

# ANALITIKAI KÉMIA

## A robbanóanyagok világa

### LAPAT ATTILA

#### Második rész

#### A robbanóanyagok kémiai szerkezete, összetétele

A cikk első részében a robbanóanyagok fejlődéstörténeti áttekintésekor is alkalmaztunk egyfajta - felhasználás szerinti - rendszerezési elvet, de anyagaink kémiai szerkezetére, vegyületcsoporthoz való tartozására csak utaltunk. A kémiai szerkezet, összetétel ismerete, a robbanóanyagok ezen elv alapján való elhelyezése a vegyületek világában - mint látni fogjuk - sok szempontból nagyon fontos. Ebben a részben nézzük meg közelebbről, hogy valójában milyen szerves, vagy szervetlen vegyület rejlik a sok esetben triviális névvel illetett robbanóanyag (pl. trotil, nitroglikol) mögött! A következőkben vizsgáljuk meg e tekintetben a legismertebb, a leggyakrabban alkalmazott, a robbantásos bűncselekményekben is sokszor előforduló robbanóanyagokat.

A robbanóanyagok felosztása többféle szempont szerint történhet. A kémiai szerkezet és összetétel szerinti felosztás mellett a szakirodalom általában az alábbi szempontokat figyelembe véve osztályozza a robbanóanyagokat (1. ábra).

A robbanási folyamat során végbemenő kémiai reakciófront terjedési sebessége alapján megkülönböztetünk nagy és alacsony hatóerejű robbanóanyagokat. Míg az előbbieknél ez a sebességérték ~1000-10 000 m/s között van, az utóbbiaknál 100 m/s alatt.

A gyújtó láncban\* betöltött szerep szerint a nagy hatóerejű (detonációra képes) robbanóanyagokat feloszthatjuk primer vagy iniciáló, valamint szekunder vagy brizáns robbanóanyagokra. Az előbbieket a brizáns robbanóanyagok detonációjának kiváltására alkalmazzák, míg utóbbiak képviselik a főtöltetet egy adott robbanószerkezetben.

Az alkalmazási területeket tekintve szokás megkülönböztetni katonai, illetve ipari robbanóanyagokat, bár itt természetesen léteznek átfedések, nem mindig lehet egyértelműen kategorizálni ilyen szempontból egy adott robbanóanyagot, vagy robbanóanyag-keveréket. A brizáns robbanóanyagoknál sok esetben fontos lehet még a fizikai állapot (öntött, préselt, por alakú, folyékony, zagy), a környezeti veszélyesség (sújtólégbiztos, nem sújtólégbiztos) egyéb biztonsági szempont (kezelésbiztos, érzékeny) szerinti besorolás is.

A sorozat következő részének témájául szolgáló robbanóanyag- analitikai módszerek alkalmazási lehetőségei nagymértékben az illető anyag kémiai, fizikai tulajdonságainak a függvényei, amelyeket alapvetően a molekulászerkezet, a molekulák közötti kölcsönhatások határoznak meg. Természetesen a robbanóanyagok felhasználási területeit, módozatait is azok tulajdonságai, pl. robbanási tulajdonságai (detonációsebesség, oxigénegyenleg, robbanási hő, stabilitás stb.) befolyásolják, melyek az adott kémiai szerkezetű anyag sajátjai. Ezért lényeges a robbanóanyagok kémiai szerkezetének, összetételének áttekintése, e szempontok szerinti felosztása, rendszerezése. Ennek során célszerű az alap robbanóanyagokat mint határozott kémiai szerkezetű vegyületeket az IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry) ajánlásai alapján kidolgozott magyar kémiai elnevezés és helyesírás szabályai szerint elnevezni. Ezekhez hozzárendelhetők a robbanóanyagok triviális, esetleg rövidítésből származó nevei, amelyek használata természetesen megengedett, és elsősorban kényelmi szempontok miatt közkedvelt is a szakirodalomban. Fontosnak tartom azonban, hogy bármely elnevezést alkalmazzuk is, az következetes legyen.

A továbbiakban a legközismertebb és leggyakrabban alkalmazott robbanóanyagokat helyezem el a kémiai szerkezetet és összetételt alapul vevő, általam javasolt felosztási rendszerben (2.ábra).

A robbanóanyagok nagy családját alapvetően két nagy csoportba oszthatjuk be aszerint, hogy egy vegyületről van-e szó, vagy pedig több vegyület alkotta anyagról.

A komponensek száma szerint tehát léteznek:

-egynemű, vagy alap robbanóanyagok;

-összetett, vagy keverék robbanóanyagok.

Az egynemű vagy alap robbanóanyagokat célszerű szerves és szervetlen vegyületekre tagolni, tekintettel arra, hogy általában analitikai vizsgálatuk során beszélünk jellemzően szerves és szervetlen analitikai módszerekről. Az alap robbanóanyagok tovább oszthatók kisebb egységekre, amelyeket a molekulában lévő jellemző atomcsoportok, illetve a molekula többi részéhez való kapcsolódási módjuk határoz meg. A szerves vegyületek körét tekintve, attól függően, hogy a nitrocsoport (-NO<sub>2</sub>) milyen atomon keresztül kapcsolódik, megkülönböztetünk nitrovegyületeket (-C-NO<sub>2</sub>), nitrát-észtereket (-C-O-NO<sub>2</sub>), nitraminokat (-N-NO<sub>2</sub>). Nem nitro csoportot tartalmazó, ebbe a kategóriába tartozó robbanóanyagok a szerves peroxidok (-O-O-), valamint bizonyos szerves sók és az ún. „cage” vegyületek. Az egyes vegyületcsoportok legfontosabb képviselői - megadva azok összeg és szerkezeti képletét, molekulásúlyát, triviális nevét - a 3-4.ábrán láthatók.

Az egynemű robbanóanyagok szerves vegyületei közül kerülnek ki túlnyomórészt a nagy hatóerejű (brizáns) robbanóanyagok, amelyek a gyújtó láncban a detonációért felelősek (szekunder töltet), míg a szervetlen vegyületek csoportjában található a szekunder töltet detonációját kiváltó anyagok (primer robbanóanyagok).

Az összetett, vagy keverék robbanóanyagok rendszerezése már jóval nehezebb feladat, hiszen ezek több anyagból tevődnek össze, amelyeket sok esetben nem robbanóanyag-adalék jelenléte is jellemez. Az egyes kompozíciók végső állapotát az egyes komponensek fizikai-kémiai, robbanási tulajdonságai határozzák meg, amely az alkotók arányainak megválasztásával, az alkalmazás kívánalmait figyelembe véve természetszerűleg módosítható. A fentiekből nyilvánvaló, hogy ebben az esetben a határozott kémiai szerkezetű egyszerű robbanóanyagoknál követett csoportosítási elvek nem alkalmazhatók.

A keverék robbanóanyagokban az alap robbanóanyagokon kívül számos nem robbanóanyag-komponens is található, amelyek egyik része befolyással lehet a robbanási tulajdonságokra, másik része pedig csak a termék végső fizikai állapotának megjelenési formája kialakításában játszik szerepet. Az előbbiekhöz tartozik pl. a füst nélküli lőporoknál alkalmazott difenil-amin stabilizátor, az egyes katonai robbanóanyagokban megtalálható alumíniumpor (robbanási hő növelése), míg az utóbbiakhoz a plasztikus robbanóanyagok gyártásánál alkalmazott butadiénsztirén kopolimer.

A gyakorlati felhasználásra szánt robbanóanyagok (ipari, katonai) zöme különböző vegyületek (alap robbanóanyagok, adalékanyagok) keverékei, és e vegyületek típusai tekintetében rendkívül változatos képet mutatnak.

## Lőporok

Az alacsony hatóerejű (tolóhatású) robbanóanyagok körébe tartoznak

-fekete lőpor - alap robbanóanyag: kálium- vagy nátriumnitrát (salétromsav sói); adalékanyag: faszén és elemi kén

-füst nélküli lőporok-alap robbanóanyag: nitrocellulóz, nitroglicerín, nitro-guanidin

Attól függően, hogy az adott típusú lőpor csak nitrocellulózt, nitrocellulózt és nitroglicerint, vagy pedig mindhárom alap robbanóanyagot tartalmazza, beszélünk egybázisú, kétbázisú, illetve hárombázisú lőporokról. Adalékanyag: difenilamin (stabilizátor), dietil-ftalát (lágyító)

## Katonai robbanóanyagok

Jellemzőjük, hogy mindegyik képviselőjük, típusuk tartalmaz valamilyen brizáns alap robbanóanyagot, ami az alapját képezi az adott robbanóanyag-keveréknek. Természetesen vannak alap robbanóanyagok, amelyeket tisztán alkalmaznak katonai felhasználásra (pl. TNT, hexogén).

Nézzünk meg néhány katonai robbanóanyag-keveréket kémiai összetétel szempontjából, amelyek az egyes országok hadseregeinél rendszeresítve vannak.

-Hexotol - alap robbanóanyag: hexogén (30%), TNT (70%)

-Ammonál - alap robbanóanyag: ammónium-nitrát (82%), TNT (12%); adalékanyag: alumíniumpor (6%)

-Semtex - alap robbanóanyag: nitropenta és/vagy hexogén; adalékanyag: sztiren-butadién, akrilnitril-butadién kopolimer (plasztifikáló anyagok), színezékek

-Composition 4 (C4) - alap robbanóanyag: hexogén; adalékanyag: poli-izobutilén (plasztifikáló anyag)

-Tetritol - alap robbanóanyag: tetrit (30%), TNT (70%)

## Ipari robbanóanyagok

Összetételüket tekintve talán még változatosabb képet mutatnak a katonai robbanóanyagokkal összehasonlítva, ami az alap robbanóanyagok, adalékanyagok komponenseinek számát, típusát illeti. Főként a bányászati felhasználás, az ott megkövetelt biztonság eredményezte az igen alapos kísérleteken nyugvó széles robbanóanyag-skála kialakítását. Néhány, hazánkban forgalmazott ipari robbanóanyag kémiai összetételét az alábbi példák mutatják be (zárójelben a robbanóanyag származási helye).

-Paxit 28 (Magyarország) - alap robbanóanyag: ammóniumnitrát (80-85%), DNT, TNT (10-15%); adalékanyag: faliszt, orsóolaj

-Lambrex 1 (Ausztria) - alap robbanóanyag: ammóniumnitrát (68,9%), nátrium-nitrát (13,8%); adalékanyag: ásványolaj, viasz, emulgeátor

-Gelatin Donarit 1 (Ausztria) - alap robbanóanyag: etilén-glikol-dinitrát (24,1%), nitro-toluolok (7,8%), kollódium gyapot (1,2%), ammónium-nitrát (64,9%)

-Danubit 2 (Szlovákia) - alap robbanóanyag: etilén-glikoldinitrát (11-23%), glicerín-trinitrát (5,5%), DNT (9%), nitrocellulóz (0,4-1,4%), ammónium-nitrát (54-62%)

-Ando-V2 (Magyarország) - alap robbanóanyag: ammónium-nitrát (80,6-95,6%) adalékanyag: dízelolaj (4-6%), emulgeátor (1,1%), üreges üveggyöngy (1,5-3%), alumíniumpor (3%), víz (1-9,8%)

## Pirotechnikai keverékek

A pirotechnikai anyagok rendeltetése, hogy önfenntartó exoterm kémiai reakció révén hőt fejlesszenek, fényt keltsenek, hanghatást váltsanak ki, gőzt vagy füstöt fejlesszenek, vagy e hatások valamilyen kombinációját fejtsék ki.

Bár e keverékek valójában nem tartoznak a robbanóanyagok körébe „per definitionem”, mégis érdemes megemlíteni őket, hiszen számos pirotechnikai termék tartalmaz robbanóanyagvegyületet (klorátok, perklorátok, nitrátok). Ebből következően alkalmas lehet pl. házi készítésű robbanószerkezetek tölteteiben való felhasználásra.

A pirotechnikai keverékekben meglevő anyagok köre jóval szélesebb, mint azt a robbanóanyag-keverékeknél láttuk. Azelegyben az éghető anyag valamely fém (pl. alumínium, króm, magnézium, cirkónium), vagy nem fém (pl. bór, foszfor, kén) elem porított formája. Az oxidálószer különböző oxigén- vagy halogéntartalmú sók vagy ezek keverékei (nitrátok, klorátok, kromátok, oxidok, fluoridok). Ezen kívül a pirotechnikai elegyekben természetes (pl. paraffin gyanta, sellak) és szintetikus (pl. epoxi gyanta, PVC) kötőanyagokat találhatunk.

A leírtakból kitűnik, hogy ha robbanóanyag-analízist akarunk megvalósítani (akár robbantás utáni maradványokból, akár nagyobb tömegű anyagból), melyek azok a vegyületek, vegyülettípusok, fémek, nem fém elemek, amelyekre vizsgálati módszereket kell alkalmazni. Szerencsére vannak olyan modern mérőberendezések, eljárások, amelyekkel az azonosítási feladatok megoldhatók. Ezekkel a következő részben ismerkedhetünk meg részleteiben.

\* A gyújtó lánc az a folyamat, amely végeredményeként létrejön a robbanószerkezet fő töltetének felrobbanása, detonációja, amit kis energiával elindított impulzus több közvetítő anyagon keresztüli felerősítése vált ki. Elektromos gyújtásnál ez pl. a következőképpen alakul: az áramforrásból elektromos energia jut a gyutacsba, ahol a gyújtóelegy felizzik, amely kiváltja az iniciátor detonációját. Ez indítja a gyutacsban levő átvívó töltetet (brizáns robbanóanyag), majd felrobban a gyutacssekunder vagy robbanótöltete, ami végül is előidézi a szerkezet fő töltetének detonációját.

#### IRODALOM

1. Olsen, Allen L., Green, John W.: Laboratory Manual of Explosive Chemistry. John Wiley and Sons, Inc. Chapman and Hall, Ltd. London, 1943
2. Davis, Tenney L.: The Chemistry of Powder and Explosives. John Wiley and Sons, Inc. New York, 1943
3. Meyer, Rudolf: Explosives, Verlag Chemie, Weinheim, Deerfield Beach, Florida, Basel, 1981
4. Urbanski, T.: Chemistry and Technology of Explosives Pergamon Press, Vols. 1-3 Oxford, 1964
5. Yinon, J., Zitrin, S.: Modern Methods and Applications of Explosives John Wiley and Sons, Ltd. Baffins Lane, Chichester, West Sussex PO19 1UD, England, 1993