

A ROBBANTASTECHNIKA FEJLŐDÉSÉNEK VAZLATOS TÖRTÉNETE

Dr. Patvaros József, egyetemi tanár
a műszaki tudomány doktora
Miskolci Egyetem
Bányászati és Geoteknikai Tanszék

1. A fekete lőpor megjelenésének és felhasználásának korszaka

A legelső pirotechnikai gyújtókeverék a történetírás szerint a ALLINIKOS által 670 körül feltalált "görög tűz", ami naftát, gyantát, kátrányt és növényi olajokat tartalmazott.

Később a bizánci görögök hadicélokot szolgáló gyújtó- és durranóelegyeikhez már salétromot (kálium nitrátot- KNO_3) is használtak, amely vegyületek égést tápláló és az égési sebességet felgyorsító tulajdonságait már régen felismerték és a pirotechnikai harci készítményekben eredményesen használták.

A káliumnitrátra vagy salétromra egy 1225-ből származó forrásmunka "kínai hó" elnevezést használ. Ebből a salétrom kínai eredetére következtethetünk, de már az ókorban a görögökön és az egyiptomiakon kívül az arabok és az indiaiak is ismerték és fel is használták.

A fekete vagy füstös lőpor feltalálója és feltalálási időpontja nem ismeretes. Tény azonban az, hogy az ókorban több helyen egymástól függetlenül is, közel egyidőben rájöhettek arra, hogy a fekete vagy füstös lőpor a természetben megtalálható kálisalétrom, kén, faszén egyszerű őrlésével és összekeverésével kémiai műveletek nélkül is egyszerűen előállítható.

Elhangzott a "Fúrás-robbantástechnika 1995" c. nemzetközi konferencián (Miskolc-Tapolca, 1995. október 3-5.)

Irodalmi források szerint az angol ROGER BACON már 1257-ben ismerte a fekete lőpor összetételét és robbantó hatását. Az ugyancsak sokat emlegetett freibergi német szerzetes BERTHOLD SCHWARZ 1388-ban nem a fekete lőport, hanem annak lőporkénti alkalmazását találta fel és valószínűleg ő a tüzérségi ágyú egyik feltalálója is.

A fekete lőport a XIII-XVII. századig kizárólag katonai célokra, főleg mint hajtóanyagot használták a tüzfegyverekhez.

A bányászatban közetjövésztésre az egész világon - hiteles írásos bizonyíték szerint - 1627. február 9-én a Selmecbányai Felső Bieber táróban WEINDL GASPAR tiroli származású robbantómester használta fel a fekete lőport.

A fekete lőporos robbantásos közetjövésztést az úgynevezett "tűzi roncsolást", vagyis a közetek tűzzel való felhevítését és vízzel történő lehűtésével való felaprózását, majd kézi erővel, ékkel és kalapáccsal történő igen fáradságos végleges megbontását az első bányabeli robbantás sikeres eredményessége alapján, néhány évtized alatt nagymértékben háttérbe szorította. A "tűzi jövésztés" azonban egyes európai bányavidékeken a XIX. század végéig alkalmazásban maradt.

A különféle fekete lőporok legkedvezőbb összetételét rendszeres kísérleti munkával BERTHOLLET francia vegyész határozta meg először, a XVIII. század végén. Ezen vizsgálatok a fekete lőpor legkedvezőbb és leggyakrabban használt összetétele 75 % kálisalétrom, 15 % faszén és 10 % kén volt, de robbantásra használtak kevésbé brizáns és olcsóbb összetételű készítményeket is. A kőszénbányákban például töltényezett formában használták a bizonyos fokig biztonsági robbanóanyag-nak tekinthető "karboazotiszt" amely 64 % salétrom mellett még nedves úton bejuttatott 12 % kénvirágot, 7 % kormot, 12 % falisztet vagy parafa forgácsot és 5 % vasszulfátot tartalmazott.

A fekete lőpor robbanóanyagkénti több mint félévezre-
des kizárólagos egyeduralma a XIX. század közepéig tartott.
Ezen időszakon belül a fekete lőpor robbantástechnikai jel-
lemzőinek fejlesztésére megpróbálták a kálium nitrátot ká-
liumkloráttal helyettesíteni majd ammonsalétróm és nátrium-
nitrát alkalmazásával próbálkoztak, illetőleg a szén és rész-
ben a kén organikus anyagokkal történő kiváltásával. Az emlí-
tett próbálkozások azonban nem jártak jelentős eredménnyel.

2. A robbanóanyag és a lőpor ipar fejlődése

A XIX. század első felében az igen intenzív kémiai ku-
tatások eredményeként egymás után születtek meg a különféle
nitrovegyületek: így 1834-ben a nitrobenzol, 1835-ben a
nitronaftalin; 1843-ban a nitrofurol vagy közismertebben a
pikrinsav míg 1846-ban egyidőben a nitrocellulóz és a nitro-
glicerín. A két utóbbi anyag feltalálása indította el a dina-
mitok és a füstnélküli lőporok gyártásának és felhasználásá-
nak viharos fejlődéstörténetét.

A nitrocellulózt vagy lőgyapotot 1846-ban CH.F. SCHÖN-
BEIN és R. BÖTTGER fedezte fel. Az első lőgyapot gyárakban
súlyos robbanások következtek be.

A sok emberáldozatot követelő lőgyapot robbanásokat a
nitrocellulóz önbomlása okozta, amelyet a rostok belsejében
maradt savnyomok váltottak ki. Ennek a problémának a megoldá-
sára ABEL 1865-ben bevezette a nitrocellulóz vágását (fosztá-
sát) és kidolgozta a róla elnevezett robbanóanyag stabilitási
vizsgálatot.

Később a 13 %-on felüli N-tartalmú lőgyapoton kívül
gyártottak kb. 12 % N-tartalmú, éter-alkohol elegyében jól
oldódó "kollódium gyapotot" is.

A nitroglicerint 1846-ban A. SOBRERO fedezte fel Tori-
nóban, aki a találmányát "piroglicerinnak" nevezte el.

Az 1860-as évek elején A. NOBEL szabadalmat jelentett
be a nitroglicerín felhasználására vonatkozóan. A szabadalom-
ban NOBEL a nitroglicerint "Nobel féle robbanóolajnak", míg a

gyűjtást "Nobel féle gyűjtásnak" nevezte el.

NOBEL - folytatva a kutatásait - 1864-ben feltalálta a durranóhiganyos robbantógyutacsot. Ez lehetővé tette a nitroglicerin tökéletes, az eddigieknél jóval hatásosabb indítását. Ezt a nagyerejű robbanást "detonációnak" nevezték el, szemben a feketelőpor "explóziójával".

NOBEL 1867-ben készítette el és szabadalmaztatta az első "dinamitot", amely 75 % robbanóolajból állt és 25 % ko-vaföldből (Kieselgur) mint felítató anyagból. Ezt a nagy hatású, kezelésbiztos robbanóanyagot NOBEL "Gurdinamit" néven szabadalmaztatta.

1875-ben D.J. MENGYELEJEV, majd NOBEL előállítja a "robbanózselatin" néven közismert 100 %-os dinamitot, amely két brizáns robbanóanyag, a robbanó olaj és a kollodiumgyapot kombinációjából született.

A 92-93 % nitroglicerinből és 7-8 % kollodiumgyapotból álló, jól formálható és vágható robbanóelegy hatásában felülmúlt minden eddig ismert robbanóanyagot, és emellett teljesen érzéketlen volt a nedvességgel szemben. Ez az új nagyhatású brizáns robbanóanyag főleg az alagútépítésnél és a vízlatti szikla robbantásoknál terjedt el.

Rövidesen kifejlesztették a bányászati célokra alkalmasabb "zselatindinamitot", amelyet 3-4 % kollodiumgyapottal zselatinált dinamitból és 40-70 % adalékanyagból (nátriumnitrát, faliszt, stb.) álltak. Ezek képezik alapját a még ma is kiterjedten használt és "dinamit" néven forgalmazott különböző erősségű és tulajdonságú (pl. nehezen fagyó) brizáns ipari robbanóanyagoknak.

NOBEL 1879-ben szabadalmaztatta a mai ammondinamitok őseit az "extradinamit"-ot, amely 60-70 % zselatinált dinamitból és 30-40 % ammonsalétromból áll.

Az első ammonsalétromos, vagyis a későbbi "biztonsági robbanóanyagok" előhírnökének tekinthető ipari robbanóanyagot 1867-ben a svéd OHLSSON és NORRBIN állította elő és szabadalmaztatta.

A sújtólégbiztos robbanóanyagok gyártását a XIX. század végén úgy oldották meg, hogy az ammonsalétromos robbanókeverékekhez 15-30 % alkálisót (pl. konyhasót) keverték.

Az ipari robbanóanyagok közül foglalkoztak még a "klorátos" és a "perklorátos", továbbá az "oxiliquit" robbanóanyagokkal, amelyek azonban a gyakorlatban szélesebb körben nem terjedtek el.

Az ipari robbanóanyagok felhasználásának nagysági fejlődésére jellemző, hogy a dinamit termelés Európában 1867-ben évi 11 t; 1874-ben 3100 t és 1900-ban már 1,5 millió tonna volt.

A "trotil"-t vagyis izomér vegyületekből a szimmetriás TNT-t PHEPP állította elő 1880-ban. A nagyipari gyártás elsősorban hadászati célokra az 1900-as években indult meg. Az úgynevezett nyers trotil 5-15 % részarányban nagymennyiségben az ammonsalétromos ipari robbanóanyagok gyártásához nyert felhasználást.

A füstnélküli lőporok gyártása a XX. század elején indult meg. Számos súlyos robbanási baleset beigazolta, hogy még a legstabilabb nitrocellulózból készült lőporok sem tárolhatók huzamosabb ideig, ha nem tartalmaznak úgynevezett "stabilizátorokat", vagyis olyan vegyületeket, amelyek a nitrocellulóz bomlástermékeit lekötik és így lehetővé teszik a lőpor huzamosabb ideig történő raktározását. A füstnélküli lőporok stabilizálását "difenilaminnal" sikerült megoldani.

A nitropentát 1891-ben TOLLENS és WIGAND állította elő, majd ipari gyártásra és felhasználásra 1929-ben STETTBACHER svájci kutató jelentett be szabadalmat. Az NP vagy másnéven a "pentrit" vagy "ten" a jelenleg gyártott legkönnyebben indítható nagyhatású brizáns robbanóanyag, amely különösen gyutacsok és detonátorok töltésére, valamint a pentritol előállítására alkalmas.

A jelenkor legbrizánsabb robbanóanyagát a hexogént HEMMING 1899-ben állította elő, amelyről nem is sejtette, hogy a nitrálás útján nyerhető legnagyobb detonációsebességű és legbrizánsabb robbanóanyag.

A XIX. és XX. században lényeges előrelépés történt a robbanás elméletének kidolgozásában is:

- Riemann bevezette és értelmezte a lökeshullám fogalmát;
- Hugoniot meghatározta a gyors reakciókra érvényes összefüggéseket a keletkező gázok nyomása és térfogata között;
- Michelson megalapozta a robbanóanyagok detonációjának elméletét;
- Landau, Zeldovics és más orosz kutatók kimutatták, hogy a lökeshullám hidrodinamikai elmélete a detonációs folyamatokra is alkalmazható s ezzel megadták a robbanás jelenségével és folyamatával kapcsolatos számos még tisztázatlan kérdés magyarázatát.

Hazánkban már 1949-ben önálló robbantástechnikai kutató intézet kezdte meg a munkáját Tatabányán azzal a céllal, hogy a korszerűbb termékek gyártására ösztönözzön és segítséget nyújtson azok ipari alkalmazásához. Az említett intézet, dr. Kóta József Kossuth-díjas bányamérnök irányításával a milliszekundumos robbantás fejlesztése terén nemzetközi hírnévre tett szert.

A hazai - nemzetközi mércével is figyelemre méltó - kutatási eredmények közül a robbanóanyag gyártás területén a következők említhetők meg:

- a sújtólégbiztos NP-5 és a Kalkodinamit nevű robbanóanyagok kifejlesztése;
- a kis sűrűségű, kőzetkimélési és darabos szén termelési célokra kiválóan alkalmas Poronitokat;
- nagy hőállóságú robbanóanyagok közül a Tedylent és a

Termazidot;

- alumíniumvezetékes villamos gyutacsok.

A II. világháború után különösen gyors fejlődésnek indultak a nagytömegben, olcsón előállítható és biztonságosan felhasználható robbanóanyagok:

- az 1960-1980-ig terjedő időszakban az ANDO (ANFO; ANO) típusú úgynevezett kétlépcsős indítású, tolóhatású robbanóanyagok az egész világon széles körben elterjedtek. Ezen robbanóanyagok szemcsés állapotban könnyen és gyorsan tölthetők a kritikusnál nagyobb átmérőjű robbantólyukakba;
- az ANDO típusú robbanóanyagok detonációs tulajdonságai és munkavégzőképessége jól szabályozható:
 - = a robbanóanyag szemcsék méretével
 - = fémpúder adagolással.

Jelenleg az egész világon a szilárd kőzetanyagok tömeges roncsolásában a legnagyobb mértékű (70-90 %) az ANDO típusú robbanóanyagok felhasználása:

- az 1980-as évektől kezdve egyre jobban terjed számos országban a vizes fúrólyukakban is hatásos robbanóanyagok alkalmazása;

- az 1990-es évektől egyre gyorsabban terjed a roncsolandó anyag tulajdonságaihoz optimálisan alkalmazkodó oxigén buborékos (üveg vagy műanyag gömbös) robbanó emulziók alkalmazása;

- az 1980-as években kifejlesztették a fokozottan sújtólégbiztos, úgynevezett ioncserés robbanóanyagokat, amelyeknél a hűtőközeg a robbanás folyamatában alakul ki. Ennek a megoldásnak a legfontosabb előnye, hogy fokozottan sújtólég és szénporrobbanás veszélyes környezetben is jelentősen növelhető az egy fúrólyukba betölthető robbanóanyag mennyiség, illetve az egy tűzben elindítható teljes töltet mennyiség.

3. A gyújtó- és a robbantószerkezetek gyártásának fejlődése

A "gyújtószerkezetek" vagy másnéven "gyújtólánc elemek" legfontosabb típusai a következők:

- a lángenergiát adó gyújtózsínok;
- izzógyújtók;
- láng vagy detonációs hullámok hatására működő gyutacsok;
- detonátorok
- robbanózsínok...

A gyújtólánc elemekben a robbanás kiváltásához szükséges "aktiválási energiát" lépcsőzetesen fokozzuk mindaddig, míg az energia koncentráció el nem éri azt a fokot, amely már elegendő egy töltet tökéletes indítására.

A fekete lőpor tökéletes indításához elegendő egy kánóc vagy gyújtózsín lángja, vagy egy szikra. A fekete lőpor tehát nemcsak az első robbanóanyag, hanem mint "gyújtólőpor" az első indító (gyújtó) anyag is.

A gyújtó lőport kezdetben gyújtógyertyával, majd kánóccal indították.

Az izzó taplóval való gyújtás a XVII. század 30-as éveitől vált általánossá a bányákban, az út és az alagút építésekénél.

A gyújtózsín megjelenéséig gyújtásra főleg "kánócot" vagyis fekete lőporpépbe mártott papírcsíkot használtak, amelyet vékony csővé sodortak és megszáritottak, majd ebbe folyékony kénbe itatott, lassan égő gyapotszálat húztak a láng közvetítésére.

Főleg a külszíni kőbányászatban használtak még fekete lőpor töltetű gyújtónádat is.

A gyújtóelegyek, helyesebben keverékek bevezetését a Berthollet féle sónak, a káliumklorátnak 1786-ban történt felfedezése segítette elő.

1815-ben EGG angol fegyvermester fedezte fel a fekete lőpor gyújtására szolgáló klorátos gyújtóelegyes "csappantyú"-t.

A robbantástechnikában a fekete lőpor gyújtása terén a fejlődés legfontosabb állomása az angol BICKFORD által 1831-ben szabadalmaztatott "fekete lőporos időzített gyújtó-zsinór".

A legelső használható iniciáló anyagot, a "durranóhiganyt" valószínű az alkímisták találták fel. Az első írásos feljegyzések a XVII. század elejétől azt rögzítik, hogy a durranóhiganyt a holland DREBBEL fedezte fel, amikor gyógyszerként higany eszencet akart előállítani.

1788-ban BERTHOLLET feltalálta az igen erősen iniciáló "fekete durranóezüstöt", amely azonban túl nagy érzékenysége miatt nem nyert gyakorlati felhasználást.

1799-ben ugyancsak véletlenül állított elő durranóhiganyt az angol HOWARD is, salétromsav, higany és alkohol reakciójával.

Számos sikertelen kísérletezés után NOBEL 1864-ben szabadalmaztatta az első durranóhiganyos bányagyutacsot, amely óriási impulzust adott a bányáipar, valamint a robbantástechnika fejlődésének.

A gyutacsok hüvelye vörösreztől készült, míg a töltetük először tiszta, majd 10-20 % káliumkloráttal kevert durranóhigany volt. Nem használtak még külön (primer) és robbanó (szekundér) töltetet. A bányák részére a különféle érzékenyséű és összetételű ipari robbanóanyagok indítása 10 féle hasonló felépítésű, de különböző méretű és töltetű gyutacsot gyártottak.

A gyutacsok közül legjobban a "8-as számú" vagy más néven "2 gr-os gyutacsok" használata terjedt el, de emellett elég sok helyen alkalmazták a "6-os számú", "1 gr-os gyutacsokat" is.

1887-ben NOBEL a durranóhigany egy részét a gyutacsokban kisebb mennyiségű, de brizánsabb robbanóanyaggal - így elsősorban pikrinsavval - helyettesítette. Ezáltal megosztotta az egységes töltetet "indító" (primér) és "robbantó" (szekundér) töltetre. Ezzel megteremtette a nagyobb hatású és olcsóbb, korszerű gyutacsok gyártásának alapját.

LWÖHLER javaslatára 1890-ben a pikrinsavat a jobb robbantástechnikai tulajdonságokkal rendelkező trotilal, majd később tetrillel helyettesítették.

Hosszú ideig a durranóhigany volt az egyetlen gyakorlatilag használható indító anyag, míg a WISLECENIUS által 1893-ban feltalált ólomazid nagyipari gyártása 1908-ban megkezdődhetett.

Az ólomazidnak a durranóhigannyal szemben elvitathatatlan előnye, hogy nedvességre, ütésre, magasabb hőmérsékletre, valamint túlsajtolásra (agyonpréselésre) érzéketlenebb és ráadásul jóval olcsóbb is.

Az ólomazidnak azonban nagy hátránya, hogy sújtólég- és szénporrobbanás veszélyes környezetben nem használható, mert csak alumínium hüvelybe tölthető. Az azid ugyanis a rézhüvely anyagával tárolás során rézazidot képez, s ennek eredményeként a gyutacs elveszíti a kezelésbiztonságát és ütésre igen érzékennyé válik.

A sújtólég és szénporrobbanás veszélyes bányákban a felemlítettek miatt az egész világon kizárólag csakis a durranóhiganyos villamos gyutacsok használatát engedélyezik és a durranóhiganyt csak vörösréz, vagy tombak hüvelybe szabad tölteni.

A megosztott töltet bevezetése után a fejlődés következő állomása, a gyutacshüvely fenekén a kúpos bemélyedés alkalmazása, amelynek célja a kumulatív hatás révén a robbanásnál felszabadult energia koncentrációja volt.

A technikai fejlődés eredményeként azután kialakultak a korszerű gyutacsok, amelyek indító, közvetítő és robbanó-

töltetből állnak. A sújtólégmentes bányákban a 80 % ólomazid + 20 % trizinát az indító, a nitropenta vagy a tetril a közvetítő és a hexogén a robbanótöltet.

A fekete lőportöltetek villamos árammal történő gyújtását először FURTON javasolta 1799-ben, míg az első villamosgyújtást CHASTEL végezte 1802-ben az ausztriai KONOWITZ-ben.

A villamos gyújtás a XIX. század végétől terjedt el általánosan a robbantástechnikában. Ez a megoldás lehetővé tette több töltetnek egyidőben, vagy megadott kis időközökben történő biztonságos sorozat robbantását, valamint a sújtólégbiztos töltetek veszélytelen indítását.

A különféle gyújtók közül a "megszakított", vagy másnéven "térközös" gyújtókat használták.

Később általánosan az "izzószálas" villamos gyújtók terjedtek el. Ezek ellenállása általában 2-4 ohm s egy gyutacs indításához 0,3-0,5 Amper áramerősség szükséges.

Az izzógyújtóknál az igen vékony izzószálat (hidat) egy könnyen gyulladó pirotechnikai elegy veszi körül. Áram hatására a vékony fémszál izzásba jön s meggyújtja a gyúelegyet, amely erőteljes szúrólángot adva iniciálja a gyutacs indítótöltetét.

A villamosgyújtóknak az idők folyamán a következő legfontosabb típusai alakultak ki:

- pillanathatású;
- rövid illetve hosszúkéselettetésű.

A legutóbbi időkig főleg a pirotechnikai elegyek összetételével valósították meg a gyutacsokban a szükséges mértékű késelettetést.

Újabban azonban hazánkban és külföldön is eredményesen alkalmaznak olyan robbantógépeket, amelyeknél mechanikus késelettetéssel, éles szelektivitással egészen nagy gyutacsso-

rozatok, a megoldandó robbantástechnikai feladathoz rugalmasan alkalmazkodó sorrendben indíthatók.

Századunk 60-as, 70-es éveiben indult meg főleg az érc- és a kőbányászatban a "robbanó", vagy másnéven "detonációs zsinórok" alkalmazása a hosszú fúrólukás robbanó töltetek biztonságos indítása érdekében. Ezeknél a kívánatos késleltetést úgynevezett detonátor késleltetőkkel oldották meg. Ma már kis fajlagos töltetsúlyú, úgynevezett "sújtólégbiztos" detonációs zsinórt is elő tudnak állítani.

A mélyműveléses ércbányászat számára kifejlesztették a nem villamos, úgynevezett "Nonel" zsinóros gyújtást, amelynél egyetlen villamos gyutaccsal a 3 mm átmérőjű műanyagcsőben elhelyezett nagy detonáció sebességű robbanóanyaggal és detonátor késleltetők alkalmazásával, egészen nagy késleltetési fokozatú robbantóhálózatok alakíthatók ki.

A különféle villamos gyújtók és gyutacsok indítására az idők folyamán a legkülönbözőbb típusú és teljesítményű lövőgépek fejlődtek ki. Ezek legfontosabb típusaivá váltak:

- a kézi és rugós meghajtású lövőgépek;
- a ma általánosan alkalmazott, korszerű kondenzátoros lövőgépek;
- a "hálózat kikapcsoló" közbeiktatásával működő villamos hálózati gyújtó berendezések.

Végül a különböző nagyságú villamos gyutacshálózatok biztonságos elindításának ellenőrzésére és felülvizsgálatára kifejlődtek, a különböző gyújtási paraméterek nagypontosságú meghatározására alkalmas mérő és kiértékelő műszerek, illetve berendezések.

4. A magyar robbantóanyagipar rövid fejlődéstörténete

Az első magyar nitrocellulóz és füstnélküli lőpor

üzemet az első világháború alatt 1915-ben építették és helyezték üzembe Mosonmagyaróváron. Itt a lőporgyártás 1922-ig folyt.

Fűzfőn a "Nitrokémia Rt." az új lőporüzem felépítését 1922-ben kezdte meg, ahol az oldószeres eljárásra berendezett füstnélküli lőporüzem szerelése 1927-ben fejeződött be.

Ezután gyors egymásutánban megindult a szakaszos üzemű nitroglicerinnel, majd 1928-ban a WASAG eljárással dolgozó első magyar TNT gyártása. Közben 1932-ben elindították az oldószer nélküli lőporgyártást. 1937-ben megindult a nitrokeményítő nagyüzemi gyártása. A II. világháború alatt beindították a hideglőporok, továbbá a nitropenta és a pentritol gyártását. A robbanóanyag gyártás korszerűségét mutatja, hogy a Nitrokémia a II. világháború kezdetéig több mint 2 millió kg különféle lőport exportált a világ minden részébe.

A hazai korszerű ipari robbanóanyag gyártás, az 1922-23-ban Fűzfő közelében megépített peremartoni "Ipari Robbanóanyaggyárban" indult meg. Itt elsőnek a kezelésbiztos ammonsalétrómos robbanóanyagok közé tartozó "Paxit" és a sújtólégbiztos "Nitrocertusit" gyártását kezdték meg 1923-ban. Ugyanebben az évben üzembehelyeték még a szakaszos üzemű nitroglicerinnel, továbbá a dinamitüzemet is és megkezdték a "Dinamit I" és "Dinamit II", valamint a nehezen fagyó dinamit gyártását.

1924-ben megindult a fekete lőpor és a bányák részére nélkülözhetetlen gyújtózsínór gyártása, míg a durranóhiganynyal töltött zsínór gyártását 1939-ben kezdték meg.

Megindult a robbanóanyagok és lőporok indításához szükséges gyutacsok önálló hazai gyártása is az első világháború után. Nagytétényben a durranóhiganyos gyutacsok hazai gyártása 1925-ben indult meg. 1927-ben pedig megkezdődött az alumíniumhüvelyes ólomazidos gyutacsok gyártása is.

A második magyar csappantyú és gyutacsgyár 1935 körül Törökbálinton létesült, 1939-42-ben pedig felépült a székesfehérvári új gyutacs és csappantyú üzem. Ettől az időtől Székesfehérváron gyártották az ólomazidos gyutacsokat, míg a

durranóhiganyos bányagyutacsokat Nagytétényben. A hazai villamosgyújtók és elektromos gyutacsok gyártása ugyancsak Mosonmagyaróváron indult meg a Vadásztölténygyár területén, a "Villamosgyújtógyár Rt-ban".

A hazai villamosgyújtók gyártásához a leglényegesebb alkotóelemet, az "izzógyújtófejet" 1954-ig az osztrák SCHAFFLER cég szállította, s 1955-ig a Schaffler-féle szabadalmak alapján gyártott villamos gyújtók, továbbá a pillanat és időzített gyújtású elektromos gyutacsok, a régi osztrák elnevezéssel kerültek forgalomba.

Az elméleti és gyakorlati kutató munka teljes sikerrel járt, és 1954-ben az osztrák szabadalom oltalmának lejárta után, megindult a magyar gyújtófej típusoknak és ezek felhasználásával a különféle "villamosgyújtók" és "elektromos gyutacsok" hazai gyártása. 1955-ben megszülettek az addigi osztrák jelölések helyett az új magyar elnevezések.

A további technikai-technológiai fejlődés néhány fimkocka-szerűen felvillantható ténye:

- az 50-es évek elején megkezdte az elméleti és gyakorlati fejlesztő tevékenységét a Tatabányai székhelyű, ma már önálló Robbantástechnikai Laboratórium, amely korábban szervezetileg a BKI-hez⁺, majd később a KBFI-hez⁺⁺ tartozott;

- a 60-as évek elején a Mecseki ércbányászatban megindult az önálló ANDO típusú robbanóanyag gyártás, és nagytömegű felhasználás. Ugyancsak itt alkalmazták először a hosszú-késleltetésű, úgynevezett FMG gyutacsokat;

- a 60-as évek óta érvényes mindenféle robbantási tevékenységre az Általános Robbantási Biztonsági Szabályzat (ARBSZ);

- a 80-as évek végén gyakorlatilag a nemzetközi robbantástechnikában rendelkezésre álló mindenféle eszköz és berendezés hazai felhasználása lehetségessé vált;

⁺ Bányászati Kutatóintézet

⁺⁺ Központi Bányászati Fejlesztő Intézet

- a 90-es évek elejére a Miskolci Egyetem Bányaműveléstan Tanszékén folyó elméleti kutatási és oktatási tevékenység eredményeként, kifejlesztésre kerültek a legkülönbözőbb robbantástechnikai feladatok megoldására alkalmas, számítógéppel támogatott szakértői rendszerek.

5. Prognózis a jövő fejlődési irányairól

Fő fejlődési irányzatokként a teljesség igénye nélkül a következők jelölhetők meg:

- a robbantástechnikai és technológiai megoldások műszaki-gazdasági-biztonsági hatékonyságának összehangolt növelése;

- a robbantástechnikai feladatok megoldásának tervezésével és kivitelezésével kapcsolatban a logisztika elveinek következetes alkalmazása, amivel biztosítható, hogy:

= a robbanóanyagok és robbantószerkezetek megfelelő mennyiségben

= megfelelő minőségben

= a megfelelő időpontban

= megfelelő költségekkel

rendelkezésre álljanak a legkényesebb fogyasztói igények kielégítésére is;

- biztosítani kell, hogy a tágabb környezetet a különböző robbantástechnikai megoldások térben és időben csak a legindokoltabban megengedhető módon, egyszerűen "környezetkímélően" vegyék igénybe.