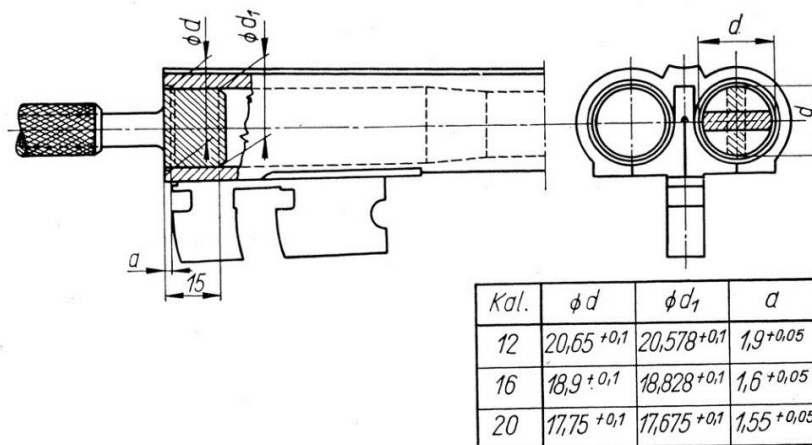
⁶³ Forrás: Hardy József: Vadászfegyverekről a vadászoknak, Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1969

⁶⁴ Forrás: Hardy József: Vadászfegyverekről a vadászoknak, Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1969



65. ábra⁶⁵

A töltényűr peremmélységének és átmérőjének határmérői és a tölthetőséget mérő szimmetria idomszer

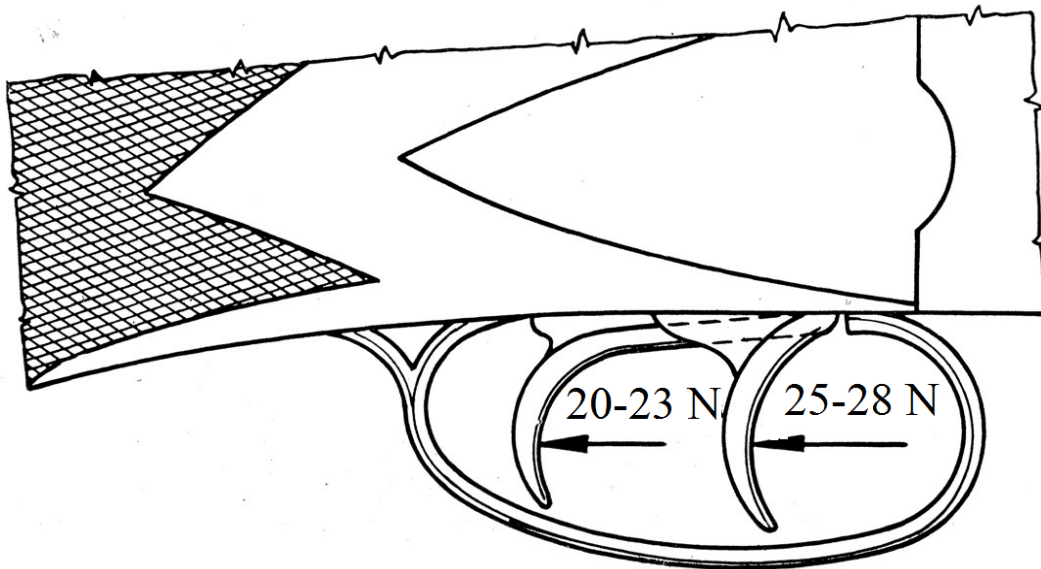


66. ábra⁶⁶

A töltényűr ovalitásának mérése

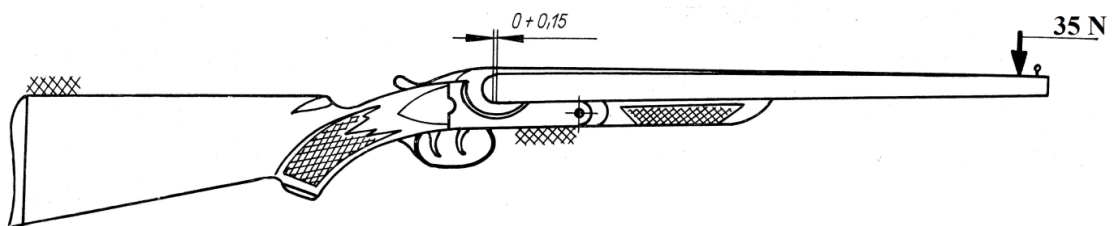
⁶⁵ Forrás: Hardy József: Vadászfegyverekről a vadászoknak, Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1969

⁶⁶ Forrás: Hardy József: Vadászfegyverekről a vadászoknak, Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1969



67. ábra⁶⁷

Az elsütő erő mérésének helye, nagyságrendje és a vizsgálati értékhatárok



68. ábra⁶⁸

A tűzfal és a zárótest közötti hézag mérése a fegyvercső nyitásirányú leterhelésével

Ismételt szórásvizsgálat a műbizonylat adatainak ellenőrzésére.

Ha a fegyver a vizsgálati szempontoknak megfelelt, akkor belebélyegzik az igénybevételi lövés elvégzését és a végellenőrzést igazoló bélyegzőket.

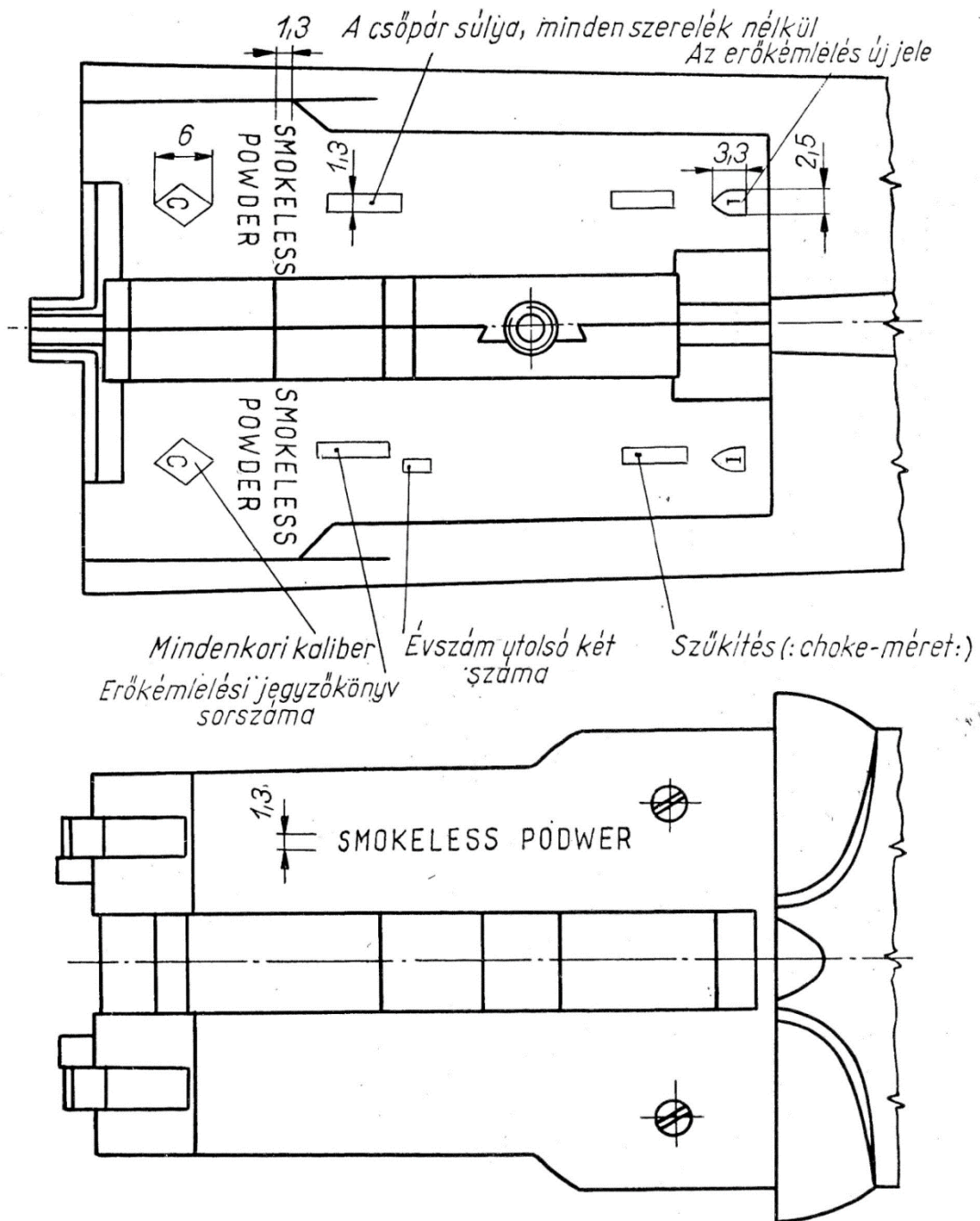
Ezekon túlmenően még be kell ütni a fegyvercső talpába a következőket:

- a cső vagy a csőpár súlyát,
- mindegyik cső szűkítésének (choke) abszolút méretét;
- a használható lőpor fajtáját;
- hogy a sörétes fegyver használható-e golyó kilövésére;

⁶⁷ Forrás: Hardy József: Vadászfegyverekről a vadászoknak, Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1969

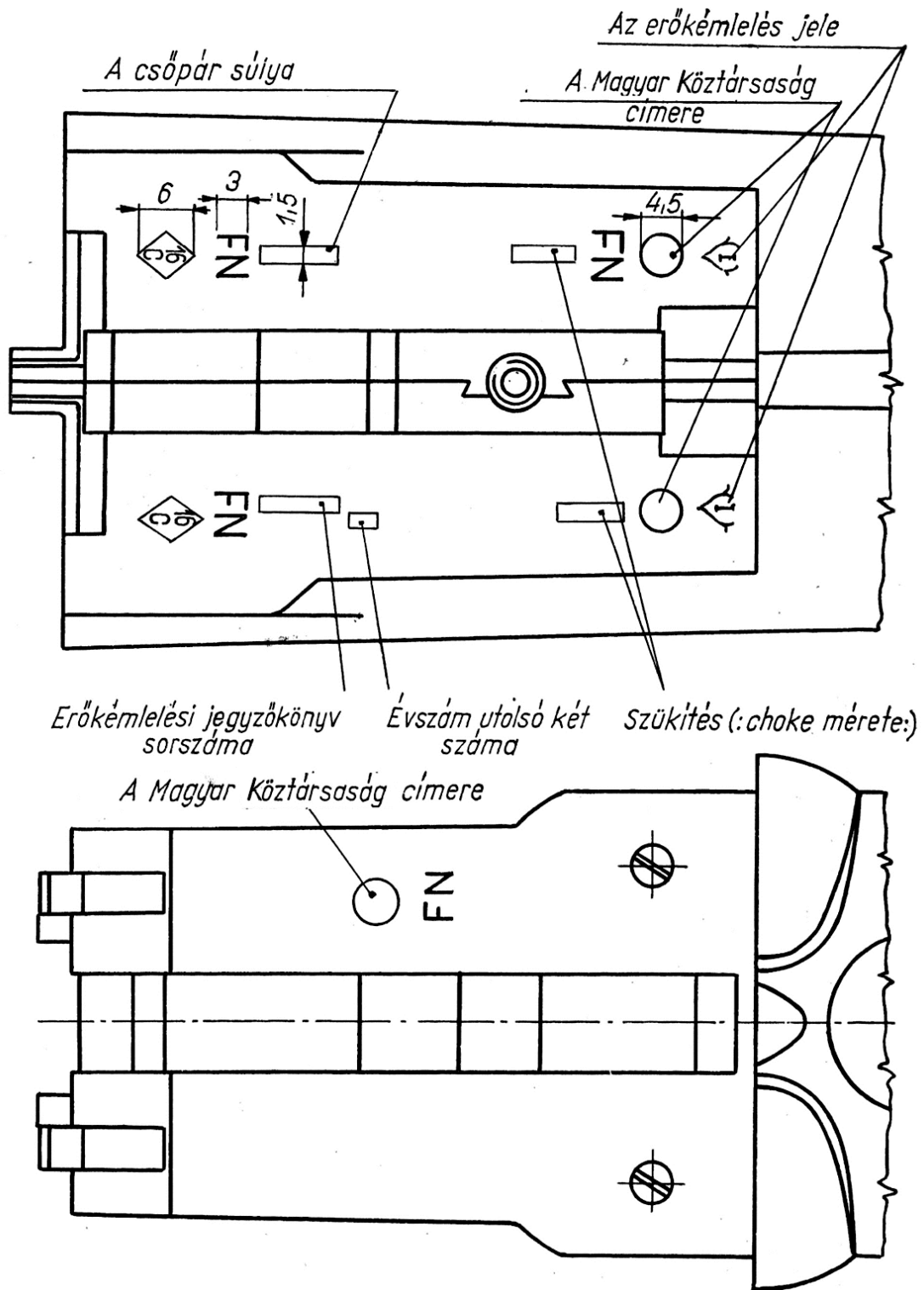
⁶⁸ Forrás: Hardy József: Vadászfegyverekről a vadászoknak, Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1969

Nemzetközileg elfogadott szokás, hogy a golyólövésre nem alkalmas fegyvercsövek talpába beütik a „NO BULLET” (golyóhoz nem) feliratot.



69. ábra⁶⁹
A csőtalp bélyegzései

⁶⁹ Forrás: Hardy József: Vadászfegyverekről a vadászoknak, Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1969



70. ábra⁷⁰

Az erőkélelési és végellenőrzési bélyegzők és érvényességi idejük

⁷⁰ Forrás: Hardy József: Vadászfegyverekről a vadászoknak, Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1969

2.0. Alkalmazott fajok és alternatív anyagok

2.1. Fajok

Fegyvereknél az ágyazatot általában fából készítik. Minden esetben szívós, kemény fajokot használnak. A szívósságon kívül közös tulajdonságuk a keménység, szilárdság, rugalmasság, szép rajzolat, időállóság, vetemedésre való minimális hajlam és nem utolsó sorban a jó megmunkálhatóság. Olyan anyag, amelyik önmagában minden követelménynek eleget tesz, aligha létezik. Ezért a fákat és különböző anyagokat különböző beavatásnak vetik alá a megmunkálás előtt. Fáknál beavatási műveletek pl. a gőzölés, pácolás, különböző olajokban, gyantákban való főzés, áztatás. A fajok kiválasztását és annak osztályát meghatározza a fegyver fajtája, az alkalmazás jellege (pl. katonai, vagy vadászfegyver) és nem utolsó sorban a gazdasági lehetőségek.

Diófa



71. ábra⁷¹

Közép-Ázsiában, Európában és Amerikában honos. 8-9 faja és számos fajtája létezik. Fegyvergyártásnál csak az idősebb fákat használják fel. Ezeknek színe barnás, anyaguk kemény, szívós, rugalmas. Gyakran igen szép, hullámos, vagy márványos rajzolatok vannak rajta, különösen a gyökérrészen. Kissé fénylő, nagyon finoman lukacsos, tükörrostja alig észrevehető. Általában a fának a gyökerét és a törzs földtől számított 1 m-ig terjedő részét alkalmazzák tusakészítésre.

Könnyen hasad, de ettől eltekintve jól fényezhető. Szárazon nagyon tartós, időálló. Ezekért a tulajdonságaiért fegyverágyazatok készítésére a legkedveltebb és a legalkalmasabb fa.

⁷¹ Forrás: <http://hu.wikipedia.org>

Leggyakrabban alkalmazott fajai:

Iráni diófa: azonos térfogaton gyakran könnyebb a társainál. E kisebb tömörség inkább kiskaliberű puskákhoz teszi ideálissá, amelyek általa még könnyebbé válnak. Hátránya, hogy pácoláskor nagyon sötétedik.



72. ábra⁷²

Török diófa: a finom puskák többségén mára már kiszorította a francia diófát. A sokféle előforduló vadvágások miatt a korábbiaknál nehezebben beszerezhető. A legjobb török dió az ország keleti részéről származik, a többi kevésbé értékes. Az iraki diófa gyakorlatilag megegyezik a török dióval.



73. ábra⁷³

Azeri diófa: világos alapon gyakran sötét „lángok” és márványos minták jellemzik, gyakorlatilag semmilyen hátránya nincs.

⁷² Forrás: <https://dioskonyv.hu/25-14/1.html>

⁷³ Forrás: <https://www.boxallandedmiston.co.uk/shotgun-anatomy/walnut-stock-blanks-why-walnut>

Kaukázusi diófa: nehéz megmunkálni és „örvényes”, habos minták jellemzik – ez logikus is, hiszen általában csomoros fáról van szó.



74. ábra⁷⁴

Francia diófa: mára már gyakorlatilag fellelhetetlen, világos, nagyon könnyen megmunkálható, igen drága.



75. ábra⁷⁵

Vadkörtefa

Egész Európában és Ázsia északi részén honos. Sok fajtája Fája idősebb korban pirosas, gyakran lángos mintázatot mutat, különösen a gyökér és az úgynevezett csomoros részeken (csomor a fa beteges, dudoros képződménye, ahol a farostok szabálytalanul, erősen, csavarodva futnak). Kemény, finom, tömött, ezért nagyon jól faragható, könnyen simítható.

⁷⁴ Forrás: <http://www.wattswalnut.com/grades.php>

⁷⁵ Forrás: https://www.gunsinternational.com/guns-for-sale-online/parts---ammo---accessories/wood-blanks/french-walnut-gun-stock-blank--aa-grade--cs-gsb-110.cfm?gun_id=101329983#g-2

Cseresznyefa

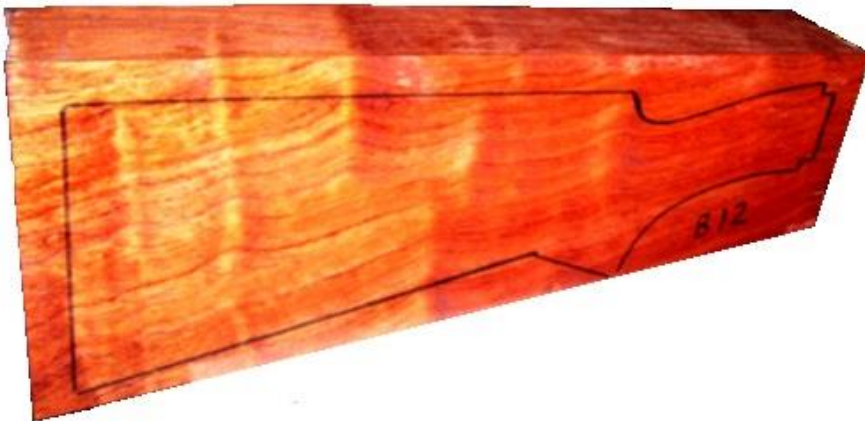


76. ábra⁷⁶

Európai fa, de megtalálható Észak-Amerikában, Szibéria déli részén és Ausztráliában is. Fája sárgás, vagy sárgás-piros, csíktolt, illetve lángos rajzolatú, számos bélsugárral, jól kifejlődött évgyűrűkkel. Textúrája durvább, de fénylő. Meglehetősen kemény, nehezen hasad, könnyen megmunkálható. Sötétebbre pácolva a mahagónihoz hasonlatos. Az előző két fafajhoz képest ritkábban használják.

Rózsafa

A legváltozatosabb színű és mintázatú, jellegzetes illatú fa. A legértékesebbek Braziliából, illetve Sziámból származnak. Ezek bíborpiros alapszínben sötétebben márványos, vagy csomor rajzolatúak. Az európai rózsafa színe belül halványsárgás, helyenként szürkés,



77. ábra⁷⁷

⁷⁶ Forrás: <https://www.lumberjocks.com/projects/34849>

⁷⁷ Forrás: <http://www.rifle-stocks.com/modernclassic.htm>

pirosas árnyalatokkal. Nagyon tömör, kemény, nagy szilárdságú, hasadásra közepesen hajlamos, közepesen munkálható jól fényezhető. Különösen kedvelt e fajtának is a gyökérrésze, ami keményebb, tömörebb és változatosabb mintájú anyagot ad. Felületkezelésük időnként váratlan eredményeket produkál, érdemes előtte próbát végezni. Lassú fejlődése miatt csak a több százéves fák adnak ki olyan nagyságú nyersanyagot, ami fegyverágyazat készítésére felhasználható, ezért mindig igen drága és megbecsült fa volt. Ára miatt fegyverágyazatok díszítésére alkalmazzák leggyakrabban.

Tiszafa

Nyolc élő faja van, de Magyarországon csak egy honos. Ma már nagyon ritka, mert nagyon lassan nő. Fája vörösesbarna, helyenként sárgás, csavarodó mintázattal. Nagyon kemény, finom szerkezetű, szívós és rugalmas. Nehezen hasítható, nagyon időálló. A rendkívül sűrű, keskeny évgyűrűitől szép, finom, sötétbarna csíkjai vannak. Nagyon jól megmunkálható, hálás fa. Feketére pácolva, fényesítve összetéveszthető az ébenfával, ezért német ébenfának is hívják.

Bükkfa

Négy faja ismeretes. Az északi, mérsékelt égövben mindenütt előfordul. Fájának színe vöröses, szerkezete tömör, kemény, könnyen hasad, nagyon szívós. Száraz helyen tartós, de, mivel vetemedésre hajlamos a belőle készült tárgy könnyen tönkre mehet, ha nedvesség éri. Hogy vetemedési hajlamát csökkentsék, gőzölni szokták. A gőzölést zárt kamrákban, nyomás alatt végzik, huzamosabb ideig. A rovarkártevők szeretik. Hátrányos tulajdonságai ellenére a katonai és olcsóbb kivitelű fegyverek ágyazására általánosan használták, mert nagy tömegben fordult elő és olcsó, megmunkálhatósága pedig viszonylag jó.



78. ábra⁷⁸

⁷⁸ Forrás: <https://www.gunboards.com/threads/different-beech-maple-walnut-elm-stocks.22305/>

Nyírfa

A középnehéz, lágyfák közé tartozik. Vetemedésre hajlamos. Hidegebb éghajlaton egyenletesebben növekszik, melegebb helyeken lazább szövetű, és jobban károsítják a kártevők és kórokozók. Elsősorban katonai fegyverek ágyazatának elkészítésére használták olcsósága, könnyű megmunkálhatósága miatt.



79. ábra⁷⁹

Ébenfa



80. ábra⁸⁰

Többféle faja és fajtája van, mint pl. a kékében, vagy amarantfa, szenegáli ében, vagy dalbergia, pirosében, vagy grenadilfa, stb., de igazi ébenen a feketeébert értjük, mely kelet-Indiában, Ceylonban és a maláji szigeteken honos. Az idősebb fák belseje fekete, finom, egyenletes szerkezetű. Évgűrűi, tükörrostjai alig kivehetők. Rendkívül kemény, tömör, mégis

⁷⁹ Forrás: <http://hu.wikipedia.org>

⁸⁰ Forrás: <https://blogs.ethnos360.org/susie-locklin/2017/06/02/language-learning-like-ebony/>

hasadásra hajlamos. Faragni fáradságos, de a belőle faragott darabok nagyon kedveltek, tetszetősek. Keménysége miatt nem könnyű megmunkálni, gyakran kicsorbítja a szerszámok vágóéleit, de nagyon szépen polírozható. A lakkokkal szemben szeszélyesen viselkedik, jól ragasztható. Száradáskor hajlamos az alakváltozásra, repedezésre, ezért különös figyelmet igényel a tárolása. A fafaj érzékeny a hőmérsékletre és a páratartalomra. A nedvességtartalmát golyós fegyverek tudaszerkezet kialakításánál, figyelembe kell venni! Tehát, elkészítés után is kezelni kell!!! Mindig drága, nagy becsben tartott fa volt. **Figyelem!** Nagymértékben hamisítják az ébent! Az ébenfa vágás után a külső felületén nem fekete! Vásárlás során érdemes a már lehántolt felületeket megkarcolni a felületeket 1-3 mm mélyen, hogy meggyőződjünk a fafaj azonosságáról! Ha éppen van nálunk mérleg, akkor a hamisítványoktól legkönnyebben nagy sűrűsége ($1,187 \text{ g/cm}^3$) alapján különböztethetjük meg. Ára, megmunkálhatósága miatt csak fegyverágyzatok díszítésére alkalmazzák leggyakrabban.

Ezekén kívül még sok, más fafajt is felhasználnak, különösen igen kedvelik a trópusi vidékekről származó egzotikus fákat (egzóta). Ilyenek a palisander, a teak, a mahagóni, japán feketedió, stb. Különösen a Keletről származó fegyvereknél találkozhatunk ezekkel a fákkal.

2.2. Alternatív anyagok (fahelyettesítő anyagok)

Rétegelt lemez



81. ábra⁸¹

A rétegelt lemez páratlan számú hámozott furnérrétegből felépített falemez. A szimmetrikusan elhelyezett rétegek fafaja és vastagsága azonos. A rétegeket régebben enyvvvel, újabban műgyantával ragasztják össze. A rétegek rostiránya az előzőre mindig merőleges. Ezzel az elrendezéssel a természetes faanyagok anizotrópiája csökkenthető a lemez síkjában. ("izotrop" azt jelenti, hogy az anyag minden irányban azonos tulajdonsággal bír). A rétegelt lemez felső és alsó lemeze a borítólap, ha a csak három réteg van, a középső réteg neve belső réteg, több réteg esetén a borítólapok közötti részt maglemeznek hívják. Tudaszerkezetek esetében több réteget ragasztanak, majd sajtolnak össze száradásig.

A rétegelt lemez a feldolgozott fa egyik leggyakoribb alakja, rugalmas, olcsó, könnyen megmunkálható, javítható és gyakorlatilag bárhol előállítható. A rétegelt lemezt a fűrészárúk

⁸¹ Forrás: <http://hu.wikipedia.org>

helyett elsősorban nagyobb szilárdsága miatt alkalmazzák. Régebben kimondottan csak katonai fegyvereknél alkalmazták, de egyre inkább elterjedt a sport és vadászfegyvereknél is.

Könnyűfém ötvözetek



81. ábra⁸²

Alkalmazásuk általában sportpuskák esetében gyakori, elterjedt. A puska pontosságán, kiegyensúlyozottságán kívül rendkívül fontos, hogy a fegyvert minél hosszabb ideig célon lehessen tartani. Általában több állítási lehetőséggel rendelkezik, a minél stabilabb tartás, megtámasztás érdekében.

Műanyagok



8382. ábra⁸³

Polimer túszerkezet

Számtalan gyártó előrukkolt már műanyagból készült túsával. A műanyagok összetételét általában a gyártók „hadititok”-ként kezelik, ugyanis nagy követelményeknek kell megfelelniük. Megfelelően szilárdnak, ugyanakkor rugalmasnak is kell lenniük. Rendkívül mérettartónak kell lenniük extrém körülmények közötti alkalmazás lehetősége miatt. A műanyag túsákat (túszerkezeteket) általában fröccsöntéssel készítik. A nagyobb igénybevételnek kitett helyeken, csavarkötéseknél acél betéteket alkalmaznak. A tusa általában üreges, melyet a fegyver kiegyensúlyozása érdekében súlyokkal lehet kitölteni, vagy csak egyszerűen habbal. Előnye, hogy rövid idő alatt nagy tömegben gyártható és olcsóbb, mint egy közepes minőségű diófából kialakított szerkezet. Hátránya, hogy később nem alakítható.

⁸² Forrás: <http://hu.wikipedia.org>

⁸³ Forrás: <https://promagindustries.com/archangel-precision-stock-for-mauser-k-98-and-variants-olive-drab-polymer-includes-aa8mm-01-10-rd-with-a-5-rd-limiter-type-b-magazine/#gallery>

Alkalmazásuk katonai fegyverek esetében elterjedt, vadászfegyverek esetében elterjedőben van.

Szénszálak



84. ábra

Szénszál erősítéses felújított tusaszerkezet

A szénszálak (karbonszálak) és a velük rokon oxidált szálak napjaink igen fontos nyersanyagai közé tartoznak. Elsősorban ipari célokra (pl. kompozitok erősítőanyagaként), vagy védőruházatok gyártására. A szénszálak előállítása valamilyen szerves (azaz szénatomokat is tartalmazó) vegyületből indul, amiből szálakat készítenek. A szálakat ezután rendszerint részleges oxidációval stabilizálják, majd oxigénmentes közegben hevítve és nyújtva alakítják szén-, illetve grafit-szállá. Fő alkalmazási forma a kompozitgyártás, azaz a szénszálakat vágott szálak, kábelek, vagy azokból készült szőtt, kötött, fonatolt vagy nemszött formában műanyagba, kerámiába, sőt esetleg fémekbe ágyazzák be, ezzel adva nagy szilárdságot a szerkezetnek. A szénszálnak igen nagy a szakítószilárdsága, ezért tusaszerkezetek kialakításánál, építésénél, átalakításánál, javításánál alkalmazásuk más anyagokkal együtt egyre jobban előtérbe kerül. Előnye, hogy igen erős felület alakítható ki. Nem mellékesen igen erős, érdekes felületű tusa kialakítások érhetők el.

Szaru

A fegyvereknél felhasználható szaruanyagot különböző fajtájú szarvasmarhák, orrszarvúak, antilopok, bivalyok, zergék, juhok, kecskék, stb. szarvai adják.

A különböző szarufajták természetesen eltérő minőségűek. Legértékesebbek a tömör, finomabb állományú kemény, jól fényezhető, minél nagyobb méretű darabok. Felhasználásuk – viszonylagos olcsóságuk, szívós, rugalmas, jól megmunkálható anyaguk miatt – igen különböző volt. Lőportartókat, fegyverágyazatok részeit készítették belőlük. A szarv tömör részeiből kisebb tárgyakat, fegyver díszítő elemeket, üreges részeiből lemezt készítették. A nyers szarvat több hétig hideg vízben áztatták, majd elütögették az üreges részben lévő csontsapról. Ezután a tömör részt lefűrészelték és az üreges részt tovább áztatták néhány napig. A több napos áztatás után több órára forró vízbe tették. Ezután hosszában kettévágták. További melegítéssel az ívelt lemezeket ellaposították úgy, hogy azokat két vaslemez között fokozatos nyomással préselték. Így sík lemezeket nyertek, amik azután már tetszés szerint

felhasználhattak. A lemezek formára alakítását mindig melegítéssel, formába préseléssel végezték. Megfelelő hőmérsékleten préseléssel összeforraszthatók a kisebb lemezek, sőt a szarupor és szaruforgács megömleszthető. A szaru jól színezhető különböző eljárásokkal. Lőfegyvereknél általában díszítőelemként alkalmazzák.

Elefántcsont



8583. ábra⁸⁴

375 H&H Blaser R93 elefántcsont tusaszerkezettel

Elefántcsonton az indiai és afrikai elefánt agyaraiból kivágott sárgásfehér, enyhén áttetsző, tömör, csontszerű anyagot értik. Az Indiából származó csontok puhábbak, mint az afrikaiak, ezért, ezeket kevésbé becsülték, bár az afrikai elefántcsontok minősége sem egyforma. Legjobbak a Nyugat-Afrikából származó, kemény, finom szemcséjű, sárgulásnak sokáig ellenálló agyarak voltak, ezek közül is az úgynevezett fehérszürke, amely a Gabon folyó környékéről és az Egyenlítőtől délre vidékekről származik. Az elefántcsont jól megmunkálható, jól lehet fűrészelni, faragni, vésni, esztergálni, csiszolni, fényezni. Előszeretettel készítettek belőle kard- és törmarkolatokat, de, régebben teljes fegyverágyazatokat is. Az elefántcsont idővel megsárgul, megbarnul, amin fehéritéssel lehet segíteni. A fehérités egyik módja szerint az elefántcsontot egy terpentinolajjal telt üvegedénybe helyezik, üveglappal hermetikusan lezárva. Az üvegedényt 3-4 napig napfényre teszik. Az intenzív napfény hatására az elefántcsont kifehéredik. Napjainkban inkább puska ágyazatok díszítéséként, pisztoly markolatok anyagaként találkozhatunk velük.

Az elefántcsont mindig is nagy becsben tartott dolog volt, így elterjedt, illegális kereskedelmük egyre több elefánt elpusztítását igényelte. Az 1989-ben életbe lépett kereskedelmi tilalom próbált véget vetni az elefántok mészárlásának. Csak a megfelelő dokumentumok és engedélyek birtokában engedélyezik az elefántcsont felhasználását,

Az elefántcsonthoz hasonló tulajdonságú és hasonló célra felhasznált anyag a rozsmár- és a vízilóagyar. Ezek az anyagok is mindig drága, megbecsült portékák voltak.

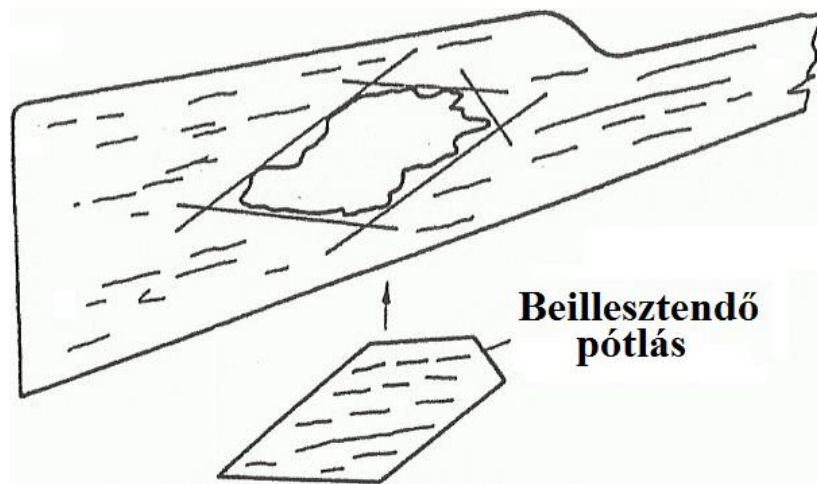
⁸⁴ Forrás: <https://john1911.com/ivory-stocked-rifle/>

2.3. A fa alkatrészek javítása, pótlása, díszítése

Fegyverek fa alkatrészeinél az esetek többségében az észlelt sérülések, hiányosságok mechanikus, rovarkártevő, vagy mikrobás eredetűek. Gombásodással, korhadással ritkábban találkozunk, bár ásatag és mostoha helyen tárolt daraboknál a fa részeken ez is előfordulhat. Az erősen korhadt fa alkatrészt először 1%-os zsíralkohol-szulfonátos áztatással tisztítsuk meg a ráakódott egyéb szennyeződésektől. Utána, ha nem választható el a fémrészekről, az áztatást folytathatjuk.

Tisztítás után 50%-os desztillált víz és denaturált szesz oldatban mossuk ki, majd 15-20 percig áztassuk acetonba. Ezt követően szobahőmérsékleten, lehetőleg légáram segítségével szárítsuk ki. Teljes száradás után a szivacsos, korhadt fát itassuk át bármilyen higított, szintelen műgyantalakkal, esetleg többször is.

Rovarkártevők ellen bármely, kereskedelemben beszerezhető szer használható, de megfelelő bármilyen szerves oldószerben való áztatás is. Ha a fa alkatrész anyaga csak helyenként korhadt és a károsult részek nem távolíthatók el, akkor alkoholos-acetonos áztatást követően, a száradás után a fa higított műgyantalakkos impregnálását injekciós tű és fecskendő segítségével is elvégezhetjük.



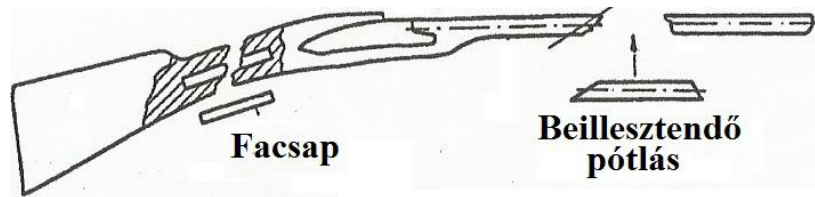
84. ábra⁸⁵

Hiány pótlása a tudaszerkezeten

Ha a károsult részek eltávolíthatóak, akkor azt úgy végezzük el, hogy a kivájt üreg széle már mindenütt csak egészséges anyagot tartalmazzon. A kisebb üregeket, hiányosságokat

⁸⁵ Forrás: Halmágyi Szabolcs – Riedel Lóránt: Régi fegyverekről. 1986. Műszaki Könyvkiadó

megfelelő színű műfával (vagy Pumukli mix) tapasszuk be. Száradás után csiszoljuk simára és esetleg színezzük. Ezt követően az eredeti színnek megfelelő páccal kezeljük, majd polírozzuk.



87. ábra⁸⁶

Tusaszervezet javítása, pótlása

Nagyobb üregeknél, hiányoknál munkáljuk azok széleit vésők segítségével vonalas fazonúra, simára. Az így előkészített, pótolandó helyekhez szorosan be-, illetve hozzáillesztjük a megfelelő fafajból előzőleg fazonra munkált, lehetőleg azonos szálirányú pótlásokat. A pontos illesztéshez a pótolandó rész többszöri hozzápróbálása szükséges, egészen addig, míg minden felület hézagmentesen illeszkedik. Ez a pontos megmunkálás a jó ragasztás egyik alapfeltétele. A ragasztás tartósságának másik fontos feltétele a jó ragasztóanyagon kívül az optimálisan megválasztott ragasztási felületek nagysága. Ha nem tudunk megfelelő nagyságú felületet kialakítani (pl. az ágyazat markolatrészenek törése), akkor keményfa csapok (tiplik) segítségével tudjuk a ragasztást erősíteni, rögzíteni. Természetesen a tusa ilyen módon történő javítása nagyban függ a törés jellegétől, amely ki is zárhatja ennek lehetőségét. Ragasztás előtt az illeszkedő felületeket portalanítsuk denaturált szeszes, vagy acetonos lemosással. Ez az esetleg olajos, zsíros részeket is letisztítja.

Ragasztásnál az illesztendő darabokat a száradás befejeztéig feltétlenül rögzítsük szorítócsavarokkal, kötözéssel, stb. A ragasztás teljes megszáradása után kezdhetjük a beragasztott rész megmunkálását. Először a nagyolással megközelítjük az eredeti formát. A műveletet ráspollyal, gipszkarton reszelővel, illesztőgyaluval, faragókésekkel és különböző fazonú késekkel végezhetjük.

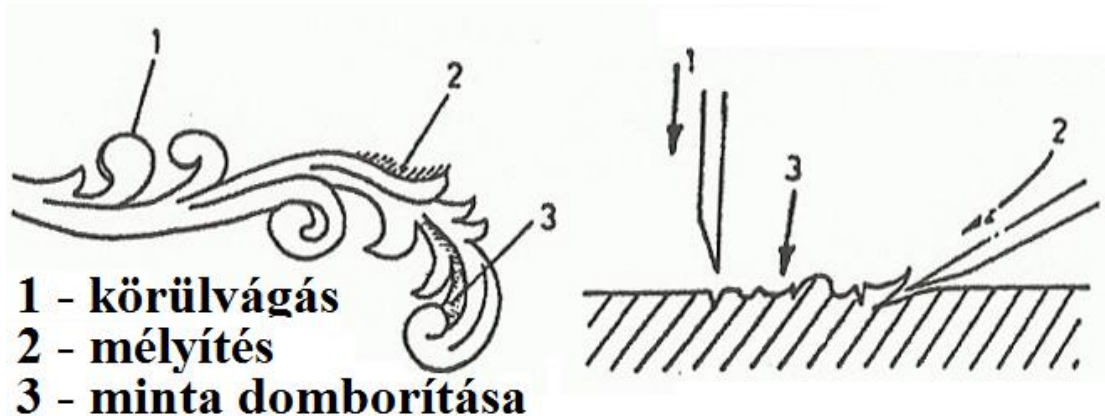


85. ábra

Gipszkarton reszelő

⁸⁶ Forrás: Hardy József: Vadászfegyverekről a vadászoknak, Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1969

Nagyolás után ceruzával rajzoljuk be pontosan az illesztendő fém alkatrész, vagy díszítési motívumok vonalait. Bonyolultabb formájú illesztéseknél az illesztendő alkatrésztől műgyanta lenyomatot készíthetünk. Ez annyiban könnyítheti meg a munkánkat, hogy van miről pontosan lemásolnunk a kimunkálandó rész formáját. Fém alkatrészek nagyon pontos beillesztésénél a hozzávetőleges méretre kinagyolt üregbe többszöri próbálás szükséges úgy, hogy az illesztendő alkatrész szélein jelzőfestéket alkalmazunk ugyanúgy, mint ahogy a tusaszerkezetek elkészítésének folyamata során tesszük. A festék nyomot hagy az üreg azon részein, ahol még bővíteni szükséges. Fém alkatrészek nagyon pontos beillesztésénél többszöri próbálás szükséges a kívánt minőségű illesztés elérése céljából.

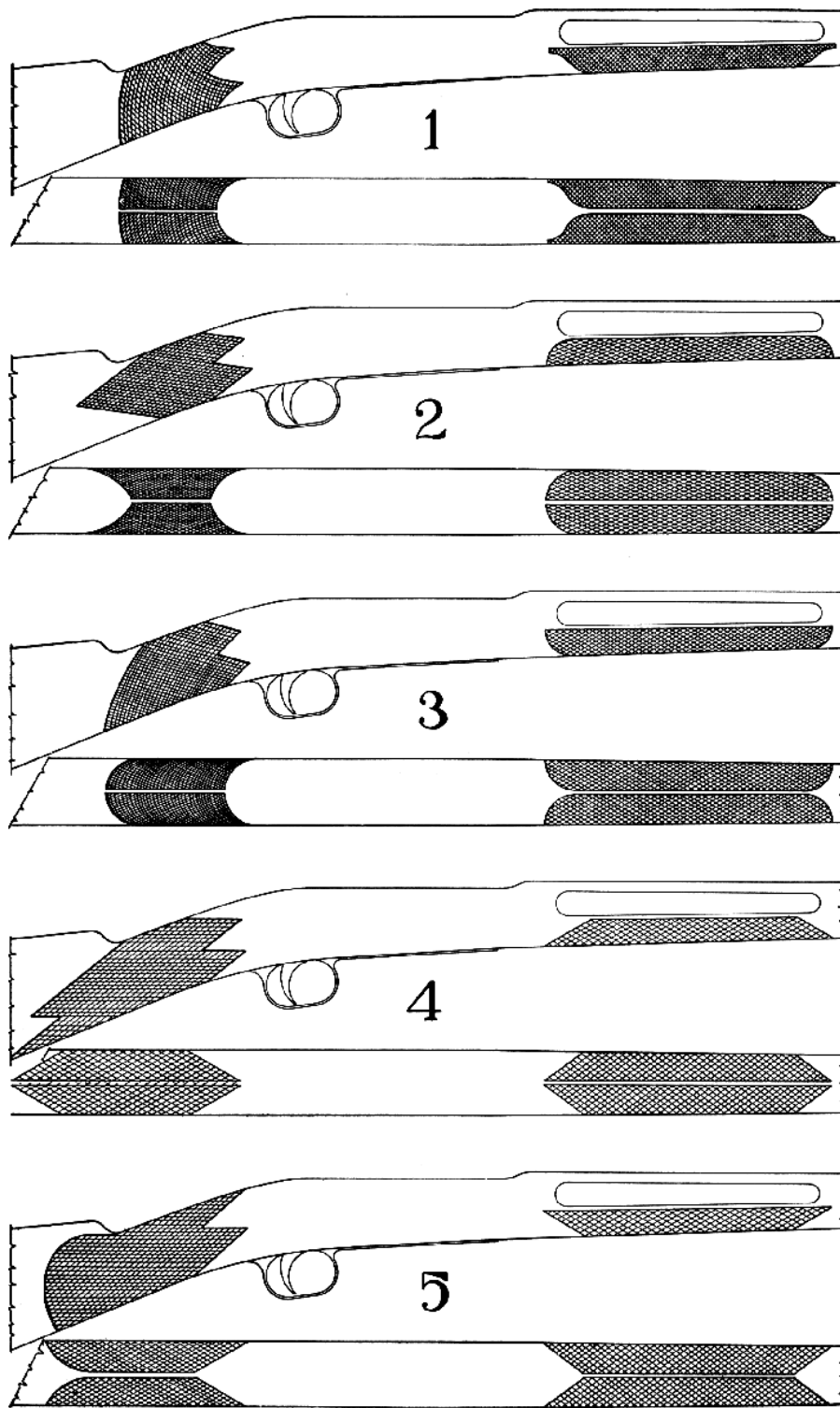


89. ábra⁸⁷

Fa díszítése, kifaragása

A fegyverágyazatok díszes faragásait az eredetivel megegyező stílusban, azonos motívumokkal kell pótolni. A pontos minta vonalas berajzolása után megfelelő ívű, fazonú faszobrász vésőkkel, egyéltű, durva szálkázóval bevágjuk a minták körvonalát, pontosan követve az előrajzolást. Először az íves részeket vágjuk be, utána a sarkokat, majd az egyeneseket. Könnyebben és szebben lehet faragni a fát, ha előtte kb. egy nappal paraffinolajjal lekezeljük a felületet a szálak puhítása céljából. Faragás közben szintén paraffinolajjal kenjük, kikeféljük a keletkezett forgácsot az elkészült mintákból. Ügyelnünk kell arra, hogy szerszámaink mindig élesek legyenek és feleljenek meg a kiegészítendő díszítés méreteinek, formájának.

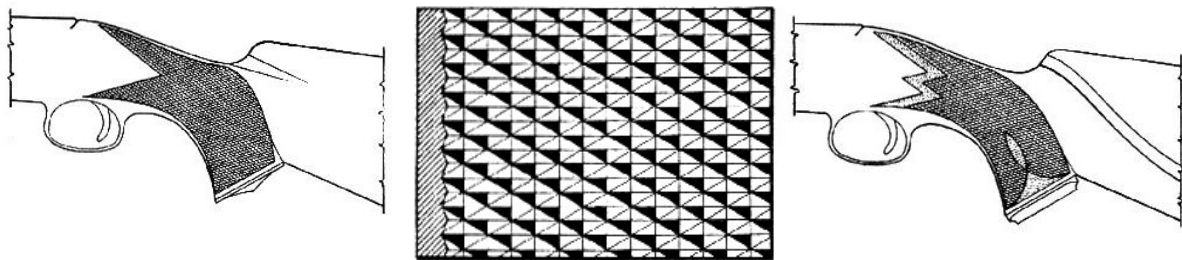
⁸⁷ Forrás: Halmágyi Szabolcs – Riedel Lóránt: Régi fegyverekről. 1986. Műszaki Könyvkiadó



86. ábra⁸⁸

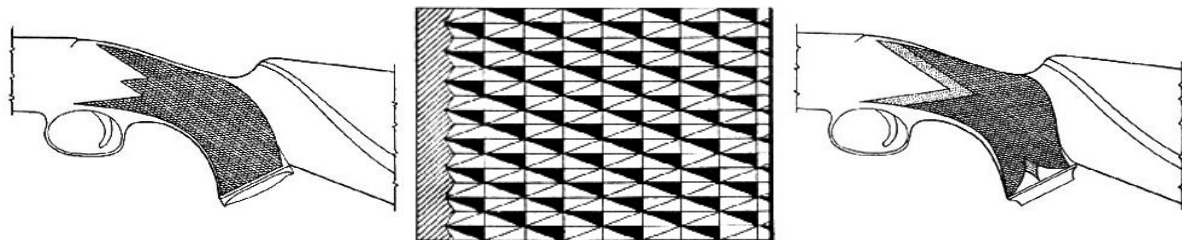
Néhány minta golyós lőfegyverek halszálkázására

⁸⁸ James Virgil Howe: The modern gunsmith, Fulk & Wagnalis Co, 1941 and 1954, USA



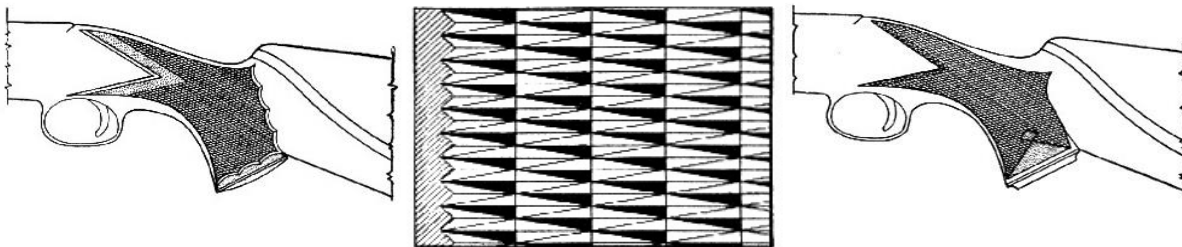
60°-os szálkázás

91. ábra⁸⁹



45°-os szálkázás

92. ábra⁹⁰



20°-os szálkázás

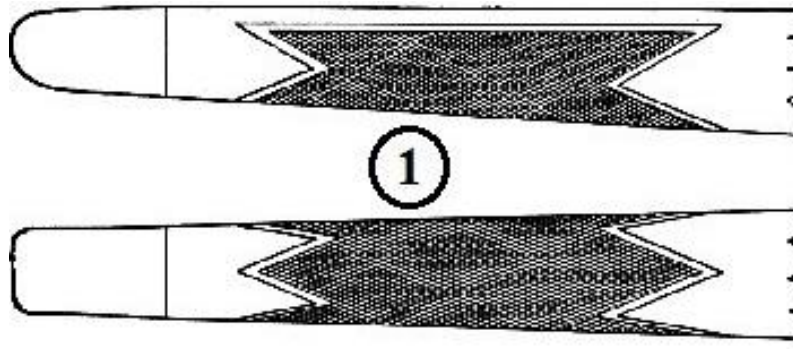
87. ábra⁹¹

Néhány minta golyós lőfegyverek pisztolymarkolatának halszálkázására

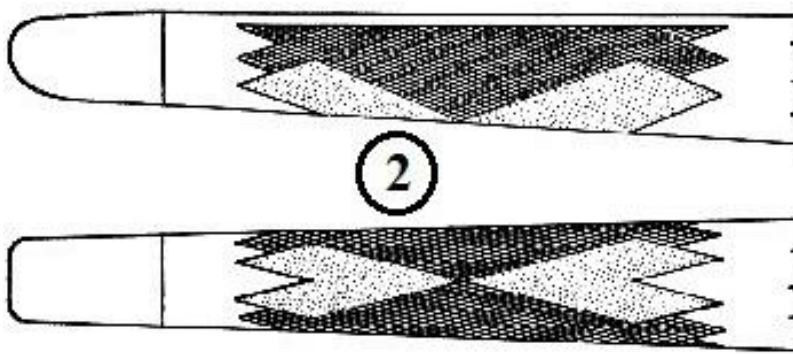
⁸⁹ James Virgil Howe: The modern gunsmith, Fulk & Wagnalis Co, 1941 and 1954, USA

⁹⁰ James Virgil Howe: The modern gunsmith, Fulk & Wagnalis Co, 1941 and 1954, USA

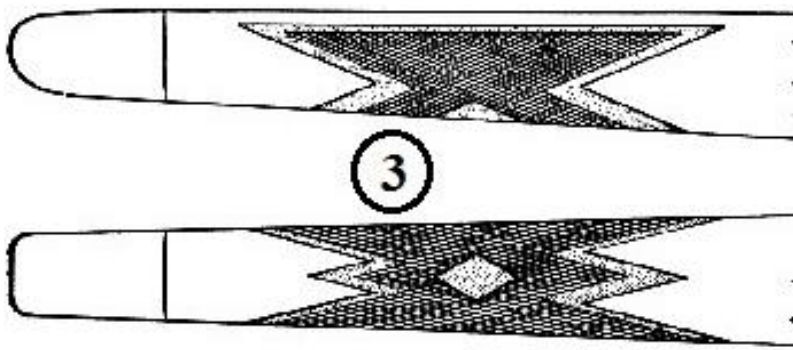
⁹¹ James Virgil Howe: The modern gunsmith, Fulk & Wagnalis Co, 1941 and 1954, USA



88. ábra⁹²



89. ábra⁹³



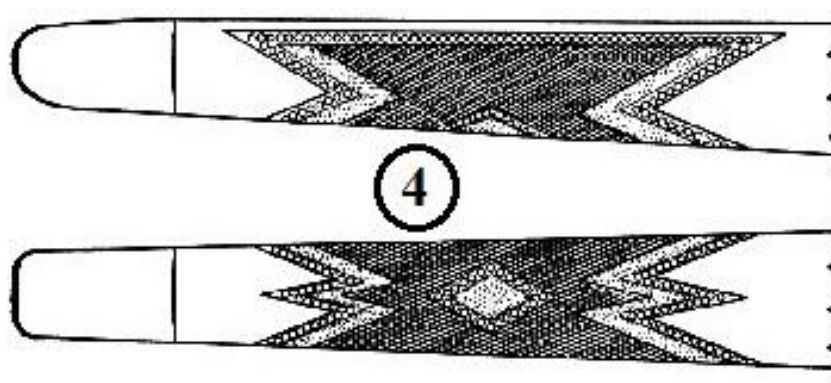
90. ábra⁹⁴

Néhány minta lőfegyverek előágy részének halszállkázására

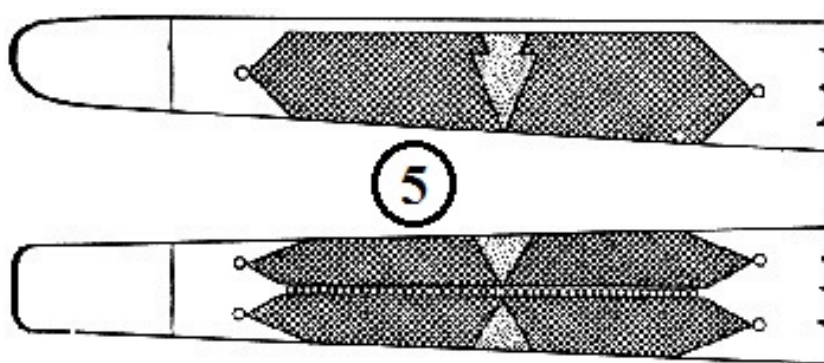
⁹² James Virgil Howe: The modern gunsmith, Fulk & Wagnalis Co, 1941 and 1954, USA

⁹³ James Virgil Howe: The modern gunsmith, Fulk & Wagnalis Co, 1941 and 1954, USA

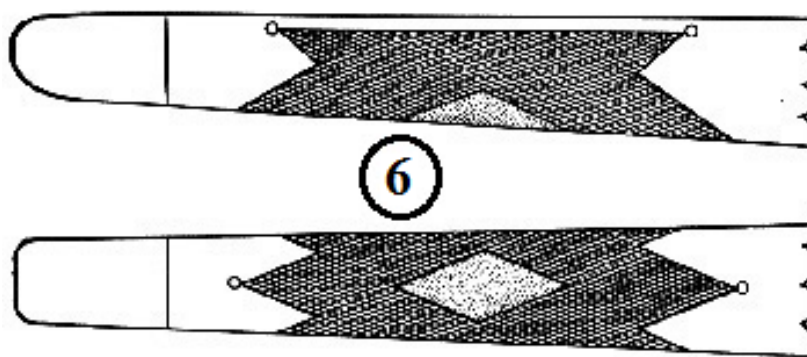
⁹⁴ James Virgil Howe: The modern gunsmith, Fulk & Wagnalis Co, 1941 and 1954, USA



91. ábra⁹⁵



92. ábra⁹⁶



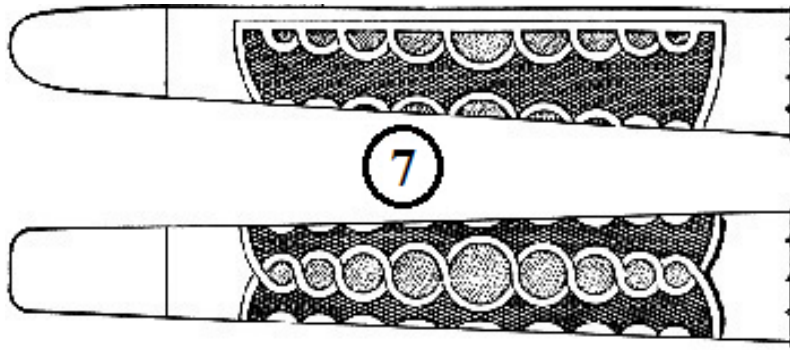
93. ábra⁹⁷

Néhány minta lőfegyverek előágy részének halszálkázására

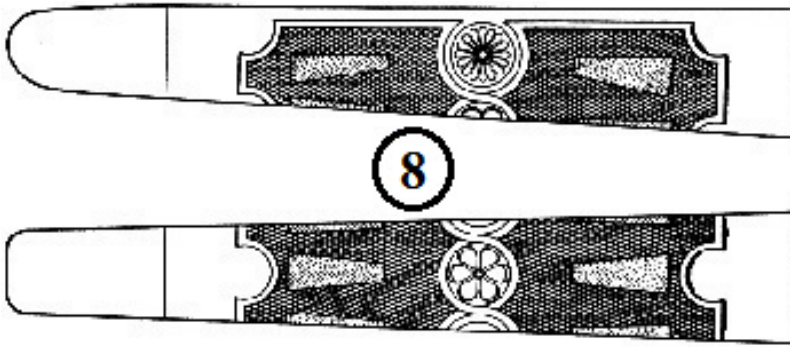
⁹⁵ James Virgil Howe: The modern gunsmith, Fulk & Wagnalis Co, 1941 and 1954, USA

⁹⁶ James Virgil Howe: The modern gunsmith, Fulk & Wagnalis Co, 1941 and 1954, USA

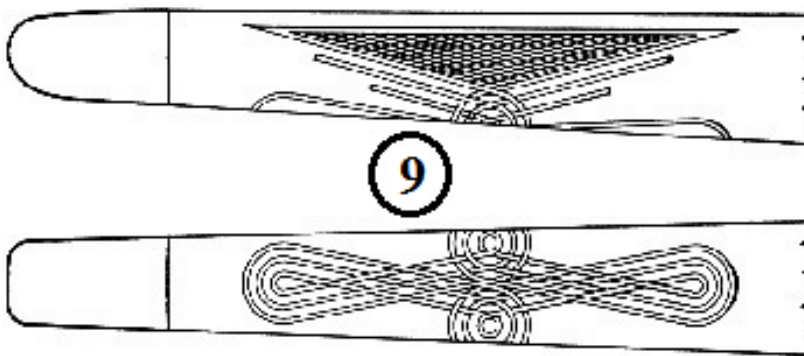
⁹⁷ James Virgil Howe: The modern gunsmith, Fulk & Wagnalis Co, 1941 and 1954, USA



94. ábra⁹⁸



95. ábra⁹⁹



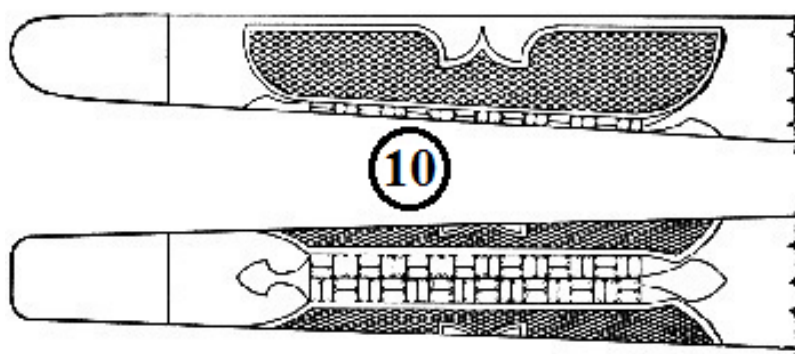
96. ábra¹⁰⁰

Néhány minta lőfegyverek előágy részének halszálkázására

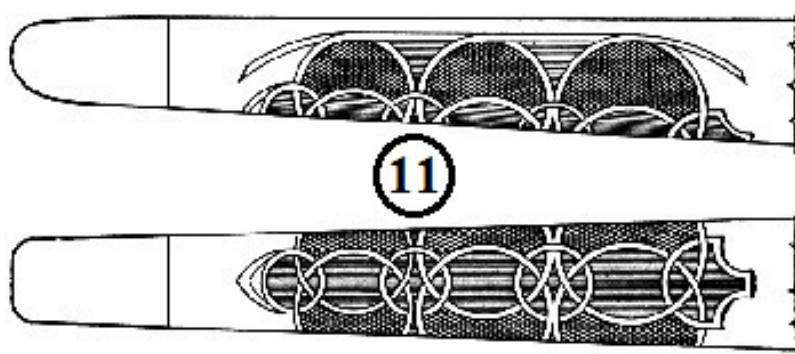
⁹⁸ James Virgil Howe: The modern gunsmith, Fulk & Wagnalis Co, 1941 and 1954, USA

⁹⁹ James Virgil Howe: The modern gunsmith, Fulk & Wagnalis Co, 1941 and 1954, USA

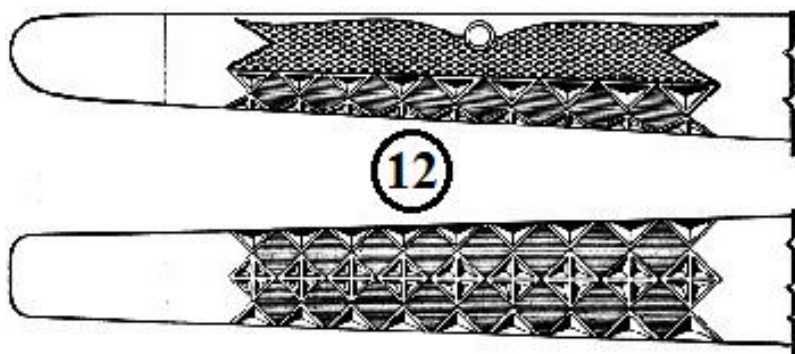
¹⁰⁰ James Virgil Howe: The modern gunsmith, Fulk & Wagnalis Co, 1941 and 1954, USA



97. ábra¹⁰¹



98. ábra¹⁰²



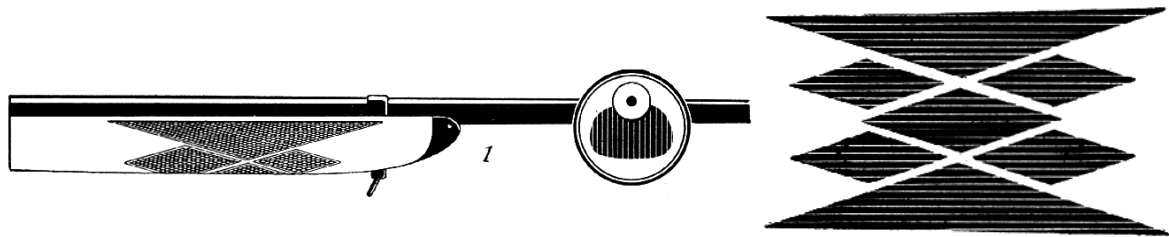
99. ábra¹⁰³

Néhány minta lőfegyverek előagy részének halszálkázására

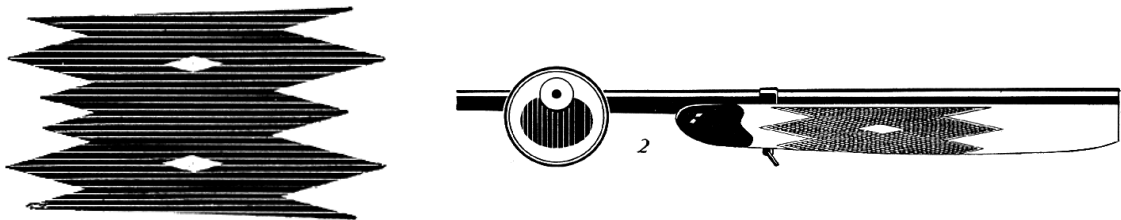
¹⁰¹ James Virgil Howe: The modern gunsmith, Fulk & Wagnalis Co, 1941 and 1954, USA

¹⁰² James Virgil Howe: The modern gunsmith, Fulk & Wagnalis Co, 1941 and 1954, USA

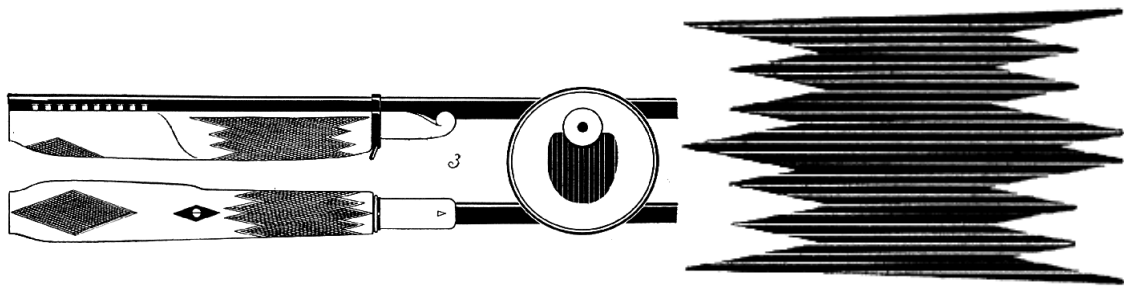
¹⁰³ James Virgil Howe: The modern gunsmith, Fulk & Wagnalis Co, 1941 and 1954, USA



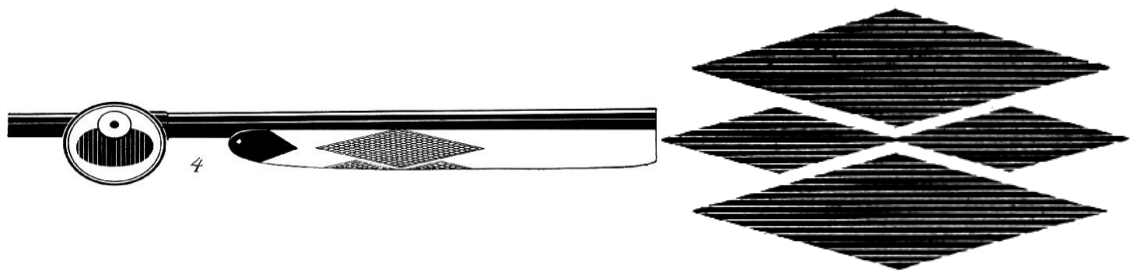
100. ábra¹⁰⁴



101. ábra¹⁰⁵



102. ábra¹⁰⁶



103. ábra¹⁰⁷

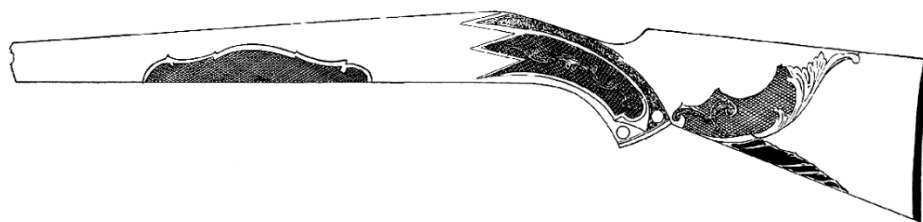
Minták és sablonjaik

¹⁰⁴ James Virgil Howe: The modern gunsmith, Fulk & Wagnalis Co, 1941 and 1954, USA

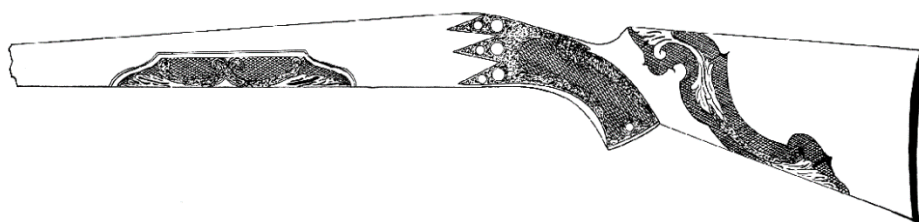
¹⁰⁵ James Virgil Howe: The modern gunsmith, Fulk & Wagnalis Co, 1941 and 1954, USA

¹⁰⁶ James Virgil Howe: The modern gunsmith, Fulk & Wagnalis Co, 1941 and 1954, USA

¹⁰⁷ James Virgil Howe: The modern gunsmith, Fulk & Wagnalis Co, 1941 and 1954, USA



104. ábra¹⁰⁸



105. ábra¹⁰⁹

Kombinált tusadísztési minták golyós lőfegyverre

¹⁰⁸ James Virgil Howe: The modern gunsmith, Fulk & Wagnalis Co, 1941 and 1954, USA

¹⁰⁹ James Virgil Howe: The modern gunsmith, Fulk & Wagnalis Co, 1941 and 1954, USA

3.0. Lőelméleti, ballisztikai számítások

3.1. Belső ballisztika

Lőfegyverek termikus hatásfoka

A lőfegyverek hőerőgépek. Hatásfokuk magas, aminek legfőbb oka az, hogy magas nyomáson dolgoznak. A maximális és torkolati nyomás között nagy a különbség. A maximális és átlagos nyomásviszony is 0,3-0,4 között van.

A maximális nyomást jelöljük P_{\max} , az átlagos nyomást pedig \bar{P} , vagy egyszerűbben P_a legyen. A nyomásviszony, $\eta_p = \frac{P_a}{P_{\max}}$ Nevezzük ezt a mutatót progresszivitási mutatónak is. P_a egyenesen arányos a torkolati energiával. (E_0)

A 8x57 IS kaliberű puska termikus hatásfokának számítása.

A lövedék tömege:	12,7 g
A lőpor jele és tömege: N140	3,16 g
A lőpor égéshője:	3700 g/J
Maximális gáznyomás:	3550 bar
A lövedék kezdősebessége:	770 m/s

A hőerőgépek termikus hatásfokát úgy számítják ki, hogy a lőportöltet hőenergiát osztják a lövedék mozgási energiával, majd szorozzák 100-al azért, hogy a számítás eredménye % legyen. A felhasznált hőenergia, a hüvelybe töltött lőpor kémiai energiája. A lőpor tömegét [g] megszorozzák annak égéshőjével.

$$3,16 \cdot 3700 = 11692 \text{ Joule}$$

A fegyverek hasznos energiája alatt a lövedék mozgási (csőtorkolati) energiáját értjük.

Megméri a lövedék kezdősebességét és tömegét. A mérési eredmények felhasználásával számítsuk a mozgási energiát. (Torkolati energiát.)

$$12,7 \text{ g} = 0,0127 \text{ kg.}$$

Helyettesítsük be az adatokat az egyenletbe.

$$E_0 = \frac{m \cdot v^2}{2} = \frac{0,0127 \cdot 770^2}{2} = 3765 \text{ [J]}$$

A felhasznált energia 11692 J

A termikus hatásfok: $3765/11692=0,322$. **$0,322 \cdot 100=32,2 \%$**

Az átlagos nyomás számítása a fegyvercsőben.

$$\eta = \frac{P_{\text{á}}}{P_{\text{max}}}, \text{ ahol}$$

$P_{\text{á}}$ a csőben kialakuló átlagos, P_{max} pedig, a maximális gáznyomás.

Alapadatok:

Kaliber: 30-06 Springfield. (7,62x63 mm)

A lövedék tömege: $m=11,7 \text{ g}$.

A kezdősebesség: 790 m/s

A lőpor tömege: $m_L=3,6 \text{ g}$

A csőfurat keresztmetszete: $Q=47,55 \text{ mm}^2$

A lövedék útja a csőben: $L=552 \text{ mm}$

A maximális gáznyomás: 3850 bar

- Az átlagos gáznyomást a csőben úgy számítják ki, hogy a torkolati energiát (E_0) osztják a csőfurat térfogatával.
- $P_{\text{á}} \cdot Q = F$ [N] Az átlagos nyomást szorozzák azzal a felülettel, amire a nyomás hat (a cső keresztmetszete), akkor az átlagos erőt kapják.
- Ha az átlagos erőt szorozzák a lövedékúttal, megkapják a lőporból keletkező gáz hasznos munkáját.
- A torkolati energia: $E_0 = \frac{m \cdot v^2}{2}$. A lövedék tömegéhez hozzáadják a lőportöltet felét, azért, mert a csőben lévő gáznyomás nem csak a lövedéket gyorsítja, hanem a az el nem égett lőporszemcséket is.
- A gyorsított tömeg: $11,7 + (0,5 \cdot 3,6) = 13,5 \text{ g}$. $E_0 = \frac{13,5 \cdot 790^2}{2} = 4213 \text{ [J]}$
- A $P_{\text{á}}$ kiszámításához használt egyenlet: $P_{\text{á}} = \frac{10 \cdot (m + 0,5 \cdot m_L) \cdot v^2}{2 \cdot Q \cdot L}$ Ebben az egyenletben csak a $P_{\text{á}}$ ismeretlen.

A lőpor tömegét [g], a csőfurat keresztmetszetét [mm²] a csőfurat hosszát [mm] mértékegységben írják be. A kiszámított értéket azért szorozzák 10-el, mert akkor a számítás eredménye bar mértékegységben lesz.

Megjegyzés. A számítási példában használt mértékegységek a fegyvervizsgálatban elfogadottak. A fegyver méreteit (CIP) „A gazdasági és közlekedési miniszter 31/2006. (VI.1.) GKM rendelet” tartalmazza. Az idézett rendelet 53. oldalán olvasható: A 30-06 Springfield cső keresztmetszete $Q=47,55 \text{ mm}^2$

$$P_a = \frac{10 \cdot 13,5 \cdot 790^2}{2 \cdot 47,55 \cdot 552} = 1605 \text{ [bar]}$$

Az átlagos nyomás (A szakirodalomban szokásos jelölése: (ismeretében jó közelítéssel számíthatjuk a lövedék kezdősebességét. (v_0))

$$v_0 = \sqrt{\frac{2 \cdot P_a \cdot Q \cdot L}{10 \cdot m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot P_a \cdot L}{10 \cdot Q_B}}$$

Az egyenlet szemlélteti, hogy a lövedék kezdősebessége gyök alatt egyenesen arányos az átlagos nyomás és a lövedékút szorzatával. Gyök alatt fordítva arányos a lövedék keresztmetszeti terhelésével.

Figyelem! Ha növelnénk csak a cső hosszát (L), akkor azzal nem arányosan nő a kezdősebesség, mert a hosszabb csőben kisebb lesz az átlagos nyomás.

A tágulási viszony és a torkolati nyomás számítása. (P_0)

Tágulási viszony alatt értjük a hüvely szabad térfogatának (V_H) és a csőfurat térfogatának arányát.

A fegyvercső szabad térfogata a hüvely és a cső együtt ($V_H + V_L$). A teljes térfogatot osztjuk a hüvely térfogatával:

$$\frac{V_H + V_L}{V_H} = 1 + \frac{V_L}{V_H} \geq 5 \dots 7 \text{ (huzagolt csövű golyós puskáknál)}$$

Ezt a viszonyt nevezik tágulási viszonynak (angolul „expansion ratio”). A lövedék útja a csőben a maximális nyomásig néhány mm-től néhány cm között van és azon belül döntően a tágulási-viszony meg a lőpor élénkségének függvénye.

$$P_{\max} \cdot V_H = p_0 \cdot (V_H + V_L) \text{ és ebből } \frac{P_{\max}}{P_0} = 1 + \frac{V_L}{V_H}$$

Következik ebből, pl. ha a tágulási viszony 6-szoros, akkor a P_0 már csak hatodrésze a maximális nyomásnak.

A nyomásviszony számítása

A belballisztika kiemelt mutatója az átlagos és maximális nyomások hányadosa. Nevezik nyomásviszonynak vagy progresszivitási mutatónak. A csőfurat kihasználási mutató és a termikus hatásfok nagymértékben ettől a mutatótól függ.

A maximális nyomás. (Mérési eredmény) $P_{\max}=3850$ bar

$$\eta = \frac{P_a}{P_{\max}} = \frac{1605}{3850} = 0,42$$

A nyomásviszony ismerete kiemelt mutató az optimális lőpor megválasztásához is. A lőpor tömegének növelésével vagy csökkentésével csak kismértékben változik a nyomásviszony. Ha a lövedék torkolati energiáját tervezzük növelni azt csak az átlagos nyomás növelésével lehet elérni. Progresszívebb lőpor használatával érhetjük el, hogy nagyobb arányban nő az átlagos, mint a maximális gáznyomás. Vontcsövű puszkákban a nyomásviszony 0,3-0,5 között változik.

A nyomásviszony növekedése a lövedék útját a maximális nyomás eléréséig ($L_{P_{\max}}$) előretolja. Fordítva, ha P_a/P_{\max} hányados csökken, akkor a maximális nyomás helye a csőben hátrátolódik.

Az optimális $P_{L_{\max}}$ számítása

Egyetemek belballisztikai tanszékein, fegyver, lőszer, és elsősorban a lőportervező kutatóhelyeken, van elegendő ismeret arra, hogy kiszámítsák a maximális nyomás helyét a csőben. Ezek a számítások egy konkrét lőszerre érvényesek. A gyárban töltött lőszer az azonban sokfélék, amiből következik, hogy a maximális nyomás helye is tág határok között van.

Nem csak az alkalmazott lőpor minőségének, elsősorban „élénkségének „Lebhaftigkeit” (németül), „Vivacity” (angolul) [1/bar·s] van hatása a nyomásnövekedés sebességére (dp/dt) hanem a fegyvernek is.

A tágulási viszony helyett a hüvely térfogatát veszik figyelembe.

Példa

A 308 Winchester (7,62x51mm) és a 30-06 Springfield (7,62x63 mm) lőszer megegyeznek abban, hogy a cső keresztmetszetük azonosak, mindegyiknél $47,55 \text{ mm}^2$

A 308 Winchester hüvelyének térfogata: $3,09 \text{ cm}^3$ 3090 mm^3

A 30-06 Springfield hüvely térfogata: $4,0 \text{ cm}^3$ 4000 mm^3

Ha a hüvelyek térfogatát (mm^3) osztják a csőkeresztmetszettel (mm^2) akkor a maradék dimenzió (mm).

$$308 \text{ Winchester} \quad \frac{3090}{47,55} = 65 \text{ mm}$$

$$30-06 \text{ Springfield} \quad \frac{4000}{47,55} = 84 \text{ mm}$$

Jelenti ez azt, hogy pl. a 30-06 Springfield cső 84 mm hosszának a térfogata egyezik meg a hüvely szabad térfogatával.

A belballisztikai számításokban használt viszonyszám a csőfurat hosszának és hüvelytérfogat „átszámított” hosszának hányadosa, ami dimenzió nélküli jellemző. Ennek a hányadosnak pl. jelentős hatása van a fegyverek teljesítményére, de a maximális nyomás helyére nincs, mert az független a cső hosszától.

Ha az átszámított hüvelytérfogatot szorozzuk 0,6-al (Professzor Szerebrjakov, Mendelevjev Intézet) akkor megkapjuk P_{Lmax} optimális értéket.

$$308 \text{ Winchester} \quad 65 \text{ mm} \times 0,6 \approx 4 \text{ cm}$$

$$30-06 \text{ Springfield} \quad 84 \text{ mm} \times 0,6 \approx 5 \text{ cm.}$$

Határozzuk meg a 8 mm Mauser puskában (8x57 IS) és a 8x68 mm európai Magnum puskában a maximális nyomás helyét!

Alapadatok:

$$\text{Csőkeresztmetszet:} \quad 50,91 \text{ mm}^2$$

$$8x57 \text{ mm hüvelytérfogat:} \quad 3,49 \text{ cm}^3$$

$$8x68 \text{ mm} \quad 5,12 \text{ cm}^3$$

A fegyverek nyomáspróbája. Adatok a fegyvercső és zár tervezéséhez.

A polgári kézi-lőfegyverek vizsgálatára (1914, Brüsszel) államok közötti egyezményt kötött többek között hazánk is. A C.I.P. (Nemzetközi Állandó Bizottság a Kézi-lőfegyverek Vizsgálatára. A C.I.P. magyar javaslatra (1976. Budapest, Plenáris Ülés, C.I.P. Elnök: Dr. Kováts Zoltán) a fegyverek kötelező vizsgálatához hasonlóan a „Brüsszeli Egyezményt” kiterjesztette a lőszer vizsgálatára is.

A fegyverek terhelésének, a nyomáspróbának kötelező megelőzni a használatbavételt. A vizsgálat lényege abban van, hogy a kereskedelmi lőszer megengedett maximális nyomásához képest „erősebb” lőszerrel kell végezni a „próbát” amit magyarul belövésnek, idegenszóval tormentálásnak neveznek.

A simacsövű (sörétes) puszkák nyomáspróbája.

Az ólomsörétes löszerek használatára előírt vizsgálat alapját a növelt nyomású löszerek használata (belövés csövenként kettő löszerrel) képezi.

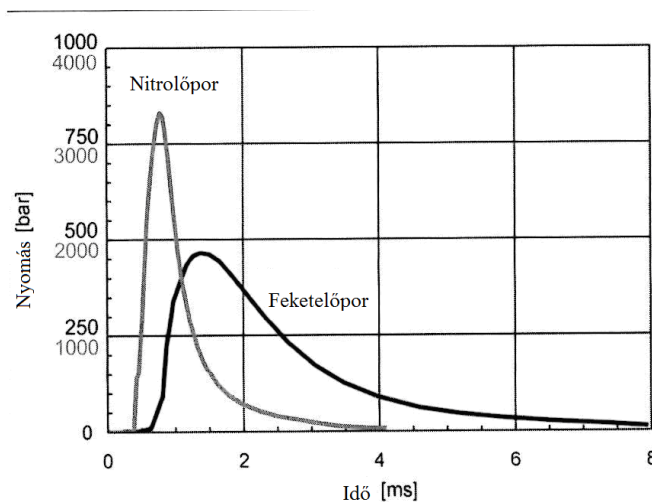
Példa: A 12/70 kaliberű kereskedelmi löszer maximális nyomásának megengedett felső határa (legalább 20 db löszer mért értékének átlaga) $\overline{P_{max}} \leq 740$ bar. A megengedett felső határ átlagérték. Egy löszer átlagos nyomása lehet: $1,15 \cdot 740 = 850$ bar.

Megjegyzés. A löszergyárak a felső határ alatt 5-10 % értékkel kisebb nyomású löszereket forgalmaznak.

A fegyvervizsgáló löszer maximális nyomásának átlag 25 % értékkel nagyobb nyomásúnak kell lenni az első, a C.I.P. határozatban T₁ helyen, (M=25-30 mm) a hüvelyben. Az átlagos nyomás $\overline{P_{max}} \geq 930$ bar. Egy próbatöltény maximális nyomása lehet: $1,6 \cdot 930 \approx 1500$ bar.

Figyelem! A belövő (vizsgáló) löszer között lehet 1500 bar nyomású is! Következik ebből, hogy a fegyvercső és azoknak a fődaraboknak a tervezésekor, amiket a vizsgálónyomás terhel legalább 1500 bar legyen.

A sörétes puszkából kilőhető feketelőporral töltött löszer is. A feketelőpor maximális nyomása számottevően alacsonyabb a füstnélküli lőporhoz képest, de annak kialakulásáig (P_{Lmax}) a töltet nagyobb utat tesz meg.



106. ábra

A T₂ Mérőhely (M=162 mm) teszi lehetővé és kötelezővé a cső szilárdságának terhelését olyan löszerekkel, melyeknek nyomása 450-600 bar között van még 162 mm csőhossznál is.

A tervező nyomás ezért 600 bar, a csőfartól mérve 162 mm-ig.

Az alábbi táblázat letölthető már az Internetről francia, angol és német nyelven.

„M” jelenti a mérőhely távolságát a hüvely fölött.

PT_{max}. Az Elektro-mechanikus mérési módszerrel mért érték. Magyar dokumentumokban em a jele. ($P_{\max.em}$)

PK az egy lőszer legnagyobb és a vizsgáló-lőszer legkisebb nyomását jelenti,

PE pedig a vizsgálólőszer átlagának minimális értéke.

Figyelem! A 12/70 vizsgálólőszer nyomása 930 bar, de a 12/76 kaliberjelű puskáé 1320 bar.

Képezze alapos megfontolás tárgyát az, hogy 12/70 puskát alakítsanak át 12/76 kaliberűre. Új, kötelező nyomáspróba a felelősség vállalásával!

Azok a sörétes puskák, amelyek fokozott teljesítményű, alternatív sörétek kilövésére is vizsgáltnak a fent írtaktól jelentős részben különböző terhelést kapnak.

- Nem változtak az egyes kaliberekre vonatkozó maximális nyomás értékei.
- A belövést előírt átmérőjű és tömegű acélsöréttel kell végezni, csövenként kettő lőszer kilövésével.
- Az alternatív (nem ólom) sörétes löszerek teljesítménye korlátozott. Kötelező mérni az $M_{2,5}$ (Moment), mozgásimpulzust a csőtorkolat előtt 2,5 méter távolságban) értéket. Maximumot írtak elő. Pl. $M_{2,5} \leq 14 \text{ N}\cdot\text{s}$
- Felső határai vannak a söréttöltet ($v_{2,5}$) repülési sebességének is, pl. 430 m/s

Számítás: A 12/76 kaliberű lőszerben 32 g acélsörét van. Az ellenőrző sebességmérés eredménye $v_{2,5} = 415 \text{ m/s}$. Számítsuk ki $M_{2,5}$ értékét.

$$M = m [\text{kg}] \cdot v [\text{m/s}] = 0,032 \cdot 430 = 13,6 \text{ N}\cdot\text{s} \quad \text{Minősítés: Megfelelő!}$$

- A fegyvervizsgáló acélsörétes löszerek minden változatára minimumként értendő vizsgáló $M_{2,5}$ értékeket határozott meg a C.I.P., aminek betartása kötelező.

C.I.P.	Schrotpatronen	TABELLE VII
		DATUM 84-06-14
		REV. 10-05-26

Kaliber für Schrotpatronen mit Zentralfeuerung.

Methode mechanisch-elektrischer Wandler

Kaliber	Datum	Rev.	Hülse maxi mm	Länge		Nominale Zoll	M	PTmax	PK	PE	
				Lager mini mm							
4/82	89-01-19	06-09-19	82,4	82,6	3"1/4	25/30	1050	1200	1320		
4/101			101,0	101,2	4"	25/30	1050	1200	1320		
8/82	89-01-19	06-09-19	82,4	82,6	3"1/4	25/30	1050	1200	1320		
8/100			100,0	100,5	4"	25/30	1050	1200	1320		
10/76	84-06-14	06-09-19	76,0	76,2	3"	25/30	1050	1200	1320		
10/82			82,4	82,6	3"1/4	25/30	1050	1200	1320		
10/89			88,7	88,9	3"1/2	25/30	1050	1200	1320		
12/35 T	09-05-05		35,0	35,0		25	150	173	188		
12/50 SAPL	84-06-14	08-09-23	50,0	50,1	2"	25/30	90	104	113		
12/60			60,0	60,1	2"3/8	25/30	740	850	930		
12/65			65,0	65,1	2"1/2	25/30	740	850	930		
12/67			67,5	65,1	2"5/8	25/30	740	850	930		
12/70			69,8	69,9	2"3/4	25/30	740	850	930		
12/73			72,8	73,0	2"7/8	25/30	1050	1200	1320		
12/76			76,0	76,2	3"	25/30	1050	1200	1320		
12/89			88,7	88,9	3"1/2	25/30	1050	1200	1320		
14/65			84-06-14	06-09-19	65,0	65,1	2"1/2	25/30	740	850	930
14/67					67,5	65,1	2"5/8	25/30	740	850	930
14/70					69,8	69,9	2"3/4	25/30	740	850	930
16/65			84-06-14	06-09-19	65,0	65,1	2"1/2	25/30	780	900	980
16/67					67,5	65,1	2"5/8	25/30	780	900	980
16/70					69,8	69,9	2"3/4	25/30	780	900	980
16/76	10-05-26	76,0			76,2	3"	25/30	1050	1200	1320	
20/65	84-06-14	07-05-14	65,0	65,1	2"1/2	25/30	830	950	1040		
20/67			67,5	65,1	2"5/8	25/30	830	950	1040		
20/70			69,8	69,9	2"3/4	25/30	830	950	1040		
20/76			76,0	76,2	3"	25/30	1050	1200	1320		
20/89			88,7	88,9	3"1/2	25/30	1050	1200	1320		
24/63,5	84-06-14	06-09-19	63,5	63,6	2"1/2	25/30	830	950	1040		
24/65			65,0	65,1	2"1/2	25/30	830	950	1040		
24/70			69,8	69,9	2"3/4	25/30	830	950	1040		

PTmax = mittlerer, höchstzulässiger Gasdruck (bar)

PK = 1,15 Pmax = höchstzulässiger statistischer Einzelwert (bar)

PE = 1,25 Pmax = mittlerer Beschussgasdruck (bar)

M = Lage der Messstelle (mm)

Anmerkung : - Die Gasdruckwerte der Patronen hoher Leistung und für den verstärkten Beschuss gelten für alle Kaliber.

- Schrotpatronen mit einer maximalen Hülslenlänge von 67,5 mm können aus Patronenlagern mit einer Länge von 65 mm verschossen werden.

2011

107. ábra¹¹⁰

¹¹⁰ Forrás: <http://www.cip-bobp.org/fr>

A vontcsövű golyópuskák nyomáspróbája és tervezésének számításához adatok gyűjtése.

A C.I.P. 1969-ben úgy módosította alapszabályát, amiben kiemelt feladatként szerepel a technika (mérés és gyártás) fejlődését követő korszerűsítések folyamatos használatbavétele.

A változások szemléltetésére legyen két példa:

- A mechanikus (kröser) nyomásmérés legalább 100 éves használatát felváltotta az elektromechanikus módszer (piezo indikátor). Nem csak a módszer, hanem a mérési eredmények számszerű értékei is nagymértékben változtak. Értelmeztjük úgy a kröserrel mért nyomás „jelzőszám” volt akkor is, ha kapott dimenziót. (kg/cm^2 , bar). A piezo indikátor használatának kötelezővé tétele (C.I.P., NATO, SAAMI/ANSI) tette lehetővé a mérőhelyen meglévő nyomás valós értékének meghatározását. A 9x19 mm Luger lőszer PK_{\max} értéke 2600 bar volt, ami $PT_{\max} = 2350$ bar értékre csökkent. A 12/70 sörétes puska megengedhető maximális nyomása kröserrel $650 \text{ kg}/\text{cm}^2$ értékről, piezo indikátorral mérve 740 bar lett. A 308 Winchester puskalőszer nyomása $3600 \text{ kg}/\text{cm}^2$ helyett piezo indikátorral mérve 4050 bar.
- Jelentősen megváltozott a fegyverek belövésének előírása is. Amik a maximális nyomást kröserrel mérték a kaliberre előírt PK_{\max} „számot” növelték minimum 30 % értékkel. A 12/70 puskánál így: $1,3 \cdot 650 = 845$ bar. A piezo indikátor szabványosított és kötelezővé tett bevezetése után (a magyar delegáció által kidolgozott és elfogadott határozat szerint, a golyópuskák belövése úgy történik, hogy legalább az $1,25 \cdot PT_{\max}$ a vizsgálotöltény nyomása. A 25 % nyomásnövelés azonban nem elegendő feltétel a fegyver alapos vizsgálatára. A magyar delegáció javaslatának volt része az is, hogy kerüljön be a vizsgálat kiegészítésére a „belövő energia” is. Ha előírjuk a vizsgálólőszer lövedékének torkolati energiáját is, akkor meghatározzuk az átlagos (P_a) nyomást is. legyen legalább 5 % értékkel nagyobb a legnagyobb teljesítményű kereskedelmi lőszeresek átlagos nyomásánál.

Az alábbi táblázat a C.I.P. dokumentáció egy lapjának másolata. Ursprungland jelenti a származási országot, ahol az adott „kalibert” tervezték. Új a táblázatban az EE [J] a mi a Belövő Energia, francia nyelvű kezdőbetűi.

Válasszuk ki a táblázatból a 8x57 IS és a 8x68 S kaliberjelzésű lőszereseket.

	PT_{\max}	PE	EE	$1,5 \cdot PT_{\max}$
8x57 IS	3900	4875	4300	5850
8x68 I	4400	5500	5975	6600

Az $1,5 \cdot PT_{\max}$ a lehetséges legnagyobb nyomású vizsgálo lőszer maximális nyomása. Következik ebből, hogy ezt a nyomást kell figyelembe venni a fegyvergyártó mesternek, ha

fődarabot cserél, átalakít, vagy megváltoztatja a fegyver kaliberét. A fegyvergyártó mester köteles az új vizsgálatot kezdeményezni.

Figyelem! Ismeretterjesztő és szakkönyvekben, gyártmány katalógusokban még gyakran a PK_{max} értékek vannak. A fegyvergyártó mesterek kizárólagos adatbázisa a C.I.P. táblázatok legyenek! Évente átlag 5-10 új kaliberjelzésű fegyverrel bővülnek a táblázatok.

C.I.P.	Patronen ohne Rand	TABELLE I	
		DATUM	84-06-09
		REV.	10-05-26

Kaliber der Langwaffen mit gezogenen Läufen für Zentralfeuerpatronen ohne Rand.
Die metrischen Kaliber sind vor den Kalibern die ursprünglich in Zoll festgelegt wurden, gereiht.
Die Reihung ist aufsteigend und in alphabetischer Ordnung nach der Kaliberbezeichnung.

Methode mechanisch-elektrischer Wandler

(Fortsetzung)

Kaliber	Ursprungsland	Datum	Rev.	M	PTmax	PK	PE	EE
7 mm B.R. Rem.	US	94-03-01	02-05-15	17,5	4050	4658	5060	3150
7 mm Exp. Rem.	US	84-06-14	02-05-15	25	4050	4658	5060	3930
7 mm KM	DE	99-09-01	08-09-23	25	4400	5060	5500	5670
7 mm Rem. SA Ultra Mag.	US	02-03-01	04-09-27	25	4400	5060	5500	4500
7 mm Rem. Ultra Mag.	US	02-01-22	02-05-15	25	4400	5060	5500	5250
7mm SE v.H.	DE	84-06-14	02-05-15	25	4400	5060	5500	4525
7 mm Win. Short Mag.	US	02-01-22	08-09-23	25	4400	5060	5500	4830
7,21 Firebird	FI	02-01-22	08-09-23	25	4400	5060	5500	6375
7,5 x 54 MAS	FR	07-05-14		25	3800	4370	4750	3575
7,5 x 55 Suisse	CH	84-06-14	06-01-03	25	3800	4370	4750	3965
7,62 x 39	SU	89-01-04	02-05-15	25	3550	4083	4440	2510
7,62 x 45	CS	92-08-03	08-09-23	25	4300	4945	5375	2515
7,62 UKM	DE	02-01-22	08-09-23	25	4400	5060	5500	5565
7,65 x 53 Arg.	DE	84-06-14	02-05-15	25	3900	4485	4875	3700
7,82 Warbird	FI	00-02-15	08-09-23	25	4400	5060	5500	6760
7,92 x 24 VBR	BE	07-05-14		17,5	3310	3807	4300	660
7,92 x 33 kurz	DE	84-06-14	07-05-14	25	3400	3910	4250	1770
8 x 51 (Mauser K)	DE	84-06-14	02-05-15	25	3400	3910	4250	2635
8 x 56 M.-Sch.	AT	84-06-14	02-05-15	25	3200	3680	4000	2860
8 x 57 I	DE	84-06-14	02-05-15	25	3800	4370	4750	3950
8 x 57 IS	DE	84-06-14	06-06-23	25	3900	4485	4875	4300
8 x 57 PCC	IT	09-05-05		25	4400	5060	5500	5200
8 x 60	DE	84-06-14	02-05-15	25	4050	4658	5060	3900
8 x 60 S	DE	84-06-14	06-09-19	25	4050	4658	5060	4285
8 x 64	DE	84-06-14	02-05-15	25	4050	4658	5060	4375
8 x 64 S	DE	84-06-14	02-05-15	25	4050	4658	5060	4595
8 x 68 S	DE	84-06-14	06-09-19	25	4400	5060	5500	5975
8 x 75 S	DE	84-06-14	02-05-15	25	4400	5060	5500	4750
8,5 x 63	DE	92-02-27	06-01-24	25	4300	4945	5375	5540
9 x 56 M.-Sch.	AT	95-06-28	05-07-01	25	2080	2392	2600	2815
9 x 57	DE	84-06-14	04-05-18	25	2800	3220	3500	3650
9,3 x 57	DE	07-05-14		25	3000	3450	3750	4250
9,3 x 62	DE	84-06-14	02-05-15	25	3900	4485	4875	5335
9,3 x 64 Brenneke	DE	84-06-14	02-05-15	25	4400	5060	5500	5335

PTmax = mittlerer, höchstzulässiger Gasdruck (bar)
PTomax = mittlerer, höchstzulässiger Gasdruck, konformal (bar)
PK = 1,15 Pmax = höchstzulässiger statistischer Einzelwert (bar)
PE = 1,25 Pmax = mittlerer Beschussgasdruck (bar)
M = Lage der Messstelle (mm)
EE = mindeste Beschussenergie (Joule)

Anmerkung: Für konformal und tangential Druckaufnehmer ist (M) gemäß den Angaben des Herstellers zu wählen.

Mag.	= Magnum	Win.	= Winchester
SEv.H.	= Super Express vom Hofe	H.V.	= High Velocity
M.Sch.	= Männlicher Schönauer	Riml.N.E.	= Rimless Nitro Express
SE	= Schweden	Spring.	= Springfield
Rem.	= Remington	Exp.	= Express

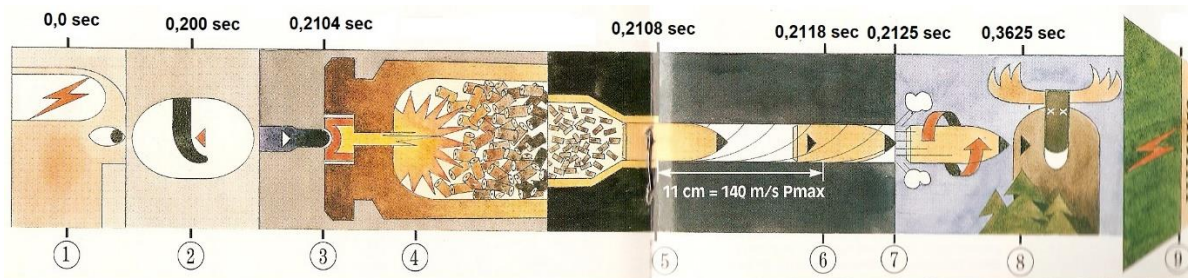
108. ábra¹¹¹

¹¹¹ Forrás: <http://www.cip-bobp.org/fr>

Kilövési idő

A lőszer minőségének kiemelt mutatója a kilövési, (működési idő), aminek túllépése „kritikus hiba” Jelenti ez azt, hogy a vizsgált mintában egy lőszer kilövési ideje sem lehet nagyobb, (hosszabb) az adott lőszerre megállapított, értéknél. Példa:

A 7,62×51 mm NATO lőszer kilövési ideje nem lehet nagyobb, mint 1,6 ms.



109. ábra

A „hosszú másodperc”

A kutatók megállapították, hogy egy átlagos idegrendszerű, képzett lövésznek legalább egy másodpercre van szüksége ahhoz, hogy a lövésre kiadja (magának) a parancsot, ami az agyából eljut az elsütő–billentyű meghúzásáig.

Az ábrán az 1. pont a szemet és az agyat mutatja. A fegyver működésének ez a 0,0 sec, induló ideje. Látjuk a 2. ponthoz tartozó időt, ami hosszabb, mint a kilövési idő. A 0,200 sec alatt a fegyver elmozdulhat, ezért a fegyver tervezői ennek az időnek a lerövidítésére törekcszenek.

A Perazzi koronglövő puskák mind „V” rugósak, mert annak működési-ideje rövidebb a spirál ütőszeg rugóhoz képest.

Az ütőszeg ráüt a csappantyúra és az abban lévő gyújtóelegy az üllön súrlódik. A súrlódási-hő meggyújtja az elegyet.

A kilövési idő mérése abban a pillanatban kell, hogy kezdődjön, amikor az ütőszeg érintkezik a csappantyúval, ami a 2.-3. pontok határán van. Ez az idő mindössze: 0,005 sec.

A gyújtófuraton forró gáz és égő szilárd részek nagy nyomáson áramlanak a lőpor közé. Meggyullad a lőportöltet kvázi teljes felülete, a keletkező gázok nyomást fejtenek ki a hüvelyfenékre, annak falára és a lövedékre.

A hüvely kitágul, tömít, a csappantyút és a hüvelyt megtámasztja a zár. Az ábra 5.-ik pontja szemlélteti, hogy a lőpor meggyulladásának ideje csupán 0,0003-0,0004 sec. Az ábra egy 30-06 Springfield lőszerre vonatkozik, amiben 11,7 g-os lövedék van. A lőszerbe való lőpor minőségének ebben a pillanatban is döntő szerepe van.

Ha a lőpor felülete fényes, mert erősen zselatinált, ha az optimálisnál több grafit van a felületen, ha a lőport a lövedék összenyomta, ha a lőpor nem tölti ki optimálisan a hüvely szabad térfogatát megnő a gyújtási-ideő, a lőszer működése érzékenyebbé válik minden más tényező változására.

Nézzük az 5.-6. pontot. A lövedék 10-11 cm utat tesz meg a csőben, mire kialakul a maximális nyomás. A lövedék sebessége ebben a pillanatban 140 m/s és ennek a szakasznak az ideje csupán 0,0003-0,0004 sec

A maximális nyomás eléréséig eltelt idő (a példában 0,3-0,4 ms) és a hozzátartozó lövedékút (10-11 cm) valós értékét nagymértékben befolyásolja a lőpor minősége.

Ha a lőpor élénksége az optimálisnál nagyobb, a maximális nyomás kialakulásáig eltelt idő csökken, annak helye hátratólik. Az ilyen, élénk lőporral töltött lőszer érzékenyebb a hőmérsékletváltozásra, a fegyvercső állapotára és hosszára, de ami a legfontosabb a cső élettartamának lerontását eredményezi.

Térjünk vissza az ábrához. A csőből kilépő lövedék kezdősebessége 823 m/s. A csőátfutási idő 0,0017 sec. A lövedék fordulatszáma kereken 3000 fordulat/perc. Repülési idő a 100 méterre lévő célra 0,15 sec.

Adjuk össze most az időket, becsüljük meg a kilövési időt.

A 0,2125 sec időből vonjuk le az ütőszeg indítás és mozgásidejét, ami az ábrán 0,2000 sec. $0,2125 - 0,2000 = 0,0125$ sec.

A 308 Winchester (7,62 NATO) lőszer kilövési ideje maximum még -54°C hőmérsékleten 2 ms lehet.

A Kalasnyikov (M43) lőszer átfutási ideje, mert annak kezdősebessége csak 730 m/s, valamivel nagyobb. A lőszer minősítésekor a kilövési idő mérése megkerülhetetlen. Minden mérőrendszer tartalmazza ennek eszközeit, (gyorsulásmérő, torkolati fénykapu vagy torkolati piezo indikátor, stb.) és az adatfeldolgozó programokban is benne van.

Ha a lőszer minőségét kell meghatároznunk nem elegendő a maximális nyomásnak, a kezdősebességnek mérése és a szórások számítása. A mai modern kísérleti ballisztikában a kilövési idő mérése kiemelt jelentőségű. A kilövési idő minőségi, de biztonsági jelző is. Tiszteletben nem tartása kritikus hiba.

3.2. Külső ballisztika

Légüres térben hány kilométer lenne a lövedék lőtávolsága és a röppálya tetőpont-magassága, ha az induló szög 45° , a lövedék kezdősebessége pedig 800 m/s ?

A hangsebesség fölött repülő lövedékeket a légellenállás közel a sebesség négyzetével arányosan, fékezi. Ha a Földnek nem lenne légköre, akkor a lövedék csak a gravitáció hatására térne le egyenes vonalú egyenletes pályájáról.

Légüres térben a lövedék röppályája független annak tömegétől és alakjától, csak a repülési sebesség függvénye.

1.
$$\text{Lőtávolság} = \frac{v_0^2}{g} = \frac{800^2}{9,81} = 65240 \text{ m, ami } 65,24 \text{ km}$$

2.
$$\text{A tetőpont magasság} = \frac{v_0^2}{2g} = \frac{800^2}{2 \cdot 9,81} = 32620 \text{ m, } 32,62 \text{ km}$$

Ennek a csupán elméleti számításnak értelmet az ad, érzékeljük, mennyire nagy jelentősége van a lövedék formatényezőjének, keresztmetszeti terhelésének (tömeg/keresztmetszet) és repülési sebességének a lövedék röppályájára.

Példa a lövedék levegőben történő mozgására.

A vízszintesen tartott cső magassága a talajtól $1,5 \text{ m}$, a lövedék átlagos (Nem a kezdősebesség) repülési sebessége: 730 m/s .

Számítjuk a lőtávolságot (a lövedék vízszintes talajba csapódásáig) és a lövedék repülési idejét, a csőtorkolattól a célig.

A számítás alapja a független mozgás elvén alapszik.

A szabadon eső test, gyorsuló mozgást végez.

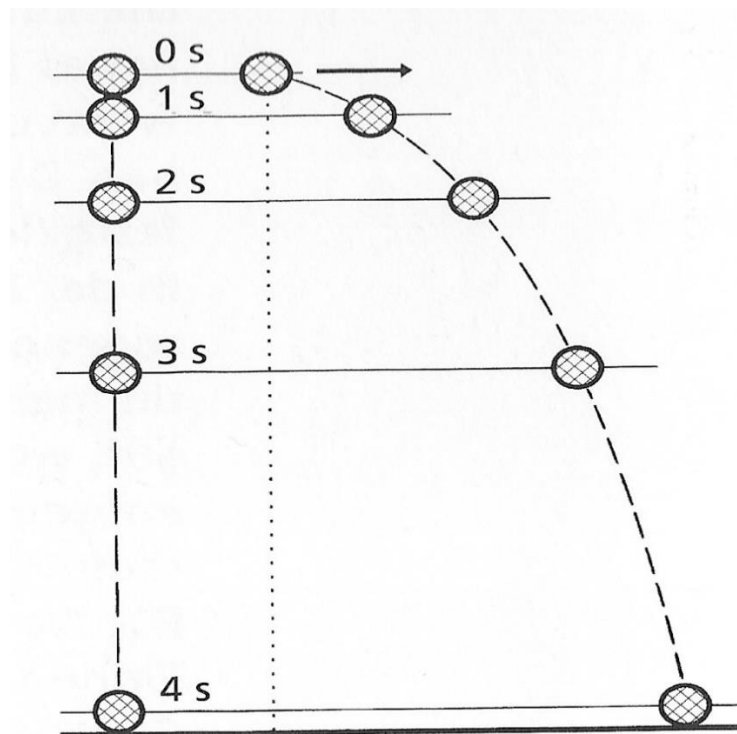
A gravitáció jele a „g”, értéke kerekítve: $9,81 \text{ m/s}^2$.

Ismerjük a lövedék felszíntől mért magasságát és a „g” értékét, akkor számíthatjuk az esés idejét.

1. A számításhoz használt egyenlet: $t = \sqrt{\frac{2 \cdot h}{g}}$ „t” az idő [s], amit számítanunk kell. A magasság „h” ismert, $1,5 \text{ m}$.

2.
$$t = \sqrt{\frac{2 \cdot 1,5}{9,81}} = 0,553 \text{ [s]}$$

3. A szabadon eső test (gravitáció) esési ideje 1,5 m magasságból 0,553 s. A vízszintesen kilőtt lövedék esési-ideje is 0,553 s.
4. Ismerjük a lövedék repülési sebességét, átlag 730 m/s, a csőtorkolattól a lövedék talajba csapódásáig.
5. Lőtávolság = $730 \cdot 0,553 = 404$ m



110. ábra

Független mozgások

Lövedékek fordulatszámának meghatározása

Számítsuk ki a 270 WSM (Winchester Super Magnum) lövedékének fordulatszámát, ha annak kezdősebessége 900 m/s, a menetemelkedése pedig 9"!

A 270 WSM lőszer származási országa az USA. Ők a lövedék 1 körfordulásának hosszát a fegyvercsőben inch-ben adják meg. Jele: in. (1 in=25,4 mm).

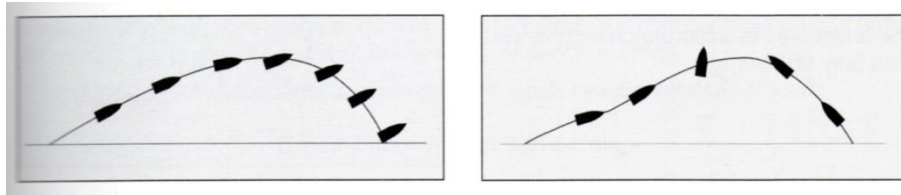
A lövedék kezdősebessége 900 m/s

Egy körfordulás hossza a csőben $9'' \times 25,4 \text{ mm} = 0,229 \text{ m}$

A lövedék fordulatszáma: $\frac{900}{0,229} = 3930 \text{ [1/s]}$

Ha egy test álló helyzetből szabadon esik, vagy vízszintes irányú pályán kezd repülni, a független mozgások elve alapján azonos idő alatt „esnek le”, érik el a talajt.

A lövedék fordulatszámának a röppálya stabilitásában van kiemelt szerepe.



111. ábra

A baloldali ábra szemlélteti a túlstabilizált lövedéket a röppályán. A lövedékcúcs nem esik egybe a repülés pillanatnyi irányával. A lövedék sokat veszít sebességéből.

A jobboldali ábra az alulstabilizált lövedék repülését szemlélteti. A lövedék már a célba érés előtt „bukik”. A találati valószínűség nagyon gyenge lesz.

3.3. Kísérleti ballisztika

Minden test megmarad egyenes vonalú, egyenletes mozgásában vagy nyugalmi helyzetében mindaddig, amíg külső erők meglévő állapotának megváltoztatására nem kényszerítik. (Tehetetlenség törvénye)

A mozgásmennyiség – impulzus – változása arányos a hatóerővel, és annak az egyenesnek az irányában megy végbe, amelynek mentén az erő hat. (A fény terjedési sebességénél jelentősen kisebb sebességű mozgás esetén ez az axióma a következőképpen fogalmazható: Egy testre ható erő a testen olyan gyorsulást okoz, amely arányos a ható erővel és vele egy irányba mutat.)

A hatás – akció – mindig egyenlő az ellenhatással – reakció – vagy másként, két test kölcsönhatása mindig egyenlő és ellentétes irányú.

Negyedik axiómaként szokás használni az erők függetlenségét: ha ugyanarra a tömegpontra egy időben több erő hat, együttes hatásuk egyenértékű az erők vektori összegének hatásával.

A fegyverek tervezéséhez, módosításukhoz a nélkülözhetetlen adatok egyike a fegyver hátrasiklási sebességének és energiájának ismerete.

A kézi lőfegyverek hátrasiklása közvetlenül a vadászra, sportlövőre hat, mégpedig jelentősen megnehezítve vele egyrészt a találati pontosságot, másrészt az idegrendszerre kifejtett káros hatását. Az átlagos (kondíció, tömeg, idegrendszer) ember még elviseli a $3 \text{ m/s } V_H$ értéket

Kutatók már a XIX. szd-ban (Anglia) azt javasolták, hogy a sörétes puska tömegét a „Mesterek” készítsék százszor nehezebbre, mint a belőlük kilőtt sörét tömege.

A 20. sz. első felében a nagyteljesítményű puskák elterjedésekor a mért értékek 2,8 – 5,5 m/s határok között voltak.

A fegyver hátrasiklási sebessége (rúgása)

Az impulzustételt felírva kapjuk:

$$M \cdot V = m \cdot v_0, \text{ ahol:}$$

M a fegyver hátrasikló tömege, V a hátrasiklás sebessége.

Szoroztuk a hátramoszó fegyver impulzusa.

$$I_M = M \cdot V \text{ (Ns), ahol}$$

„m” a lövedék tömege és v_0 annak kezdősebessége,

$$I_m = m \cdot v_0$$

Newton impulzustételét zárt rendszerre alkalmazzuk. A zárt rendszer tömegközéppontja, ha csak belső erők hatnak, változatlan marad. Lövéskör a lőporból keletkező gáz a lövedékre hatva azt Newton II. törvénye szerint gyorsítja.

$$F = Q \cdot P = m \cdot a, \text{ ahol}$$

Q a lövedék keresztmetszete, amire P – állandóan változó - nyomás hat, „a” pedig a gyorsuló tömeg.

Ha ismerjük a lövedék, sörét és a kezdősebességet, számíthatjuk a fegyver hátrasiklási sebességét is.

$$V \cdot M = m \cdot v_0 \text{ és ebből } V = m \cdot v_0 / M$$

A fegyver hátrasiklása, a lövedék mozgásával azonos időben kezdődik. A fegyver már akkor mozog, siklik hátra (és elmozdul felfelé is,) amikor a lövedék (töltet) még a csőben van.

Zárt rendszerben, (mint amilyen a lőfegyver is), addig, amíg a lövedék a csőben van, nem csak a fegyver és a lövedék mozog, hanem a hüvely, a tárban lévő lőszer, a felszerelt céltávcső, meg a célmegvilágító lámpa is. A fegyver hátrasiklási sebességének egyenlete:

$$V = (m + 1/2 \cdot m_L \cdot v_0) / M, \text{ ahol}$$

V = a hátrasikló fegyver sebessége,

m = a lövedék, vagy töltet tömege,

m_L = a lőpor tömege,

V_0 =a lövedék kezdősebessége és

M = a fegyver és a vele együtt hátrasikló teljes tömeg.

A lövedék tömegéhez hozzáadjuk a lőportöltet tömegének felét. Zárt rendszerben nem csak a fegyver és a lövedék mozog, hanem a lőpor is. A gázok egy része előre áramlik, de nem mind, mert a hüvelyfenékre is hat a nyomás. A fegyverre hátra hat, másik fele a lövedékkel előre mozog. *Találunk régi könyvekben olyan egyenleteket is, amiben a lőportömeg másik felét a hátramoszó tömeghez adták. Ha egy fegyver hátrasikló tömege, pl. 3,6 kg, akkor a 3,1 g lőportöltet fele azon nem sokat változtat, ezért számításba sem vesszük. (Nem így, ha a lövedék 11,7 g és ahhoz adunk 1,55 g-ot.)*

A hátrasiklási energia.

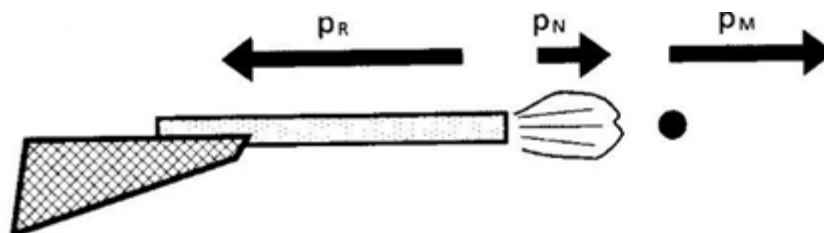
Az impulzusok egyenlőségének felhasználásával számíthatjuk a fegyverek hátrasiklási sebességét és annak ismeretében az energiát is.

$$E_H = M \cdot V^2 / 2$$

A hátrasiklási sebességet méréssel is meghatározzák.

A fegyvert két ponton ingaként felfüggesztik. Az inga kilengésének nagyságából (h a vázlaton) számítható a hátrasiklás.

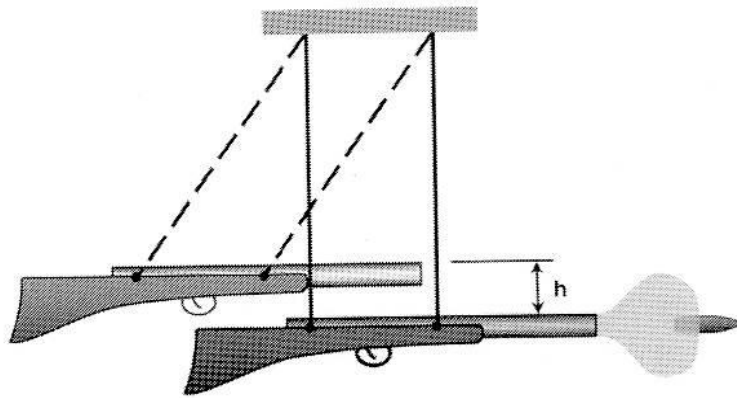
Az impulzus törvény (Newton) felhasználásával számított értékek a mérteknél nem elhanyagolhatóan nagyobbak. Ennek okát szemlélteti az alábbi ábra.



112. ábra

A fegyver hátrahatása az ábrán P_R nem csak a „reakció” (P_M) impulzus. A P_N pedig, az utóhatás. $P_N + P_M = P_R$

Ha mérik a hátrahatást, akkor nagyobb értékeket kapnak mintha csak az impulzus megmaradás egyenletét használva számolnak. Az ábra a ballisztika inga használatának elvét mutatja.



113. ábra

$$V_{\text{inga}} = \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

A mért hátrasiklási sebesség akár 20 %-al, az abból számított energia, pedig 40 %-al is nagyobb lehet, mint a számított értékek.

A h ismeretében számítható a fegyver hátrasiklási sebessége.

Az utóhatás számítható is, aminek alapjai már része a fegyvergyártó mesterképzésnek.

Newton törvényét használva írhatjuk:

$$M \cdot V = m \cdot v, \text{ ahol}$$

M - a fegyver tömege [kg]

V - a fegyver hátrasiklási sebessége [m/s]

m - a lövedék tömege [kg]

v - a lövedék kezdősebessége [m/s]

Számítsuk ki 3,5 kg tömegű sörétes puska hátrasikló sebességét, ha a söréttömeg 0,035 kg, és annak torkolati sebessége 375 m/s

$$V = \frac{m \cdot v}{M} = \frac{0,035 \cdot 375}{3,5} = 3,86 \text{ m/s}$$

A 375 m/s kezdősebesség a feketelőporos lőszerre volt jellemző. A számított érték nem tartalmazza a torkolaton kiáramló gázok utóhatását.

Egyetértenek az angol, német, magyar kutatók abban, a szükséges adatok hiányában legyen $\beta=1,2$ faktor, amivel megszorozzuk a lövedék tömegét, akkor helyesbített sebesség értéket kapunk, majd annak figyelembevételével számítjuk a hátrahatási energiát. (E_H)

$$V = \frac{1,2 \cdot 0,035 \cdot 375}{3,5} = 4,5 \text{ m/s}$$

Számítsuk ki a hátraható energiát.

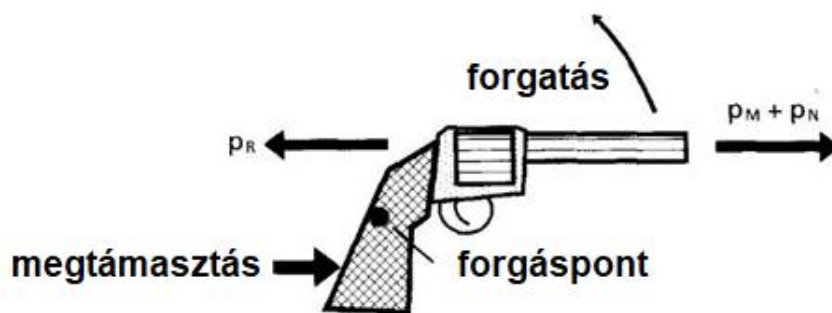
$$E_H = \frac{3,5 \cdot 4,5^2}{2} = 35 \text{ [J]}$$

A mestermunka része a vadászok és sportlövők megóvása a kellemetlen, ezért mérséklendő „ütéstől”.

A fegyver hátramozgása akkor kezdődik meg, amikor a lövedék mozogni kezd (kihúzóerő)

A lőfegyver csak addig zárt rendszer, amíg a lövedékfenék, vagy fojtás, nem lép ki a csőből. A torkolatnál a kilépő gázok hőmérséklete és nyomása – belső energiája – még igen magas. A szabaddá vált torkolaton a nagynyomású gáz úgy áramlik, ki mintha az egy rakétamotor fúvókája lenne. A fúvókában csökken a nyomás és nő a gázáramlás sebessége. *(Olvashattunk olyan indoklást is, amikor a rakétahajtóművek még nem hagyták el a Föld légkörét, hogy a kiáramló gázok a levegőnek ütköznek, és hátrafelé tolják a fegyvert. Cáfolatul erre csak annyit, hogy légiűres térben nem csak működik a rakéta, de még nő is tolóereje, mert nagyobb a nyomáskülönbség a kamranyomás (torkolati nyomás) és a környezet gáznyomása között.)*

Ha a megtámasztási pont nem a csőtengely irányában van, akkor forgatónyomaték jön létre. Hatását szemlélteti a 118. ábra.



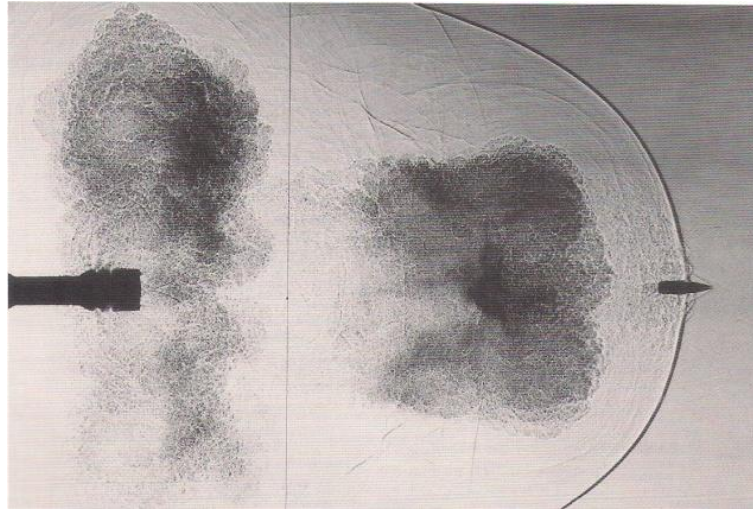
114. ábra

A megtámasztás a P_R alatt van, a két pont között a forgáspont.

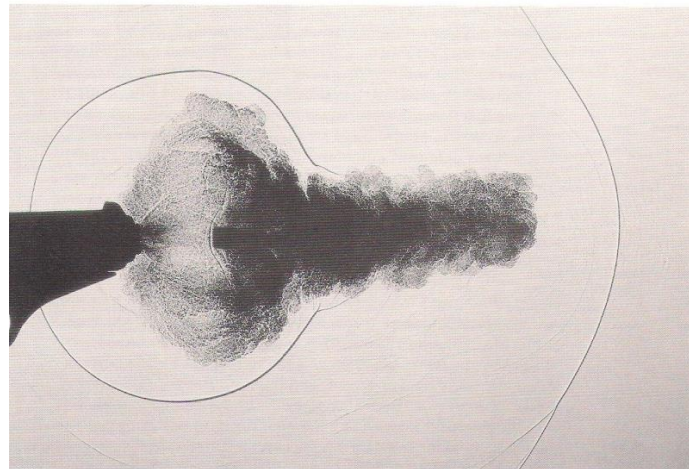
A cső már akkor forog felfelé, amikor a lövedék benne van, az eredménye pedig: magas lövés. Fegyvert gyártani nem csak mestermunka, de művészet is. Ha azonos teljesítményű

lőszert használ pl. a sportlövő, akkor a fölé lövés kompenzálása már a „műhelyben” megtörténhet.

A fegyver csövén – mint fűvókán – kiáramló gáz sebességét a torkolati nyomás, a hüvely és a csőfurat együttes térfogata, meg a gáz tömegének ismeretében számíthatjuk.



115. ábra



116. ábra

A 118. ábrán puskalövedéket látunk a csőtorkolat előtt. A lövedék a hangsebességnél gyorsabban repül. A kiáramló gáz lemarad a lövedék mögött. Az éles vonal a hanghullám terjedését mutatja.

A 119. ábrán pisztolylövedéket látunk. A repülési sebesség 400 m/s érték alatt van. A lövedék nem előzi meg a kiáramló gázt. A hanghullám terjedése jól látszik a felvételen. (Kör)

$$V_k = 1/3 \cdot \sqrt{\frac{p_0 \cdot w_l}{m_l}}$$

Az egyenletben p_0 a torkolati nyomás, W_l a fegyvercső és hüvely térfogata, m_l a lőportöltet tömege.

A W_l számítására példa a 30-06 Springfield. A cső huzagolt részének hossza pl. 535 mm és keresztmetszete: 47,36 mm². Szorzással megkapjuk a cső térfogatát. Hozzá adjuk a hüvely szabad térfogatát, ami ennél a kalibernél ≈ 40 mm³.

A torkolati nyomást mérni és számítani is lehet. Ha ismerjük a nyomás-idő diagramot, - amit rendszeresen mérnek, vagy a nyomás-út függvényt abból leolvasható, de ballisztikai laborokban külön mérik is a p_0 értékét.

A kiáramló gázok sebességét az alábbi egyenlettel is számíthatjuk ki:

Az áramló gáz mozgásimpulzusa a csőben:

$$I_k = 0,001 \cdot m_L \cdot (1/2 \cdot v_0) \text{ ahol}$$

Az m_L tömegű lőpor sebességét, a csőfurat végére, a lövedék torkolati sebességének feleként írjuk fel. A csőben a lövedék sebességével egyezik meg.

$$I_H = 0,001 \cdot (m + 1/2 m_L) \cdot v_0$$

Az utóhatás impulzusát, pedig így számítjuk:

$$I_U = 0,001 \cdot m_L \cdot v_k \text{ ahol}$$

I_U a kiáramló gáz impulzusa, v_k pedig annak sebessége.

$$I = I_H + I_U \text{ az impulzusok összege.}$$

A gázok utóhatását is fegyelembe véve, számítják a fegyver hátrahatását és energiáját.

$$V = I/M$$

A hátraható energia pedig:

$$E_H = I^2/2 \cdot M$$

A csőből kiáramló gázok sebessége (Lásd a puska lövedéket) jelentősen nagyobb, mint a lövedék sebessége. A gázrészecskék nekiütköznek a lövedéknek, növelik sebességét és rontják annak repülési stabilitását, ami puska lövedékeknél akár csak 80 m repülés után áll vissza. (Rotáció és mutáció)

A torkolati nyomás és a gázkiáramlási sebességének összehasonlítása.

Kaliber	huzagolt része (mm)	v_0 (m/s)	P_0 (bar)	v_k (m/s) (gáz kiáramlási seb)
9 mm Luger	100	350	155	670
38 Spec.	51	230	365	930
	102	265	160	780
44 Mag.	102	410	615	745
	152	440	350	660
223 Rem.	405	960	660	750
308 Win.	450	830	470	670

A kézfegyverek hátrahatása igénybe veszi a fegyvert is, de ezzel azért ne foglalkozunk, mert azokat úgy tervezték és gyártották, hogy a „rúgást” elviseljék. Ennek ellenőrzésére kötelező a Belövő Energia (CIP dokumentációkban EE) energiájú lőszerrel kipróbálni minden fegyvert, gyártás és felújítást követően.

A lövőkre – főleg idegrendszerükre és testükre nem elhanyagolható ütest, energiát ad át.

Jól méretezett tusával, a kaliber és lövedéktömeg célszerű megválasztásával, a sportlövő és vadászruházat (lövészmellény) használatával jelentősen mérsékelhetjük a kellemetlenségeket.

A ballisztikában (fizikában) az a szó: „jelentősen” nem sokat mond. Ha pl. egy sörétes fegyver tömegét megnöveljük, pl. 150 g ólmot tesz a Mester a tusába, akkor kicsit növelte a annak tömegét. Az egyenletbe (M) írja be a növelt értéket, megkapja a módosított hátrasiklási adatokat.

A számítások, és mérések, igen nagy hiányossága abban van, hogy azokból kimaradt maga az ember. Rögzítsünk videóval, egy sörétes fegyverrel versenyző sportolót, és egy Magnum puskával lövő, tapasztalt vadászt.

Jól látható lesz a felvételeken, hogy a hátrasiklás, („rúgás”) nem úgy játszódik le, hogy a fegyver eléri hátrasiklásának maximális sebességét és a lövőnek ütközve „megrúgja”, átadja mozgási energiáját, ami jobb, ha hiányzik.

A jól vállba illesztett befogott fegyver és a lövész testének jelentős része együtt mozog, és ha ez így igaz, akkor a hátramozgó tömegbe a testrészt is „beleszámít”.

A számítások objektívek, de a lövészek „szubjektív” emberek.

Kiszámítottuk a lövésre milyen energia hat (E_H) Az energia és munka egymással azonosak, dimenziójuk [J]

A lövőre ható energia: $E_H = F_H \cdot x$ [J], ahol F_H a ható erő és x hátramo­z­gás útja.

A ható erőt pedig így írjuk: $F_H = \frac{F_H}{x}$ [N]

A sörétes puská hátraható energiája legyen ≈ 40 J. A hátramo­z­gás útja pedig: 5 cm.

A lövésre ható erő 800 N (≈ 80 kg!!!!)

Ha a hátramo­z­gás útját megnöveljük 5-ről 8 cm hosszra, tusaborítóval és a mellényen „párnával” akkor a hátraható erő csak ≈ 500 N

A hátraható energiának csökkenését is számíthatjuk. Mint, már tudjuk, a hátraható energiát a fegyver jó befogásával lehet jelentősen mérsékelni.

$$E_H = \frac{I_H^2}{2 \cdot M} \text{ [J]}$$

Ezt az egyenletet már ismerjük, a hátraható energiáját számíthatjuk vele. Az M a fegyver (bruttó) tömege. Ha a fegyvert jó befogjuk M , a hátramo­z­gó tömeg nagyobb lesz, ami a tört nevezőjében van.

A hátraható erő a csőtengely irányában lép fel, de a megtámasztás helye ettől alacsonyabb. tusaborító közepe messze alatta van a csőtengelynek, ezért, forgatónyomaték is keletkezik, ami a fegyver csövét már akkor felfelé mozgatja, amikor a lövedék még a csőben van. Lehet ez még nagyobb jelentőségű hátrány, mint az idegfáradtság, mert a találati pontosság van veszélyben.

Golyós-fegyver számított és mért hátrasiklása.

Fegyver	Tömeg	E_0	v_0	Hátrasiklási sebesség	Hátraható energia		
	Kg	J	m/s	számított	mért (m/s)	számított	mért (J)

8x57 IS

72 cm cső	4,3	3870	780	2,6	3,0	14	20
60	3,7	3470	740	2,8	3,4	15	22
60	2,4	2450	620	3,6	4,3	16	22

6,5 mm

65 cm cső 3,3 3460 1075 3,0 3,7 12 24

9,3 mm

68 cm cső 3,5 5130 785 4,2 5,0 31 44

68 cm cső 3,5 3460 612 3,5 4,2 22 31

A 6,5x68 kaliberű, 3,3 kg tömegű, puska számított és mért hátrasiklási energia értékei között igen nagy a különbség, mégpedig azért, mert a Magnum fegyvereknél (nagy teljesítményűek) nagy a torkolati nyomás is. Indokolt a fegyvergyártó mestereknek ajánlott, 1,2 szorzó használata.

A mért és számított értékek összehasonlítása mutatja, hogy nem kapunk használható adatokat, ha a korábbi tankönyvekben írt egyenletekkel számolunk.

A fegyvercső és lövedék teljesítményének mutatói

Keresztmetszeti-terhelés

A lövedék keresztmetszeti terhelési adata mértékéből következtetéseket lehet levonni a lövedékek akadályokon való áthaladási képességére vonatkozóan.

$$Q_B = \frac{\text{Lövedék tömeg [g]}}{\text{Keresztmetszet [mm}^2\text{]}}$$

Alapadatok:

lőszer: 8x57 IS

lövedék tömege: m=13 g

csőkeresztmetszet: Q=51,78 mm² $Q_B=13/51,78=0,25 \text{ g/mm}^2$

Egy adott lövedék nehéz, vagy könnyű azt mindig a keresztmetszeti terheléssel adjuk meg.

A lövedék tömegtényezője (viszonylagos tömege)

$$C_m = \frac{m}{D^3} \left[\frac{\text{g}}{\text{mm}^3} \right]$$

1.sz. példa 8x57 IS

Alapadatok:

lövedéktömeg: m= 13 g,

lövedék átmérő: D= 8 mm

A lövedék tömegtényezője: $13/ 8^3=0,025 \text{ g/mm}^3$

2. sz. példa 9 mm Luger

lövedéktömeg: $m=8$ g,
lövedék átmérő: $D=9$ mm,
A lövedék tömegtényezője: $8/9^3=0,011$ g/mm³

Az ágyúk, puskák, pisztolyok között a markáns különbséget a lövedék teljesítmény tényezője mutatja.

Teljesítménytényező $C=E_0/D^3$

1. sz. példa

Alapadatok:

Lőszer: 8x57 IS
lövedék kezdősebessége: $V_0=760$ m/s
lövedék tömege: $m=0,013$ kg
lövedék átmérője: $D=8$ mm
Otthoni munka ellenőrzésére: $E_0=m \cdot v^2/2=3754$ J $C=3754/8^3=7,332$ J/mm³

2.sz. példa

Alapadatok:

Lőszer: 9 mm Luger
lövedék kezdősebessége: $V_0=370$ m/s
lövedék tömege: $m=0,008$ kg
lövedék átmérője: $D=9$ mm
Otthoni munka ellenőrzésére: $E_0=548$ J $C=548/9^3=0,752$ J/mm³

A vontcsövű puskát és pisztolyok teljesítménytényezője között nagy (sokszoros) különbség van.

Tágulási viszony

A cső és a hüvely térfogatának összegét hasonlítjuk a cső térfogatához.

W_H a hüvely térfogata [cm³]

W_L a csőfurat térfogata [cm³]

Puskákra jellemző

$$\frac{W_H + W_L}{W_H} = 1 + \frac{W_L}{W_H} \geq 5 \dots 10$$

Példa:

Lőszer: 8x57 IS
A hüvely térfogata: $W_H = 3,5 \text{ cm}^3$
A cső huzagolásának hossza: $L = 59,4 \text{ cm}$
A cső keresztmetszete: $Q = 0,5178 \text{ cm}^2$

$$W_L = L \cdot Q = 59,4 \cdot 0,5178 = 30,8 \text{ cm}^3$$

$$\text{A tágulási viszony: } 1 + 30,8 / 3,5 = 9,8$$

Példa:

Lőszer: 8x68 mm
A hüvely térfogata: $W_H = 5,15 \text{ cm}^3$
A cső huzagolásának hossza: $L = 58 \text{ cm}$
A cső keresztmetszete: $Q = 0,5178 \text{ cm}^2$

Ha növeljük W_H értékét, nő a puská térfogata. Nézzük az alábbi példákat....

8x57 IS	m=13 g	Speer N140	3,08 g	$v_0 = 760 \text{ m/s}$
8x68 mm	m=13 g	Speer N160	4,68 g	$V_0 = 880 \text{ m/s}$

A MAGNUM puskák lőszerének megengedett nyomása jelentősen nagyobb. A billenőcsövű golyópuskák lőszerének nyomása kisebb, amit az alábbi számok mutatnak.

8x57 S P_{\max}	3900 bar	8x57 RS	P_{\max}	3300 bar
8x68 S P_{\max}	4400 bar			

Energiamérleg

A fegyverek hőerőgépek, energiaforrásuk a lőpor, aminek jellemzője, hogy a levegő oxigénjétől elzárva is tud égni (oxidáció), mert az égéshez szükséges oxigént is kémiai kötéssel tartalmazza.

Példa:

Egy 308 Winchester hüvelybe töltöttek 3 g lőport, aminek az égéshője: 3200 J/g

A hüvelybe töltött kémiai energia: $E_K = 3 \cdot 3200 = 9600 \text{ J}$

Keletkezik a 3 g lőpor égésekor $\approx 2,85 \text{ dm}^3$ normálállapotú gáz. Az égéshő felmelegíti 2000 K° hőmérséklet fölé. Megnö a gáz nyomása.

A lövedékre ható nyomás bepréseli a lövedéket a csőbe, forgatja és a torkolat végén, a 9,5 g tömegű lövedék sebessége, (a példában) 830 m/s.

A lőpor égésekor felszabaduló energia hogyan oszlik meg hasznos munka és veszteség között? A kémiai energia hányadrésze alakul át mozgási energiává? Számítható.

Mozgási energiák.

A lövedéktorkolati energiája:

$$E_0 = \frac{m \cdot v^2}{2}, \text{ ahol}$$

m = a lövedék tömege,

v = a lövedék kezdősebessége.

A bepréselésre és súrlódásra fordított munka vontacsövű puskában: $\phi = 1,1 + \frac{1}{3} \frac{m_L}{W_0}$

A lövedék forgási energiája $\approx 0,5\%$.

A lőportöltet mozgási energiája, $\frac{0,5 \cdot m_L \cdot v_0^2}{2}$ ahol

m_L = a lőportöltet tömege.

A fegyver hátrahatására felhasznált energia:

$$E_H = \frac{M \cdot V^2}{2}, \text{ ahol}$$

M a fegyver tömege [kg] és V a fegyver hátrasiklási-sebessége. [m/s]

Az összes bevitt energia biztosítja az alábbiakat (hasznos energiát, veszteségeket):

E_1 - a lövedék mozgási energiáját	33%
E_2 - a lövedék forgási energiáját	0,2%
E_3 - súrlódási munkát a lövedék és csőfal között	3%
E_4 - a lőpor, lőporgázok mozgási energiáját	3,5%
E_5 - a löveg mozgási energiáját	0,1%
E_6 - a lövedék besajtolás munkáját	2%
E_7 - a löveg, lövedék felmelegedését	21%
E_8 - a gázvesztiséget	0,1%
E_9 - a levegőoszlop mozgási energiáját	0,1%
E_{10} - a lőporgázok hőenergia tartalmát	37%

A gázok belső energiája
 A fegyver és a hüvely felmelegítésére felhasznált energia.
 A lövedék súrlódására felhasznált energia.

A gázok hőenergiája. Miután a lövedék kilép a csőből, a nagynyomású és magas hőmérsékletű gázok még sok energiát tartalmaznak, ami kiáramlik a torkolaton.

A kézi lőfegyverekben a lövedék mozgatására az összes energia $\approx 30-40\%$ része használandó fel, amibe beszámítjuk a lőportöltet felének mozgását is.

A lövedék forgatására és a fegyver hátrahatására felhasznált energia nem jelentős.

A fegyvernek és hüvelynek átadott energia $\approx 10-15\%$

Az energia legnagyobb része kiáramlik a torkolaton.

Energiamérleg

Energiák	Energia [J]	Hányad [%]
A lövedék torkolati energiája	3772	34
A lövedék forgási energiája	9	≈ 0
A gázok mozgási energiája	1636	17
A fegyver hátrahatása	13	≈ 0
A fegyver melegedése	1152	12
Maradékenergia	35180	37
Összes lőporenergia	9600	100

A lövedék mozgási energiája: $E_0 = 3272 + 9 = 3281$ J. (A lövedék forgatására felhasznált energiát (9 J) is figyelembe vettünk.)

$$\eta_T = 100 \cdot \frac{3281}{9600} = 34,2\%$$

Határozzuk meg a példa adataival az átlagos nyomást és a nyomásviszonyt az ismert egyenlettel.

$$P_{\text{átlagos}} = \frac{10 \cdot (m + 0,5 \cdot m_L) \cdot v^2}{2 \cdot Q \cdot L} = \frac{10 \cdot 11 \cdot 830^2}{2 \cdot 47,36 \cdot 595} = 1345 \text{ bar}$$

$$m = 9,5 \text{ g}$$

$$m_L = 3 \text{ g}$$

$$v_0 = 830 \text{ m/s}$$

$$Q = 47,36 \text{ mm}^2 \text{ A 308 Winchester cső keresztmetszete.}$$

$L = 595$ mm, a cső huzagolt részének hossza.

$L \cdot Q = W_i$ [mm³], a cső huzagolt részének térfogata. (A t index a torkolatra utal)

Megjegyzés! A „10” szorzó a számlálóban arra való, hogy az átlagos nyomás dimenziója [bar] legyen.

Az átlagos nyomást pontosabban úgy számoljuk, ha figyelembe vesszük a másodlagos munkákat is. Vontcsövű fegyvereknél a lövedéktömeget növeljük (megszorozzuk): $\phi = 1,1 + \frac{1}{3} \frac{\omega}{m}$ faktorról.

A példában szereplő lőszerben, a maximális gáznyomás: 3600 bar (mért érték)

$$\text{A nyomásviszony: } \varepsilon_P = \frac{1345}{3600} = 0,37$$

Ez magas érték, ami az optimális lőpor használatának mutatója.

Az egyenlet igazolja, a torkolati energia egyenesen arányos az átlagos nyomással és nem a maximális nyomással.

Ha az „m” tömegű lövedék sebességét jelentősen növelni kell, akkor nem azonos lőporból töltünk többet.

Egy adott lőporból csak addig növelhetjük annak tömegét, amíg a lövedék nem nyomja meg a lőport. Ideális, ha 5 % tartalék van a hüvely szabad térfogatából.

A korszerű, nagy teljesítményű lőporok progresszivitási-mutatója nagyobb. Ez teszi lehetővé, hogy növelni-lehessen a torkolati energiát gyakorlatilag a maximális nyomás változatlanul hagyásával is. A lőporok minősége a 21. sz. első évtizedében is figyelemreméltóan fejlődött.

Az átlagos nyomás számításának egyenletében nincs benne a maximális nyomás, mégpedig azért nem, mert nem függ tőle közvetlenül, csak közvetve a nyomásviszonyon keresztül.

Vigyünk be az egyenletbe a maximális gáznyomást úgy, hogy P_{max} értékkel osztjuk az egyenlet mindkét oldalát.

$$\frac{\bar{P}}{P_{max}} = \frac{10 \cdot (m + 0,5m_L) \cdot v^2}{2 \cdot P_{max} \cdot Q \cdot L}$$

Az egyenlet szemlélteti, ha nő a nyomásviszony, akkor nő a lövedék torkolati energiája is. A maximális nyomásnak előírt felső határa van, amit a C.I.P. TDCC vagy az ANSI/SAAMI dokumentumok tartalmaznak.

3.4. Puska és pisztoly lőszer összehasonlítása.

A lövés teljesítmény tényezőjét vesszük kiemelt mutatónak.

A lövés teljesítmény tényezője: $C_E = E_0/d_3 = C_q v^2/2$, ahol $C_q = m/d^3$, amit lövedék tömegtényezőnek nevezünk. A cső kalibere d , a lövedék tömege m .

Ha egy azonos kaliberű (d) puska és pisztoly lőszer adatait behelyettesítjük a lövés teljesítménytényező képletébe, látjuk, hogy igen éles a határvonal puska és pisztolylőszer között. A nagy eltérés magyarázata:

	308 Winchester	9 mm Luger
Maximális nyomás bar	4150	2350
Lövedék tömeg g	9,7	7,5
Torkolati energia J	3500	540
Használt lőpor	progresszív	degresszív
Lőpor térfogattömeg g/liter	880 fölött	700 alatt
Lövedék keresztmetszeti-terhelése	nagy	kicsiny
Hatásos lőtávolság	nagy	rövid

A felsorolt néhány jellemző mutatói is igazolják, hogy egy rövid csőhátrasiklásos rendszerű pisztoly lőszer mutatói és fegyvereik terhelése nagymértékben különböznek egy kisebb kaliberű (7,62 mm) közepes teljesítményű puska lőszerhez viszonyítva.

A marok-lőfegyverek és a puska lőszer között teljesítményükben van olyan nagy különbség, ami elegendő ahhoz, hogy csoportosítsuk azokat.

A 9 mm Luger lőszer nagy teljesítményű a maga kategóriájában, a pisztoly-lőszer között, de nem olyan mértékben, hogy azt puska lőszernek tartsuk.

A megengedett maximális nyomás, a lőpor/lövedék tömeg-viszony, a keresztmetszeti terhelések különbözősége azért olyan amilyen, mert ezzel lehet (kell) elérni, hogy a pisztoly lőszer teljesítménytényezője sokkal kisebb legyen, mint a puska lőszeré.

A 9 mm Luger lőszer nem minősíthető határesetnek sem a puska és pisztolylőszer között.

Felhasznált irodalom

1. Hardy József: Vadászfegyverekről a vadászoknak, Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1969
2. <http://hu.wikipedia.org>
3. C.I.P. katalógus: https://bobb.cip-bobb.org/en/tdcc_public
4. <http://www.oldtreegunblanks.com/>
5. James Virgil Howe: The modern gunsmith, Fulk & Wagnalis Co, 1941 and 1954, USA
6. Halmágyi Szabolcs – Riedel Lóránt: Régi fegyverekről Műszaki Könyvkiadó 1986.
7. Saját jegyzetek Szajkó István előadásaiból