

Kuti Rajmund – Zólyomi Géza – Takács Krisztina
kuti.rajmund@sze.hu zolyomi@t-online.hu takriszta@freemail.hu

PORROBBANÁSOK VESZÉLYEI AZ ÉLELMISZERIPARBAN

Absztrakt

Az élelmiszeripari termékek előállítása, feldolgozása, tűzveszéllyel is járó folyamatok. Ebből a szempontból különösen veszélyesek a porított termékek gyártásával foglalkozó üzemek, ugyanis porrobbanás bekövetkezésével is számolni kell. Ez a jelenség a modern technológiai berendezések és szigorú tűzbiztonsági előírások alkalmazása mellett is bekövetkezhet, ezért a porrobbanások tanulmányozása, vizsgálata elengedhetetlen a hatékony megelőző intézkedések kidolgozásához. Cikkünkben csak az élelmiszeripari porrobbanások tanulmányozására helyeztük a hangsúlyt, feltártuk a porrobbanások jellemzőit, megelőzési, kárcsökkentési lehetőségeket mutattunk be.

The production and processing in the food industry are fire hazard involved processes. In this respect, the manufacturer of powdered product plants are particularly dangerous because the occurrence of dust explosion should be taken into account. This phenomenon could befall in addition of application of modern technological equipment and stringent fire safety standards, so it is indispensable to study and examine dust explosions for the development of an effective preventive measure. In this article we have emphasized on the study of dust explosion only in the food industry, we explored its characteristics and prevention, damage reduction options were presented.

Kulcsszavak: *élelmiszeripar, kárfelszámolás, biológiai veszély, fertőtlenítési eljárás, fertőtlenítő anyag, ~ disaster, remediation, biological hazards, disinfection, decontamination materials.*

BEVEZETÉS

A globális népességnövekedés hatására Földünk lakossága élelmiszer szükségleteinek kielégítése egyre súlyosabb problémákat okoz. Az élelmiszeripari alapanyagok megtermelése, feldolgozása tehát fontos nemzetgazdasági feladat, különös tekintettel a kenyérgabonákra. Magyarország természeti adottságainak köszönhetően kiváló feltételeket biztosít a gabonafélék termesztésének, ennél fogva a feldolgozóipar is jelentős. Folyamatosan fejlődik a különféle porított élelmiszeripari alapanyagokat előállító ágazat is. Az élelmiszeripari porok előállítása, feldolgozása, legtöbb esetben tűzveszéllyel is járó folyamatok. Ebből a szempontból különösen veszélyes a malomipar – de a porított élelmiszerek feldolgozása során sem elhanyagolható a veszély – ugyanis porrobbanás bekövetkezésével is számolni kell. Ez a jelenség a modern technológiai berendezések alkalmazása mellett is bekövetkezhet, megelőzése fontos feladat. Jelen cikk terjedelmi korlátai nem teszik lehetővé az összes éghető por részletes vizsgálatát, ezért csak az élelmiszeripari éghető porok tulajdonságait mutatjuk be, továbbá részletesen elemezzük a porrobbanások bekövetkezéséhez szükséges feltételeket. Megtörtént porrobbanások tapasztalatait feldolgozva mutatunk be megelőzési lehetőségeket. Kutatásainkkal hozzá szeretnénk járulni a hatékony megelőző intézkedések kidolgozásához.

ÉLELMISZERIPARI POROK ÉGHETŐSÉGI, ROBBANÁSI JELLEMZŐI

Korábbi kutatások bizonyították, hogy minden éghető anyag pora hajlamos porrobbanásra. A legtöbb fajta éghető porral az élelmiszeripar különböző területein találkozunk, ezek a liszttel, cukorral, kakaóval, keményítővel, kávéval, fűszerekkel, táplálék kiegészítőkkel stb. foglalkozó ágazatok. A termelés növelésének érdekében a technológiai folyamatokat korszerűsítették. Új őrlő, keverő, pneumatikus szállító berendezések rendszeresítésével nőtt a feldolgozásra kerülő, ezáltal a tárolt anyagok mennyisége is, ami növelte a porrobbanások kockázatát.

A por- és gázrobbanás között nagy a hasonlóság. A por égésének, robbanásának reakciósebessége annál nagyobb, minél finomabbak a porszemcsék.

Porrobbanás szempontjából általában a 100 μm -nél kisebb frakciók a veszélyesek.

Robbanási határkoncentrációval jellemezzük a por-levegő keveréket. Alsó robbanási határkoncentráció mértékegysége g/m^3 . A reakcióképes por egységnyi térfogatú és meghatározott állapotú levegőben mérhető legkisebb mennyisége, amelynél külső gyújtóforrás, vagy meghatározott hőmérséklet emelkedés hatására a keverék már felrobban.

Felső robbanási határkoncentráció mértékegysége szintén g/m^3 . A reakcióképes por egységnyi térfogatú és meghatározott állapotú levegőben mérhető legnagyobb mennyisége, amelynél külső gyújtóforrás, vagy meghatározott hőmérséklet emelkedés hatására a keverék már nem robban fel. A porok felső robbanási határkoncentrációja olyan magas, hogy a legtöbb esetben gyakorlati jelentősége nincs, hiszen ilyen koncentrációt alig lehet elérni [1].

A különféle éghető anyagok pora a gyújtóforrás energiájától függően különféleképpen viselkedik, ezért a porokat tűzveszélyességük alapján három csoportba sorolhatjuk.

A könnyen gyulladó éghető anyagok pora már alacsony koncentráció mellett, csekély energiájú gyújtóforrás (akár egy szikra) hatására is meggyullad és az égés gyorsan terjed a teljes portérfogatban. Ebbe a csoportba sorolhatók leginkább az élelmiszeripari porok, többek között a liszt, a cukor, a keményítő, a kakaó.

Közepesen gyulladó éghető anyagok porai, amelyek csak magas por koncentráció és nagyobb energiájú gyújtóforrás hatására kezdenek égni (elektromos ív). Ebbe a kategóriába például a fűrészpor, a bőr pora tartozik.

A nehezen éghető porok csoportjába azok a porok tartoznak, amelyek bár éghető anyagok, nem képesek arra, hogy a levegőben tartósan lebegjenek. Ezek a porok, porkeverékek

közönséges körülmények között nem gyűjthetők meg. A por meggyújtása és az égésnek a por teljes tömegére történő áttérjedése, csak az éghető por és levegő-keverék meghatározott aránya esetén lehetséges.

A következő táblázat különféle élelmiszeripari por-levegő elegyek éghetőségi, robbanási jellemzőit tartalmazza. Fontos leszögezünk, hogy a táblázat adatai laboratóriumi vizsgálatokon alapulnak. A porképződéssel járó technológiát alkalmazó üzemekben tűzmegeelőzési szempontból fontos, hogy a képződő por alsó robbanási határértékét és koncentrációját üzemi feltételek között kell meghatározni, ugyanis a laboratóriumi eredményektől adott esetben kisebb-nagyobb eltérés is mutatkozhat.

Anyagnév	Gyulladás hőmérséklet °C		Alsó robbanási határ levegőben (20 °C, 0,1 MPa) g/m ³
	Ilerakódott por	lebegő por	
búzapor	290	420-485	70
búzaliszt	220	380	40
burgonyakeményítő	210	380	25
cukor	elolvad	360	77
tejcukor	elolvad	450	83
kávé	240	410	85
kakaó	200	420	45
fahéj	230	440	40
földimogyoró	210	460	45
kekszliszt	250	480	55
kétszersült	230	450	55
kukoricakeményítő	200	380	40
rizs	220	440	45
rozsliszt	325	415	20
szójaliszt	190	540	60
zselatin	480	620	<500

1. sz. táblázat: Élelmiszeripari por-levegő elegyek éghetőségi, robbanási jellemzői
(Forrás: [2] adatai alapján a szerzők összeállítása)

PORROBBANÁSOK JELLEMZŐI

Előfeltételek

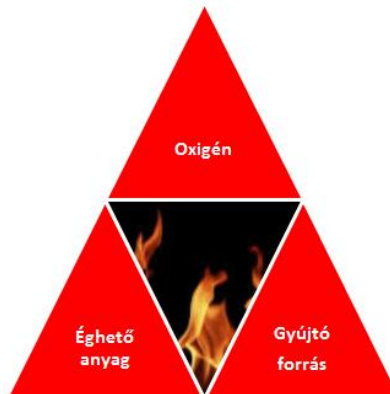
A gabonaipari tevékenységre, de más száraztermék előállítással foglalkozó élelmiszeripari ágazatra is különösen jellemző a kiporzás. A gabona maga is éghető anyag, azonban a feldolgozási folyamatok, tisztítás, koptatás, őrlés, szitálás, keverés, a kész lisztek, valamint további termékek zsákokba, zacskókba töltése során a technológiai berendezéseket körülvevő

levegő a finom porral keveredik, ami gyújtóforrás, akár egy szikra hatására is belobbanhat, és kinetikai égés játszódik le.

A porrobbanás során tehát a nagy fajlagos felülettel rendelkező kis szemcsenagyságú szilárd anyagok (porok) levegőben történő elkeveredésével robbanóképes elegy keletkezik, amely a megfelelő energiájú gyújtóforrás hatására belobban és robbanásszerűen elég.

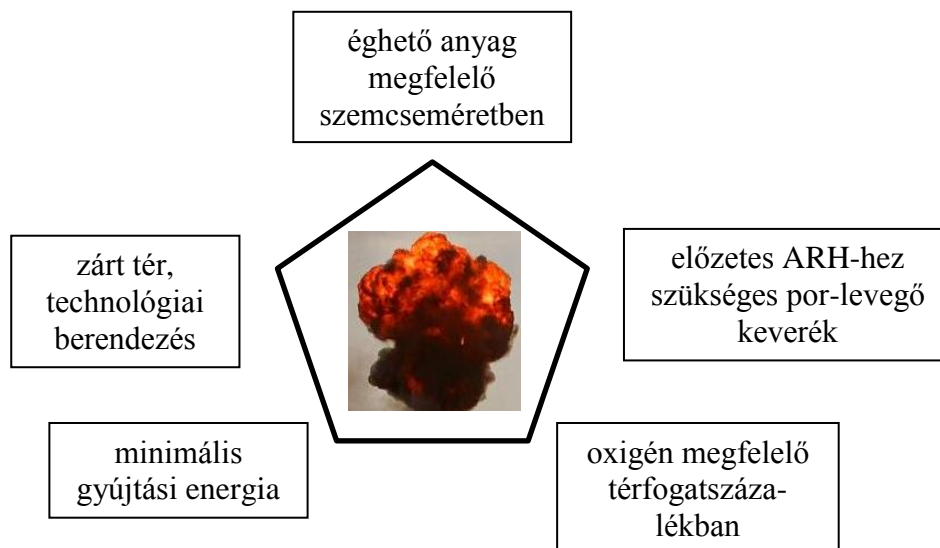
A különféle porok szemcseméretei széles határok között mozognak, porrobbanás szempontjából nagyobb veszélyt a kisméretű szemcsék jelentenek, mert azok hosszabb ideig képesek lebegni a levegőben, ezzel biztosítva a porrobbanáshoz szükséges keverék jelenlétét [3].

Az égés létrejöttéhez szükséges feltételeket a következő ábra szemlélteti.



1. sz. ábra: Az égés általános feltételei (Forrás: szerzők összeállítása)

Az égési folyamat csak akkor játszódik le, ha az égés általános feltételei azonos térben és időben vannak jelen. A porrobbanás leírásából kitűnik, hogy a kinetikai égéshez további feltételek is szükségesek, melyeket a következő ábra szemléltet.



2. sz. ábra: A zárt térben bekövetkező porrobbanás feltételei (Forrás: szerzők összeállítása)

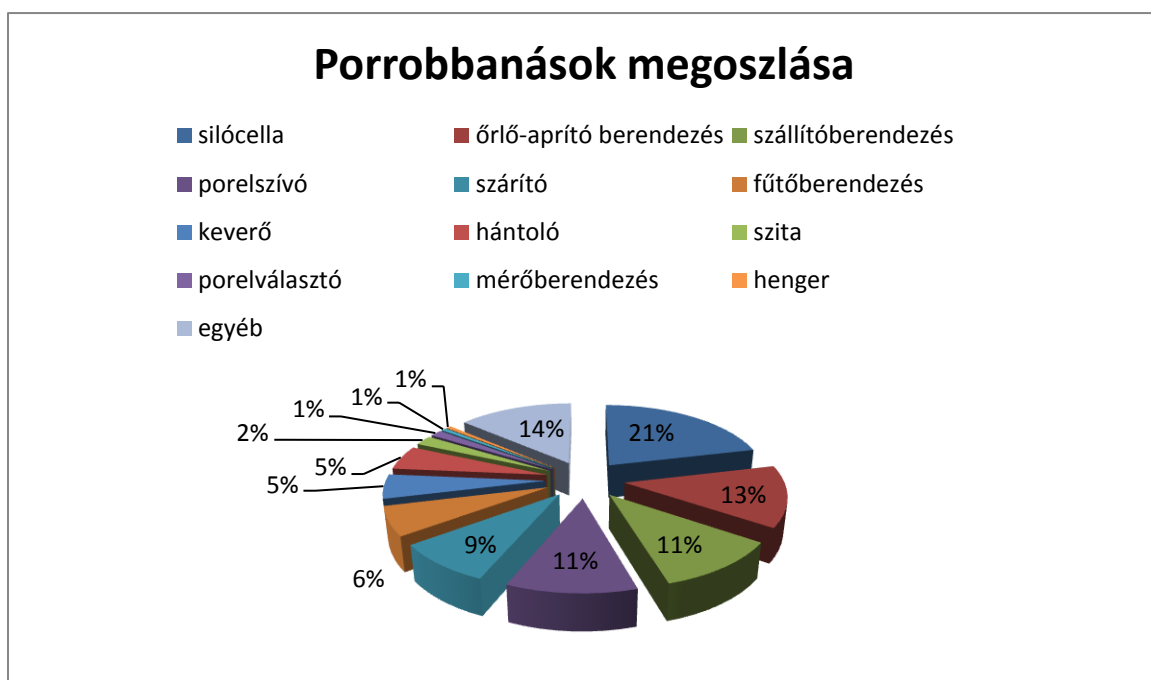
Az ábrából kitűnik, hogy a porrobbanás bekövetkezéséhez szükséges a megfelelő szemcseméretű por és levegő előzetes keverékének kialakulása az alsó robbanási

határértékhez szükséges koncentrációban. További fontos feltétel, hogy a keverék zárt térben alakuljon ki. Természetesen ennek az öt feltételnek is azonos térben és időben kell jelen lennie.

MEGTÖRTÉNT PORROBBANÁSOK TAPASZTALATAI

Az élelmiszeriparban keletkező porok a könnyen gyulladó kategóriába tartoznak, ezt a fenti táblázat adatai is alátámasztják. A por-levegő elegyek égését, a porrobbanást nagy erejű lökéshullámban gyors nyomásnövekedés kíséri, ami felkeveri a felületekre, épületszerkezetekre lerakódott port és további porrobbanások következnek be, ami nagy anyagi károkozással és legtöbb esetben személyi sérülésekkel jár [4].

Teljesen zárt terű robbanásoknál az égési folyamat során, ha az épületet, épületrészt, silót nem látták el hasadó-nyíló felülettel, 0,8 MPa túlnyomás is kialakulhat, amely általában jóval meghaladja az épületek nyomástűrő képességét – régebbi építésű épületek esetében ez különösen igaz – így minden esetben komoly épületkárok is bekövetkeznek. Ha a porrobbanás technológiai berendezésekben következik be, akkor legtöbb esetben a berendezések súlyosan károsodnak. Az utóbbi évek legsúlyosabb élelmiszeriparban bekövetkezett porrobbanásait elemezve megállapítható, hogy az üzemek teljes technológiai folyamatai, berendezései egyaránt lehetnek robbanások helyszínei. A következő diagramban a vizsgált porrobbanások megoszlása látható keletkezési hely szerint.

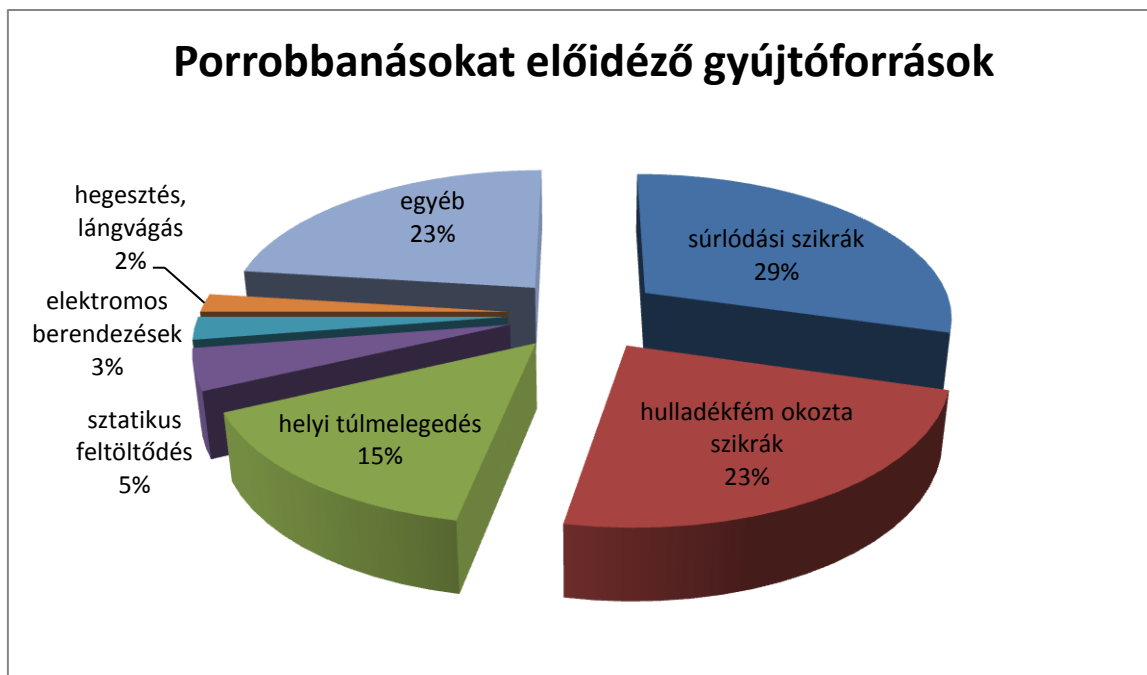


1. sz. diagram: Vizsgált porrobbanások megoszlása keletkezési hely szerint (Forrás: szerzők összeállítása [5] adatai alapján)

A táblázat adatait elemezve megállapítható, hogy szinte a technológiai folyamatok minden területén bekövetkezhet porrobbanás. Az egyéb kategória azokat az eseteket tartalmazza, amelyeknél olyan súlyosan rongálódott a helyszín, hogy a keletkezési helyet nem lehetett egyértelműen megállapítani.

A hatékony megelőző intézkedések kidolgozásához, továbbá a porrobbanások hatásai elleni védelmi rendszerek kiválasztásához, telepítéséhez vizsgálnunk kell a robbanások keletkezésének okait, kialakulásának körülményeit is.

A következő diagram a porrobbanásokat előidéző gyújtóforrások megoszlását tartalmazza.



2. sz. diagram: Vizsgált porrobbanások megoszlása gyújtóforrások szerint (Forrás: szerzők összeállítása [5] adatai alapján)

A porrobbanások bekövetkezéséhez vezető gyújtóforrásokat vizsgálva megállapítható, hogy elsősorban a forgó, mozgó, súrlódó alkatrészek hibás működése a fő kiváltó ok, továbbá jelentős a sztatikus feltöltődés és az elektromos berendezések okozta robbanások száma is.

Több esetben vezetett porrobbanáshoz a karbantartási munkák során végzett alkalmoszerű tűzveszélyes tevékenység is.

Az egyéb kategóriába azok az esetek tartoznak, amelyek vizsgálata során a gyújtóforrást nem lehetett egyértelműen megállapítani, mert a robbanások során olyan súlyosan rongálódott a helyszín. Néhány esetben megállapítható volt, hogy közvetetten a hibás tervezés, vagy a rossz üzemeltetői gyakorlat vezetett tűzhöz, majd robbanáshoz.

PORROBBANÁSOK MEGELŐZÉSÉNEK LEHETŐSÉGEI

Jelenlegi ismereteink birtokában kimondhatjuk, hogy teljesen biztonságos üzem nincs, de hatékony megelőző tevékenységgel, tudatos biztonsági tervezéssel, a porrobbanások bekövetkezésének kockázata csökkenthető.

Megelőzés

Megelőzési intézkedések bevezetése során első lépésként arra kell törekedni, hogy a porrobbanás valamelyik feltételét – melyek a 2. sz. ábrán kerültek megjelenítésre – korlátozzuk.

Élelmiszeripari technológiákat figyelembe véve a következő módszereket kell alkalmazni:

- A tároló silókban nitrogén (N₂) védőgázt kell használni, ezáltal az oxigén (O₂) koncentráció csökken;
- A silókat ciklon felhasználásával kell feltölteni, hogy csökkenjen a porfelhő diszperziója;
- Gondosan kontrolláljuk a szemcseméretet, ezáltal az idegen tárgyak is kiszűrhetők;
- Az elektrosztatikus feltöltődést a silókban és a zsákszűrőkben a fém alkatrészek egyen-potenciálra hozásával és földeléssel meg kell akadályozni;

- Ellenőrizzük a nedvességszintet a csövekben és a silókban;
- Alkalmazzunk kisebb tömegáramokat;
- Online módszerekkel figyeljük a silókban levő kompaktált porban kialakult villamos teret;
- A silók és a silók közti robbanásszigetelő szelepek kialakításánál törekedni kell arra, hogy az egymást követő porrobbanások elkerülhetők legyenek;
- Tartsuk a porkoncentrációt a robbanáshoz szükséges kritikus szint alatt;
- Tervezzünk és alkalmazzunk robbanási gátakat a portovábbító csövekbe [6].

Robbanási nyomás elvezetése

Mivel a hatékony megelőző tevékenység ellenére sem lehet nullára csökkenteni a porrobbanások bekövetkezésének kockázatát, ezért következő lépésként másodsorban a robbanási nyomás elvezetésére kell törekedni. Ennek megfelelően a keletkező túlnyomás lefúvatására hasadó-nyíló felületeket – melyek meghatározásával kapcsolatos előírásokat hazánkban az Országos Tűzvédelmi Szabályzat kiadásáról szóló 54/2014 (XII. 05.) BM rendelet tartalmazza – kell a technológiai berendezésekbe, tároló tartályokba, valamint az érintett épületekbe építeni a károk csökkentésének érdekében. Ezek egyik formája a hasadó-panelek alkalmazása, melyek a technológiai egységekbe beépített, robbanás során vissza nem záródó nyomáshatároló biztonsági elemek. Ezek szerkezeti kialakításuknál fogva meghatározott, és laboratóriumi vizsgálatokkal igazolt nyitónyomáson felhasadnak, elvezetve a detonáció során bekövetkező túlnyomást, anélkül, hogy a berendezés komolyabban károsodna. A hasadó-panelek alkalmazásának egyik lehetséges alkalmazását a következő kép szemlélteti:



3. sz. ábra: Hasadó-panelek elhelyezése egy tároló silón
(Forrás: [7])

Beépített tűzjelző és oltórendszerek

Harmadsorban pedig számítógépes tűzjelző és tűzoltó berendezések beépítésével lehet csökkenteni adott esetben a robbanásokhoz vezető tüzek keletkezését. Különösen jól alkalmazhatók tűzoltási feladatokra a vízköddel oltó berendezések, ugyanis működésük során a vízköd komplex oltóhatásának köszönhetően minimális a másodlagos károkozással [8].

ÖSSZEGRZÉS

A globális népességnövekedés következtében egyre nagyobb figyelmet kell fordítanunk a lakosságot kiszolgáló élelmiszeripar fejlődésére, hiszen a különféle élelmiszeripari porok előállítás, feldolgozása sok esetben tűzveszéllyel is járhat. Cikkünkben a leggyakrabban előforduló élelmiszeripari porokat mutattuk be, ismertetve éghetőségi, robbanási jellemzőiket, valamint a porrobbanások kialakulásának feltételeit vizsgáltuk. A portechnológiával foglalkozó üzemekben a korszerű berendezések ellenére még napjainkban is gyakoriak a porrobbanások, melyek szinte minden technológiai folyamatnál bekövetkezhetnek, ezért megelőzésük fontos, kiemelt feladat. Kutatásainkkal fel kívántuk hívni a figyelmet a téma fontosságára. A cikkben bemutatott módszerek alkalmazása segítséget nyújthat az élelmiszeripari egységeknek egy hatékony megelőző intézkedésrendszer kidolgozásához, mellyel minimális szintre csökkenthető a porrobbanások száma.

Felhasznált Irodalom

- [1] Paul R. Amyotte: An introduction to Dust Explosions, ISBN 978-0-12-397007-7, Elsevier Inc. 2013, 255 p.
- [2] Kompolthy Tivadar – Szalay László: Tűz- és robbanásvédelem, Műszaki könyvkiadó Budapest 1990, ISBN 963 10 8432 9
- [3] Kovács István: Égés és tűzoltás, ISBN 963 8180 10 2, Cedit Kft. Budapest, 1997, 45 p.
- [4] В.М. Сонечкин, Г. Зойоми, М.В. Мужиковский, Л.Т. Панасевич: : Обеспечение пожаровзрывобезопасности процесса очистки воздуха от пыли; Материалы научно-технической конференции «Системы безопасности», Академия ГПС МЧС России, Москва 2008, с. 202-203.
- [5] Кути Р., Зойоми Г., Хорватх Г., Молнар Р.: ОПАСНОСТЬ ВЗРЫВОВ ПЫЛЕВОЗДУШНЫХ СМЕСЕЙ И ВОЗМОЖНОСТЬ ИХ ПРОФИЛАКТИКИ В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ, POZHARY I SHREZVYCHAJNYE SITUACII: PREDOTVRASHENIE LIKVIDACIA, ISSN 2071-9116, МОСКВА, 2016/1. с. 71-77.
- [6] Paul R. Amyotte; Michael J. Pegg; Faisan I. Khan; Masaharu Nifuku; Tan Yingxin: Moderation of dust explosions, Science Direkt, Journal of Loss Prevention int he Process Industries, (20) 2007, 675-678 p.
- [7] Dr. Siménfalvi Zoltán: Robbanásveszélyes rendszerek, létesítmények védelme; Hasadónyíló robbanófelületek, Védelem Online, Tűz-és Katasztrófavédelmi Szakkönyvtár, http://www.vedelem.hu/files/UserFiles/File/konf2009/siofok/TSZVSZ_eloadas_simenfalvi.pdf (letöltés ideje: 2015. 04. 19)
- [8] Kuti Rajmund, Földi László: A beépített vízköddel oltó rendszerek újabb alkalmazási lehetőségeinek feltárása, Hadmérnök on-line, a Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem Bolyai János Katonai Műszaki Kar és a Katonai Műszaki Doktori Iskola on-line tudományos folyóirata, III. Évfolyam 2. szám 60-66. o., 2008. június. ISSN 1788 1919. URL cím: http://www.hadmernok.hu/archivum/2008/2/2008_2_kuti.pdf