

VESZÉLYES SZERVES ANYAGOK FELHASZNÁLÁSÁNAK KATASZTRÓFAVÉDELMI SZEMPONTÚ ELEMZÉSE ÉS A SZERVES KÉMIA TECHNOLÓGIAI FOLYAMATAINAK ÖSSZEFOGLALÁSA

DISASTER RESPONSE ANALYSIS OF THE USE OF DANGEROUS ORGANIC SUBSTANCES AND SUMMARY OF PROCESSES IN ORGANIC CHEMISTRY

DOBOR József

(ORCID: 0000-0003-0191-4261)

dobor.jozsef@uni-nke.hu

Absztrakt

Az emberiség napjainkra kialakult vegyipara két jelentős területre különíthető el, a szerves és a szervesetlen folyamatokat végző ipari tevékenységekre. Évtizedekkel ezelőtt egy adott ország vegyiparának fejlettségét, kapacitásait a kénsav egy főre eső felhasználásának mennyiségével mérték, és jellemezték. Ez az anyag egy tipikus szervesetlen vegyület, melynek felhasználása hasonlóan jelentős, mint régebben. Jelen korunkban egy adott ország vegyiparát a felhasznált etilén mennyiségével jellemzik. Ez a változás pontosan szemlélteti azt, hogy a világban milyen irányban történő fejlődés zajlik. Etilénből kiindulva számtalan, az élet területén ma már nélkülözhetetlen vegyület állítható elő, pld. műanyagok, oldószerek, szintéziskémiai további kiindulási komponensek. E cikk a szerző cikksorozatának negyedik része, melyben a szerves anyagok felhasználásával járó problémakör kerül megvilágításra.

„A mű a KÖFOP-2.1.2-VEKOP-15-2016-00001 azonosítószámú, „A jó kormányzást megalapozó közszolgálat-fejlesztés” elnevezésű kiemelt projekt keretében működtetett Zrínyi Miklós Habilitációs Program keretében, a Nemzeti Közszolgálati Egyetem felkérésére készült. A kutatási téma címe: A közszolgálat személyi állományának képzésfejlesztési lehetőségei a természettudományok oktatása kapcsán.”

Kulcsszavak: kémia, szerves vegyipar, veszélyes anyag, esettanulmány, vegyi baleset

Abstract

The chemical industry that has emerged today can be divided into two significant areas for organic and inorganic industrial activities. Decades ago, the level of development and capacities of a country's chemical industry was measured and characterized by the amount of sulphuric acid per capita. This substance is a typical inorganic compound whose use is similarly significant as before. In our time the chemical industry of a country is characterized by the amount of ethylene used. This change illustrates exactly the direction in which the world is developing. Starting from ethylene, there are countless compounds that are now indispensable in life, for example. plastics, solvents, synthetic chemical further starting components. This article is a fourth part of the author's series of articles, in which the issue of using organic materials is illuminated.

„The work was created in commission of the National University of Public Service under the priority project KÖFOP-2.1.2-VEKOP-15-2016-00001 titled „Public Service Development Establishing Good Governance” in the Miklós Zrínyi Habilitation Program.”

Title of the research topic: Training opportunities for the training of civil servants in the teaching of natural sciences (at university, college).

Keywords: chemistry, organic chemical industry, dangerous substance, case study, chemical accident

A kézirat benyújtásának dátuma (Date of the submission): 2017.12.01.

A kézirat elfogadásának dátuma (Date of the acceptance): 2018.01.24.

BEVEZETÉS

Az ember az ősidőktől folytatja az őt körülvevő világ (szűk, majd később egyre tágabb) világ természettudományos megismerését. E folyamat, mely sosem volt veszélytelen, komoly kihívások keresztüztüében, állandóan fejlődő, megújuló lépések sorozata. Az említett folyamatok számtalan veszélyt hordoznak magukban, hajtóereje az ember vágya a tudni akarásra. Komoly kihívások, esetenként egy-egy probléma megoldására, akár egy emberéleten át a küzdelem alapjául szolgáltak. Sok tudós tenni akarása, elszántsága járult hozzá világunk mai képének kialakulásához.

A Föld folyamatainak szerves termékeit, a szénhidrogéneket már az ősidőkben tudatos felhasználták. A világ jelenleg szénhidrogén alapon működik, az alternatív, a megújuló energiaforrások a teljes szerves alapanyag felhasználásához képest jelentősen kevesebb. Természetesen vannak kezdeményezések, melyek figyelemreméltóak, de jelenleg még nem tudunk kijutni a szénhidrogének által nyújtott lehetőségek kényelméből. Ennek fő oka, hogy habár főként energiahordozók, de másodsorban alapanyagok is.

A SZERVES KÉMIA MÉRFÖLDKÖVEI VILÁGVISZONYLATBAN [1]

1835-ben Henri Victor Regnault francia kémikus és fizikus fedezte fel a polivinil-kloridot (PVC), amelyet 77 évvel később szabadalmaztattak.

1851-ben először állítottak elő lámpákhoz használt szénolajat.

1879-ben az első szintetikus gumi elkészítése.

1909-ben bejelentették a bakelit felfedezését, mely segítette a rádióelektronika fejlődését az 1930-as években.

1912-ben a német kémikus, Fritz Klatte új eljárást fejleszt ki a napfényt felhasználó PVC gyártására. Ő volt az első, aki szabadalmaztatta a PVC-t, de a technológia fejlesztésre szorult, mivel a polimert rideg tulajdonságú volt, s feldolgozása nehézségbe ütközött.

1914-1918 között az I. világháború alatt Németország szintetikus gumi nagyszabású gyártását indította el, és a háború után folytatódott a termelés további fejlesztése. 1920-as és 1940-es évek a nylon-, akril- és poliészteranyagok petrokémiai iparának forgalma, valamint a piacra belépő olajfinomító melléktermékekből származó új vegyületek felhasználása volt jellemző. Egyéb sikeres anyagok közé tartozott a polisztirol, a polivinil-klorid (PVC) és a polietilén.

1925-ben a német kutatók, Franz Fischer és Hans Tropsch, kifejlesztettek egy szintézis-eljárást, mellyel üzemanyagok szintetizálására nyílt lehetőség. A szént, a biomasszát és a földgázt ettől kezdve szintetikus üzemanyagokká alakíthatták át.

1965-ben kialakították az ellenálló Kevlar-t a DuPont cég kutatói által. Golyóálló mellények, víz alatti kábelek, űrjárművek, fékbetétek, sílécek, építőanyagok, ejtőernyők, csónakok és sílécek, ma már nélkülözhetetlen mátrixa.

A SZERVES KÉMIA VÍVMÁNYAI HAZÁNKBAN [2]

2007. márciusban kezdték el építeni Komáromban a biodízelüzemet.

2002. szeptember 25-én Tiszaújvárosban ünnepélyes elhelyezték a Tiszai Vegyi Kombinát Olefin-2 gyárának alapkövét, ezzel kezdetét vette a Petrokémiai Fejlesztési Projekt 100 milliárd forintos beruházásának fő komponense.

1997. február 17-én a BorsodChem Rt. és a Krems Chemie AG megalapították a BC-KC Formalin Kft. formalingyártó üzemegységét.

1987 májusában MDI (metilén-difenil-diizocianát) intermedier műanyag alapanyaggyár építése kezdődött a BorsodChem Zrt.-ben.

1982 júniusában került átadásra a Hungária Műanyagfeldolgozó Vállalat (Pannonplast Műanyagipari Nyrt.) debreceni gyáregységének PVC gyártó üzemegysége, tervezett kapacitása 20 kt/év.

1972-ben a Tiszai Vegyi Kombinátban mezőgazdasági célokra megindult az ún. 12 m-széles polietilén fólia gyártása, kapacitás 6000 t/év.

1962. szeptember 19-én megindult az orosz kőolaj szállítása a „Barátság I” kőolajvezetéken.

1952. június 14-én a Bánya- és Energiaügyi Miniszter elrendelte a zalai aszfaltgyár létesítését.

1942-ben kezdődött meg a Magyar Olaj Rt. szőnyi kőolaj-feldolgozó gyár építése, a Honvédelmi Minisztérium indítványozásával.

1937 februárjában Budafapuszta (Lispe) környékén tarták fel az első ipari léptékű földgáz-, és kőolajlelőhelyet

SZERVES KÉMIA TECHNOLÓGIÁJÁNAK MEGALAPOZÓDÁSA AZ IPARBAN [3]

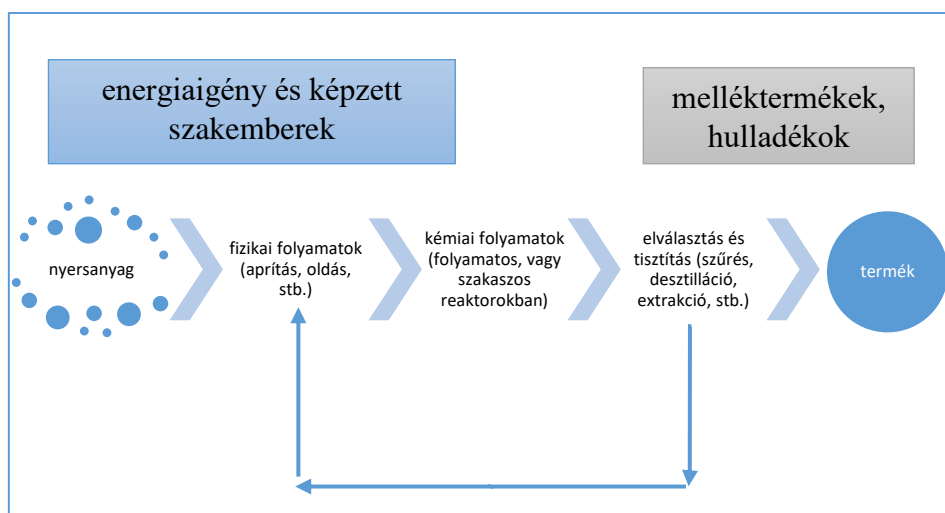
A vegyészet ipari léptékű megnyilvánulásai már megtalálhatóak voltak a középkorban is, érte ez alatt gyertya, szappan, színezékek és gyógyszerek gyártását, melyeket hosszú időkre visszanyúló megtapasztalások alapján tudták különböző szinteken kivitelezni. A felsorolt anyagokat kezdetben csak kisebb mennyiségekben, egy-két család igényeire alapozva állították elő. A szakmatörténeti kutatások szerint az 1700-as évek végére az ipari folyamatokkal még nem tudtak nyereséget termelni, szükséges azt is megjegyezni, hogy a termelés folyamatossága, a termékek állandósága sem volt jellemző akkoriban.

A vegyipar szerepének jelentős változása XIX. – XX. között játszódtott le, kiemelve a kémikusok, a fizikusok, és a biológusok elvitathatatlan szerepét a természettudomány határainak kiterjesztésében. Az interdiszciplináris tudományterületek kialakulása és megszilárdulása gyorsult fel ebben az időszakban.

A szerves vegyipar fejlődését a II. világháború felgyorsította, az új kőolaj lelőhelyek felfedezését követően továbbfejlődött a kőolaj-finomítás és a petrolkémia.

Napjainkra a vegyiparban (különös tekintettel a gyógyszeriparban) hangsúlyos a kutatás és fejlesztés, melynek közvetett eredményeként az innováció is kiemelt szerepet kapott. A kémiai biztonság szigorú szabályozási rendszere Európában lehetőséget biztosított a fokozatosan szigorodó szabályok bevezetésének, türelmi idővel, ez jelentős alap a versenyképes gazdasághoz.

A vegyipari termékek egyéb iparágak által előállított nyersanyagokból készülnek, a kőolaj-feldolgozó ipar termékei, a mezőgazdaságban használatos műtrágyák, növényvédőszer, a gyógyszeripar, a festékgyártás és a műanyagipar termékei. Emellett megemlítenéd, hogy a vegyi anyagok jelentős része nyersanyagként használatos egyéb ipari területeken (szennyvíztisztítás, energiatermelés, védelmi eszközeink). Az 1. ábrán a vegyipari termékek előállításának általános megközelítése került ábrázolásra.



1. ábra A vegyipari termékek előállításának általános megközelítése (a szerző összeállítása a [3, 17] alapján)

A szerves vegyipar a technológiák fő ága a műszaki fejlődés legfrissebb eredményeinek felhasználásával állandó fejlődésben van. A számítástechnika adta lehetőségek kiaknázásával a vegyipari folyamatok automatizálása, és a minőség állandó, kifogástalan szinten tartása (a fejlődés mellett) elengedhetetlen jellemzője e területnek.

A szerves vegyipari vállalatok, az iparág kialakulásakor, és elfogadható szintre fejlődése alatt komoly károsító tényező volt, a környezetszennyezés. Ma már számtalan módszerrel támogatják a környezetszennyezés megelőzését, a megújuló energiaforrások felhasználását, a melléktermékek értelmes felhasználást, és a hulladékok leoptimalisabb feldolgozását. Számos kreatív megoldás, sok esetben megelőzés, javítják a termelés hatékonyságot és növelik a nyereséget, miközben minimalizálják a környezeti hatásokat.

Néhány alkalmas megoldás a következő: felhasznált anyagok mennyiségének csökkentése, a folyamat újratervezése, a melléktermékek felhasználása egy csatolt folyamatban (akár indirekten). A veszélyes tulajdonságú vegyszereket, kevésbé, vagy egyáltalán nem veszélyesekkel helyettesítik. Tényleges példa nagyobb méretű vegyipari komplexumban önálló szennyvízkezelés, füstgáz teljes tisztítása, a veszélyes komponensek adszorpciója, vagy adszorpciója.

Az ipari folyamatok innovációjának következményeként a környezetvédelem hangsúlyos szerepet kapott. A szennyezés csökkentésének hatékony módszere, hogy már a kutatási, fejlesztési szakaszban terveznek vele. Ekkor elemezhető a céltermék előállításának minden lehetséges vegyi folyamata, és a jellemző paraméterek. Ebben a fázisban meghatározhatóak a gazdaságosság, a hozam, a nemkívánatos melléktermékek. A 2.ábrán a szerves vegyipar környezeti elemeket érintő káros hatásainak összefoglalása látható.

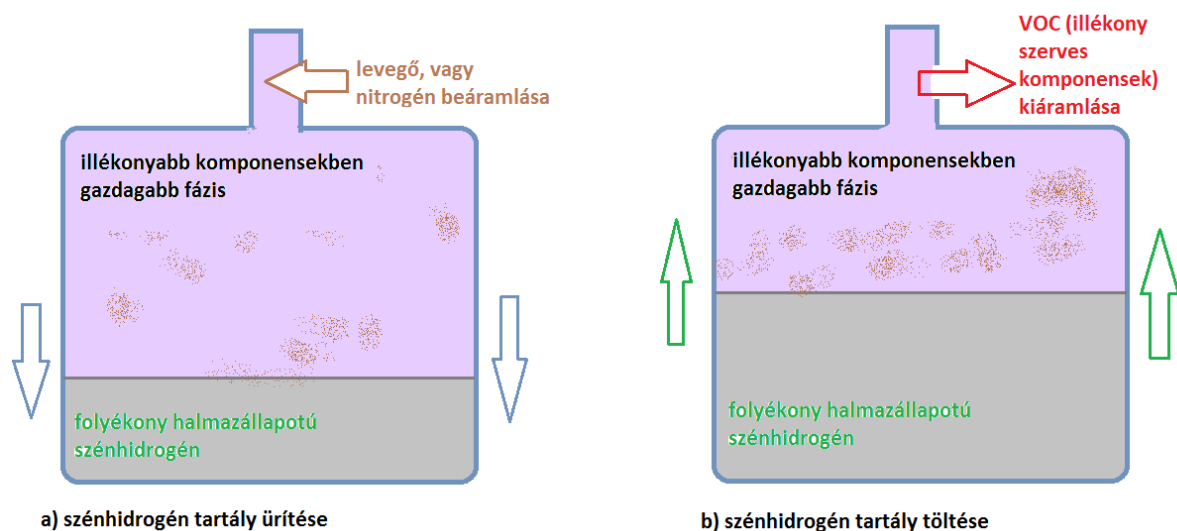


2.ábra A szerves vegyipar környezeti elemeket érintő káros hatásainak összefoglalása (a szerző összeállítása a [3, 17] alapján)

Egy adott veszélyes üzemben, vagy létesítményben foganatosított biztonsági intézkedések elengedhetetlenek az üzem megfelelő működéséhez. Ízelítőül a legfontosabbak: a mozgó berendezések és elektromos készülékek, kapcsolók, motorok, szelepek, csővezetékek, szerelvények, tartályok, reaktorok, kazánok és nyomásmérők rendszeres ellenőrzése, felújítása, javítása, karbantartása. Természetesen a felsorolás tovább folytatható, de a szemléltetéshez elegendő.

Ezzel párhuzamosan hasonló fontosságú a munkavállalóknak (alvállalkozók, ideiglenesen a területen tartózkodók, szakmunkások, technikusok, mérnökök, és a vezető beosztású szakemberek részére is) a folyamatok lebonyolítására és a vészhelyzetekre, kiömlésekre, szivárgásokra, mérgezési esetekre, tüzesetekre és az áramütés elkerülésére vonatkozó megfelelő felkészítése, amelynek lépést kell tartani a műveletek állandó fejlesztésével. Tehát a változásokor is szükséges új képzéseket beiktatni, s ezt oktatási naplóban rögzíteni, illetve a közvetlen felettesnek meg kell győződnie a felkészültségről.

A következő, 3.ábrán a szénhidrogéntartályok feltöltésével járó, mérgező komponensek környezetbejutásának lehetőségére hívja fel a figyelmet a szerző. Természetesen a fenti probléma megakadályozható a munkautasítások maradéktalan betartásával. (A VOC komponens jelentése: illékony szerves vegyületek.) A kőolaj számtalan szerves vegyület elegye, több különböző tulajdonságú anyag is megtalálható, még többszörös feldolgozást követően is, melyek egy része, tárolásnál kijuthat a környezeti levegőbe.



3. ábra A tartály feltöltése VOC kibocsátást okoz a légkörben (a szerző összeállítása a [3, 17] alapján)

A SZERVES VEGYIPARBAN ELŐFORDULÓ VESZÉLYEK ÖSSZEFOGLALÁSA [3, 17]

Hőmérséklet

Az ipari területeken energiahordozók elégetésével, hőenergiát állítanak elő, de egyéb számos hőforrás található, például kazánok, kemencék, hőcserélők, bepárolók, kristályosítók és kriogén létesítmények.

A szobahőmérséklettől eltérő, alacsonyabb, és magasabb értékek nem észlelhetőek, amennyiben külön figyelmeztetésről a felelősök nem gondoskodnak. A személyi sérüléseken kívül, a nem tervezett termális hatások deformációt eredményezhetnek az eszközökben, és kapcsolódó segédberendezésekben, amelynek következménye az embert érintő károsító hatáson túl a jelentős gazdasági kár (mely az üzem, vagy üzemrész működőképességét befolyásolhatja).

Az előbb említetteken túl a nem tervezett hőmérsékletváltozás további kockázatot jelent a berendezésekre és a folyamatokra, nevezetesen a vegyi anyagok egy része, magasabb hőmérsékleten instabil állapotba kerülhet (pld. alacsony forráspontú vegyszerek). Ezen felül a vegyi folyamatok fő vezérlőparamétere a hőmérséklet, pár fokos különbség káros reakciókat eredményezhet, s akár megsemmisítheti a reakcióelegyet. Néhány példa a láncreakció (műanyaggyártás), vagy gyógyszerkémiai folyamatok, ahol esetenként költséges intermediereket használnak fel alapanyagként, egy-egy adott szerves molekula előállításához.

A berendezések hidraulikai részében a közeg nyomása emelkedhet a hőmérséklet emelkedésével, ez pedig meghibásodáshoz vezethet.

A tartályban, palackban tárolt gázhalmazállapotú anyagok nyomása emelkedik, a tárolóedényzet felhasadhat (a kriogén anyagoknál is). A tartályban, palackban tárolt folyékony halmazállapotú anyagok térfogata emelkedik, és a nyomás optimumra beállított biztonsági berendezéseken keresztül kiömölhet, túlcsoordul.

Természetesen a nagyon alacsony hőmérséklet is rizikó a munkavállalókra, a folyamatokra és a berendezésekre.

Nyomás

Az iparban alkalmazott nyomásértékek csoportosíthatóak az alábbiak szerint:

vákuum	1 atm alatt;
alacsony	1-34 atm között;
közepes	34-205 atm között;
magas	205-685 atm között;

Ha egy tároló-edényzetben levő folyadék- vagy, gázhalmazállapotú anyag nyomásértéke olyan mértékben megemelkedik (legyen az nemkívánatos kémiai folyamat, vagy akár a hőmérséklet megemelkedése), hogy annak nem tud ellenállni a tartály (tervezésen felüli érték), akkor a tartály és segédberendezései meghibásodnak, amely az eszköz felhasadásával járhat.

Abban az esetben, ha a berendezés közelében személy tartózkodik az előzőleg leírt eseménynél, úgy sérülést eredményezhet, melyet a kiszabaduló anyag, vagy az eszközből leváló szerkezeti elemek is okozhatnak.

Egy gyakori probléma: a kazánok magas hőmérsékleten működnek, gőz is jelen van, az eszközök biztonsági szeleppel vannak ellátva, amely egy adott, tervezett és beállított nyomásértéken felül kinyit, csökkentve ezzel a nyomást, megakadályozva a berendezés sérülését. A vázolt esetről az okozhat problémát, ha a segédberendezések nem működnek megfelelően.

A biztonsági szerelvényekkel, berendezésekkel a lehetséges károkozás a minimálisra csökkenthető, természetesen számolni ki a kibocsátással és annak hatásaival, főként akkor, ha a folyadék vagy a gáz (esetleg gőz) veszélyes fizikai, vagy kémiai tulajdonsággal rendelkezik.

A vákuum számos technológia folyamat jellemző paramétere, ugyancsak veszélyeket hordoz magában.

Elektromosság

Az ipari rendszerek kialakulásánál a villamos működtetésű berendezések és készülékek használatának tervezése nélkülözhetetlen, az egész technológiát körbeveszi.

Alkalmatlan használatánál fellépő néhány probléma:

- a munkavállalók áramütése;
- rövidzárlat és túlmelegedés;
- éghető anyagok gyulladása;
- elektromos kisülések;
- a berendezések véletlen bekapcsolása (emberi mulasztásnál, vagy kapcsoló-meghibásodás);
- a berendezésekre és a személyzetre gyakorolt elektromágneses hatások.

A védelmi berendezések, a vezérlőparaméter mérése, a tűzjelzés, a füstjelzés, az adott komponensek mérése elektronikus eszközökkel történik. Az emberi szervezetet érő áramütés akkor történik, ha a személy érintkezésbe kerül egy szigetetlen elektromos vezetékkel, amely áram alatt van. Amennyiben a biológiai rendszer továbbvezeti az elektromos áramot, úgy az elektrolit rendszer, a vér és az idegrendszer károsodhat.

Orvosi tapasztalatok szerint 1-75 mA közötti áramerősség nem káros, viszont ezen felüli érték halálos lehet.

A berendezések működése statikus elektromos töltést eredményezhet (pld. forgó alkatrészek, de szerves oldószerek áramlása vezetékhalózatban), ez ellen földeléssel védekeznek az iparban. A potenciálkülönbségek hatására rövid elektromos kisülések keletkezhetnek. Az előbb említett problémakörre számos dokumentált (biztonsági kamera által rögzített) videofelvétel található, például benzinkúton tartálykocsi töltés-ürítését végző

alvállalkozó mobiltelefonjának megérintésével idézte elő akaratlanul a benzingőz-levegő elegy robbanását.

Mechanikai veszélyek

Az ipari üzemekben előforduló sérülések egy jelentős hányada mechanikai eredetű. Mozgó alkatrészek, meghajtások, melyek nincsenek kellő mértékben elkülönítve a dolgozóktól (karbantartásnál óhatatlanul kapcsolatba kerülnek vele az alvállalkozók), komoly kockázatot jelentenek, pld. szállítószalagok, centrifugák (ultra), aprító, törő berendezések, malmok. Speciálisan kialakított eszközökkel (pld. véletlenszerű áthaladást megakadályozandó), kettős bekapcsoló gombbal, vészleállítóval csökkenthetőek a kockázatok.

Mérgező hatás

Számos iparban, és mezőgazdaságban felhasznált nyersanyag, alapanyag, vagy intermedier rendelkezik mérgező tulajdonsággal.

E téma feldolgozásra került és megjelent a Hadmérnök 2017 évi számaiban, a cikkek címei:

- Vegyi veszélyek és a kémia jelentőségének bemutatása a vegyipari folyamatokon és káreseményeken keresztül; [29]
- Veszélyes gázok felhasználási lehetőségei az iparban és a mezőgazdaságban, illetve e tevékenységek kockázatai. [30]

Tűz és robbanásveszély

Az égés kialakulásához három feltételnek kell egy időben teljesülnie. Ezek a következők:

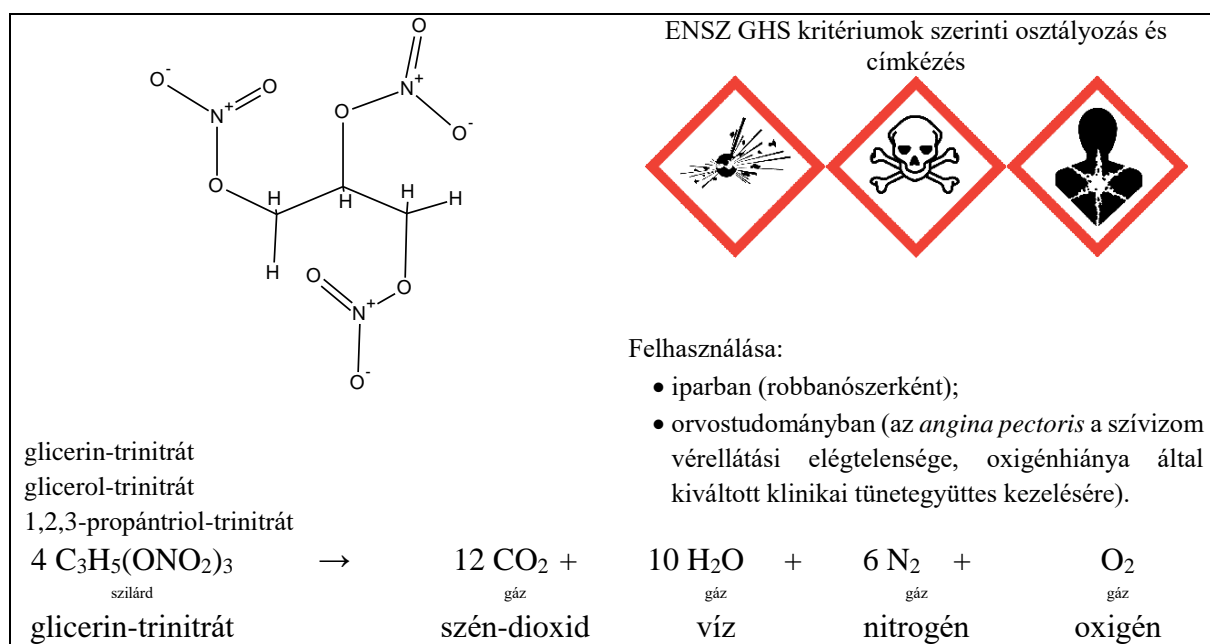
- éghető anyag;
- az égéshez szükséges oxigén;
- megfelelő hőmérséklet, gyújtóforrás.

Éghető anyagok, amelyek tűz vagy hő hatására lángra gyulladnak, parázslanak, elszenesednek és a tűzforrás eltávolítása után a fenti jelenségek továbbra is fennmaradnak. Nehezen éghető anyagok, ha azok tűz vagy hő hatására lángra gyulladnak, parázslanak, elszenesednek, de a hőforrás eltávolítása után a jelenségek megszűnnek. Nem éghető anyagok, amelyek tűz vagy hő hatására nem lobbannak lángra, nem parázslanak és nem is szenesednek el.

A levegő 21 térfogat %-a oxigén, ami az égéshez elégséges. Tökéletlen az égés amennyiben az oxigéntartalom 14-18 térfogat % között van; míg 10 térfogat % alatt megszűnik az égés, vagy nem megfelelő a levegő (oxigéntartalom) és az éghető anyag elkeveredése.

Speciális esetben az oxigén kötött állapotban jelen lehet egyes vegyületekben, ekkor nincs szükség oxigénre, az égés az oxigénigényt a molekulából fedezi. Néhány ismert, és ritkán hallott vegyület: peroxidok, perklorátok, nitroglicerín, trinitro-toluol, ammónium-nitrát.

A következő, 4. ábrán a glicerín-trinitrát jellemzése, felhasználása és robbanási folyamatának reakcióegyenlete látható.



4. ábra A glicerín-trinitrát jellemzése, és a bomlás során lejátszódó robbanási folyamatának reakcióegyenlete

SZERVES VEGYIPARI TECHNOLÓGIAI FOLYAMATOK TERMÉKEK SZERINTI CSOPORTOSÍTÁSA ÉS RÖVID ISMERTETÉSE [3, 17]

A szerves vegyipar egy speciális megközelítésével az előállított termékeken keresztül mutatom be a fontos ipari területet.

Étkezési olajok, zsírok és viaszok gyártása

A zsírok, olajok és viaszok a hosszú, egyenes láncú karbonsavak természetben előforduló észterei. Ezek a lipidek szappanosítható csoportjába tartoznak. A lipidek olyan biológiailag előállított anyagok, amelyek vízben viszonylag oldhatatlanok, de szerves oldószerekben (benzol, kloroform, acetón, éter és hasonló) oldódnak. Étkezési olajok növényi eredetűek, az olívaolajat és a pálmaolajat a terméseikből préselik ki. Jelentős az olajos magvak felhasználása is, melynek mennyiségi megjelenése az utóbbi években jelentősen megnőtt, mivel az olajok és zsírok iránti kereslet jelentősen megemelkedett.

Szappanok és mosószerek előállítása

A szappan a zsírsavak nátrium- és káliumsói. Ezek a zsírsavak megtalálhatóak állati zsiradékban és növényi olajokban, például kókuszolajban, pálmaolajban, olívaolajban, ricinusolajban. A szappangyártás az egyik legjelentősebb vegyszer felhasználó eljárás, példaként a leggyakoribb néhány kemikália nátrium-hidroxid, nátrium-klorid, nátrium-karbonát, kálium-hidroxid, nátrium-szilikát, nátrium-hidrogénkarbonát, trinátrium-foszfát.

Cukorgyártás

A szénhidrátok, cukrok és keményítők a legszélesebb körben felhasznált szerves anyagok a világon. Fontos szerepet töltenek be az állatok és növények anyagcseréjében, ezek pedig nélkülözhetetlen táplálékként szolgálnak az emberiség számára, amely a tápanyagbevitel nagy részét jelenti.

Festékek, pigmentek és ipari bevonatok

A festék szó a dekoratív és védő bevonatok széles skáláját jelenti, melyek intenzív védelmet nyújtanak a szerkezeti elemekre. Alkalmas a fémek, a fa, a vakolat, a cement, a beton, a papír,

és a bőr felületének tartós védelmére. Az építészet és az ipar használ jelentős mennyiségű festékanyagot.

Az építészeti felhasználás közé tartoznak az építményeknél alkalmazott belső és külső festékek, alapozók, lakkok. Az ipari alkalmazás közé tartoznak az autóiipari festékek, a bevonatok, a bútorkokk, ipari gépek, berendezések felületvédelme. Jelentős mennyiségű szerves oldószer felhasználása szükséges e folyamatokhoz.

Színezékgyártás

A színezékek olyan szerves vegyületek, amelyek a különböző szubsztrátumok, például papír, bőr, szőrme, haj, gyógyszerek, kozmetikumok, viaszok, zsírok, műanyagok és textilanyagok számára szint kölcsönöznek. A színezékek története az ősidőkig nyúlik vissza. Indigó, az egyik legrégebben ismert festék, melyet már az ókori egyiptomiak is használtak a ruhák festésére.

A németek és a svájciak gyorsan váltak vezetővé a színezékek gyártásában. Az elmúlt húsz évben jelentős változások történtek, és ma Ázsia (India, Japán, Korea és Kína) vált a legnagyobb színezékipiacca. Néhány fontosabb csoport: savas-, azo-, étel-, gyógyszer-, kozmetikai- és textilszínezékek. A környezeti, technológiai és ökológiai szempontok védelme egyre nagyobb jelentőséget kapott a gyártói és fogyasztói szemléletnél.

Néhány színezőanyag és intermedier mérgező tulajdonsággal rendelkezik, a dermatológusok beszámoltak olyan bőrreakciókról, amelyekről feltételezhető, hogy a textilfestékek okozzák. Sajnálatos példa a benzidin-származékok és a 2-naftilamin.

Gyógyszeripar

Egy új gyógyszerhatóanyag felfedezése, és alkalmazhatósága hosszú és drága folyamat. A forgalomba hozatali engedély megszerzéséig körülbelül 10-15 év telik el. A kapcsolódó költségek könnyen eléri a több százmilliót dollárt, és kevés a garancia arra, hogy az új anyag kereskedelmi siker lesz. A gyógyszergyártás technológiai folyamatai során jelentős mennyiségű szerves veszélyes anyagot használ fel a gyártási technológiák során.

Robbanásveszélyes környezet az alábbiak miatt következhetnek be leggyakrabban:

1. a gyártási folyamatoknál felhasznált tűzveszélyes gáz, gyúlékony folyadékok gőzeinek, robbanóképes porok és a lobbanáspont feletti hőmérséklet miatt alakulhat ki;
2. a technológiai folyamathoz szükséges hőenergia előállításához felhasznált metángáz miatt.

Egy gyógyszeriparhoz kapcsolódó káresemény rövid ismertetésével folytatom a cikket.

Egy gyógyszeripari káresemény ismertetése [4]

2008 októberében Roland Daigle halálos sérülést szenvedett, miután egy kromatográfiás analitikai reagenssel végzett műveleteket a Sepracor gyógyszergyárban Windsorban, Nova Scotia-ban. A 46 éves kémikus vizsgálatok elmondta, hogy trimetil-szilil-diazo-metánnal dolgozott az előző napokban. Ezt az anyagot, külön több más anyagból van mód laboratóriumi körülmények között előállítani, nagyon bomlékony intermedier. Vegyi fülkében, állandó légcserével, és teljes szigetelést nyújtó egyéni védőeszközök használatával lehet ezzel a vegyszerrel dolgozni.

A vizsgálatok megállapították, hogy a halálos expozíció az elégtelenül működő vegyi fülke miatt, és az alkalmatlanul viselt védőfelszerelést következményének tulajdonítható. A vizsgálatok szerint a bőrön szívódott fel az anyag nagy része, és nem a belélegzés következményeként jutott a szervezetbe.

Agrokemikáliák

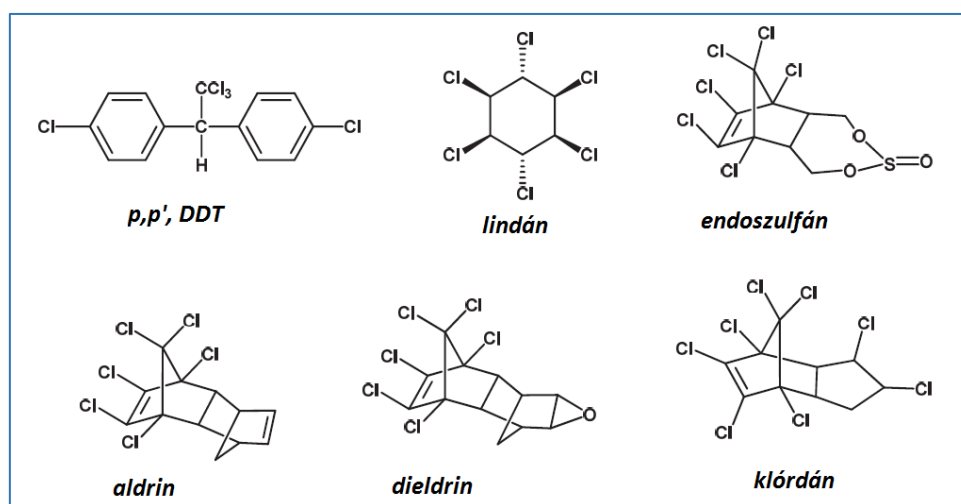
A kutatások szerint megalapozott kijelentés, hogy a világ élelmiszerfogyasztása a következő 25 évben megduplázódik, a világ népességének növekedése és a nagyobb fogyasztási igény következtében, viszont a szántóterület azonban állandó marad.

Két nagy vegyületcsoport tartozik ide: a műtrágyák és a növényvédőszer.

A mezőgazdaságban a történelem során próbáltak küzdeni a kártevők ellen, de eszközeik korlátozottak voltak. A kén volt az első dokumentált anyag a növényvédelem területén. A történészek vizsgálatai szerint 3000 évvel ezelőtt a kínaiak használták a ként. 1850 környékén megalapozódott a szintetikus szerves kémia, mely időszakban nagyszámú új vegyületet fedeztek fel és teszteltek a növényvédelemben.

A többszáz éves „küzdelenben”, amely az emberiség érdekében zajló harc a vegyészet, a kémiai biztonság, a környezetvédelem, és a növényvédelem optimális egyensúlya kialakulása érdekében.

Számos vegyület bizonyult alkalmatlannak a feladatra. Idegrendszeri rendellenességet okoztak. Az 5. ábrán veszélyes tulajdonságú, régebben gyakran használt, már betiltott növényvédőszer komponensek kerültek összefoglalásra.



5. ábra Néhány, veszélyes tulajdonságú, már betiltott peszticid komponensek [5]

Néhány komponens kiemelve az ábráról:

klórdán: Feltételezett rákkeltő hatással van a központi idegrendszerre, a gyomor-bélrendszerre és a májra.

DDT: Lehetséges rákkeltő, reprodukív, máj- és vesebetegségek, szem, orr, bőr, torok irritáló

lindán: A feltételezett rákkeltő hatással van a központi idegrendszerre, a légzőszervi, reprodukív rendszerekre

Kőolaj és petrokkémiai termékek

A kőolaj, mely több ezer szerves vegyület elegye, feldolgozott formában számos vegyipari technológia alapanyaga.

Az alacsonyabb forrásponitú termékek a gáz- és benzin, melyek a petrokkémiai ipar számára értékesebbek, mint a magasabb forrásponitú frakciók. A középső forrásponit-tartományhoz tartozó desztillátumok a kerozin, a dízelolaj, a fűtőolaj és a könnyű gázolaj; a bányászott kőolaj minőségétől függően ide tartozik az alacsonyabb forrásponitú frakciók.

A vegyipari balesetek jelentős része a szénhidrogének feldolgozásánál következik be.

AZ IPARI KÁRESEMÉNY GYAKORISÁGÁNAK OKAI [6-11]

Az ipari balesetekhez, az elmúlt évtizedek tapasztalatai szerint a következők tények járultak hozzá:

- az alkalmazott rendszer nem megfelelő megértése;
- az üzemeltetők és / vagy a felügyelők nem megfelelő képzéssel vagy tapasztalattal rendelkeztek;
- az üzemi terület nem megfelelően került mentesítésre;
- a munkavégzés engedélyezése nem volt megfelelő, az ellenőrzés hiánya;
- a munkatervektől való eltérés, jelentős további kockázatot eredményezett, mely a veszélyhelyzeti értékelés túltervezésén felüli, el nem fogható egyéni és társadalmi kockázat;
- a munkaterületet következő ellenőrzése nem történt meg közvetlenül a munkavégzés előtt;
- a munkavállalót nem megfelelően tájékoztatták az elvégzendő feladról; nem történt céllenőrzés az egyéni védőeszközök meglétére, és használatára a munka előtt;
- olyan alvállalkozó, átmeneti foglalkoztatása az adott műveletre, aki nem ismeri teljes mértékben az adott munkát (más területről érkezett);
- a vegyszerek tárolóeszközeinek hiányos, vagy elégtelen címkézése;
- készenléti tervek nem állnak rendelkezésre
- a munkában részt vevők között nem megfelelő kommunikáció;
- vegyi anyagok koncentrációjának ellenőrzése és az adott munkavégzés kezdete között eltelt hosszú idő.

A fenolról röviden

A fenol aromás szénhidrogének hidroxilszármazékai, sok esetben az ipari szennyezések markervegyülete. A vegyiparban gyakori a használata okai, hogy alapvegyülete számos gyógyszervegyületeknek, növényvédő szereknek, műanyagoknak; tulajdonképpen szerves szintézisek kiindulási anyagai.

Néhány ipari folyamat, amelyeknek sajnálatos kísérővegyülete: petrolkémia üzemek, szén-, fa-és kőolaj feldolgozóüzemek működése során, gyógyszergyártás szennyvizeiben, papírgyártás technológiai folyamatánál. A víz fertőtlenítésekor, klórozást alkalmazva különböző klórfenol vegyületek keletkezhetnek, melyek toxikusak.

A fenol okozta égési sérülés karbantartás során (esettanulmány) [6-11]

A karbantartást végző szerelő nem megfelelően eresztette ki, a csővezetékben a fenolt. A fenolos szállító rendszer két szivattyúból, felsővezetékben és egy vízvezető rendszerből, és egy szivattyúházból állt.

Az egyik szivattyút eltávolították, tömszelence probléma miatti javításhoz, három héttel az esemény előtt.

A karbantartási munkákat úgy tervezték, hogy egybeessenek az ünnepnapra üzemzárással, amikor a kapcsolódó üzemrészek működése is szünetel. A hálózat tartalmát egy tartályba eresztették, majd inert gázzal töltötték fel. Az üzemletet ezután átadták a termeléssel és a karbantartással foglalkozó személyzetnek, és másnap elkezdődött a teljes üzemzárás.

Másnap a karbantartó utasítást kapott a művelet megkezdésére, ekkor az egyik szelep kiszervezésekor mintegy 5-10 liter fenol ömlött rá a csővezetékben, ami égést okozott a szerelő testén. A szerelő súlyos sérüléseket szenvedett, néhány napig kritikus állapotban volt.

A vizsgálat megállapította, hogy:

- az üzemet nem adták át megfelelően a karbantartóknak
- a karbantartás felügyelő, vezető beosztású szakember nem rendelkezett a szükséges, aktuális információkkal az üzem pontos állapotáról, és a későbbi szóbeli utasítása a szerelőnek nem volt megfelelő;
- a csőhálózatot nem ürítették ki teljes mértékben
- a mérnöki személyzet nem ismerte fel, hogy a rendszer lefűtatása (és inert gázzal való feltöltése) hatástalan lenne;
- a munkához nem volt alkalmas munkaengedély, ezért az esetleges veszélyeket és kockázatokat még kevésbé voltak észlelhetőek;
- egyéni védőeszköz tekintetében, kizárólag védőkesztyű és védőszemüveg volt biztosítva, és nem volt egyértelmű, hogy ezeket a szerelő viselte-e;
- a munkavállalók számára nem kapták meg a szükséges munkavédelmi, balesetvédelmi oktatást, sem általános, az üzemet jellemző, sem pedig a fenol veszélyeiről.

A kémiai égési sérülések helyi szövethárosodást okozhatnak, és egyesek (pl. fenol) potenciálisan felszívódnak, ami mérgezést eredményez. A mérgező vegyi anyagok lehetnek gázok, folyadékok vagy szilárd anyagok. A folyékony és szilárd halmazállapotú vegyszerek nagy valószínűséggel károsítják a bőrt a kémiai égés során.

Dániai fenolbaleset [12-13]

1972-ben Dániában bekövetkezett tankkocsi baleset illusztrálja a fenol veszélyességét, azt hogy egy ilyen baleset jelentős környezetkárosítást eredményezhet. A tartálykocsi fenolt szállított Nyugat-Németországból a Dániába, egy keskeny úton, ahol a teherautó egy éles kanyarban felborult. A baleset a helyi vízkivételi forrás közelében történt. A gépkocsivezetőn kívül, még további 19 fő, elsődleges beavatkozó sérült meg a fenoltól. A sofőr súlyos, maradandó sérüléseket szenvedett, a mentőcsapat tagjai a beavatkozás elején nem használtak megfelelő védőfelszerelést. A fenol 80 kilométernyire jutott el a folyón keresztül, mintegy 60 tonna tengeri pisztráng halt meg a közeli egy halászatban. A káresemény miatt négyszáz méter ivóvízvezetékét és csatornát kellett cserélni, és megközelítőleg 1200 m² szennyezett talajt kellett eltávolítani.

ROBBANÁS EGY GYÓGYSZERGYÁRBAN, LINZ, AUSZTRIA (ESETTANULMÁNY) [14-15]

Az üzem Linz városában található, egy vegyipari parkban, ahol további 30 vegyipari vállalat is üzemelt, többek között a termelési folyamatok intermediereinek, melléktermékeinek, hulladékainak minél hatékonyabb felhasználása érdekében. Az esettanulmányban szereplő üzem vegyipari és köztes termékeket állít elő a gyógyszeripar számára, és a Seveso III. legmagasabb besorolása alá tartozott, iparbiztonsági szempontból.

A balesetet szenvedett üzemrészben két ózonizáló reaktó található, mely dimetil-maleát, metanol és ózon felhasználásával, különböző lépésekben glioxilsavat termelnek.

Az ózonizáló reakció alatt két reaktor, és két tartály felrobbant. Szakmailag fontos megemlíteni, hogy az egyik jellegzetes, szerves vegyiparban előforduló romboló jelenség a „fireball” tűzgolyó alakult ki, a metanol tartály tüzénél 80 méteres átmérővel. A létesítményi és a városi tűzoltók percekben belül megérkeztek, a hatékony beavatkozás megakadályozta, hogy a tűz további egységekre terjedjen át.

A baleset következtében számos munkás komoly égési sérülést, csonttörést, zúzódást szenvedett; a repeszhatás következtében a törött üvegek is jó néhány károsodást eredményeztek. A mentőszolgálatnak 20 főt kellett ellátni. Az üzemegység, ahol a robbanás bekövetkezett,

teljesen megsemmisült. Ez a létesítmény teljes területének mintegy 25 %-a, tehát a kár jelentős volt. Minden vegyipari folyamatot leállítottak az ipari parkban addig, amíg a vizsgálat zajlott. Környezeti károkat a létesítmény területén kívül nem észleltek, mivel a legtöbb vegyi anyag ott helyben azonnal elégett. A baleset után jelentős számú szakértő érkezett a káresemény helyszínére, hogy elemezzék a balesetet.

A baleset eredménye, okai, körülményei: az elemzés során megállapították, hogy az egyik oszlopban történhetett anyagszivárgás, amelyben metanol és hidrogén-peroxid volt, ezek az anyagok pedig érintkeztek az oszlop szigetelésével, amely műanyagból (poliuretánból) készült.

A baleset idején magas volt az időjárásból adódó környezeti hőmérséklet, így valószínűsíthető, hogy öngyulladás és bomlás következett be, amely továbbterjedt az első, majd a második reaktorra, és robbanás az úgynevezett dominó-effektusnak tulajdonítható.

A káreseményt követően a gyár vezetése minimális változtatást eszközölt a technológiában, mely szerint az ózonizáló reaktorokat (oszlopokat) egy hűtőegységbe telepítették, különálló épületrészben, állandó videó kontrollal (melyet az operátorok ellenőriztek a vezérlőteremben folyamatosan). A rendszert nyomáscsökkentő szelepekkel szerelték fel, valamint további biztonsági intézkedésként bevezették a nyomás-és hőmérséklet időnkénti ellenőrzését.

A változtatások ellenére egy további káresemény is bekövetkezett 2004. augusztus 9-én, csaknem egy évvel a teljes újraindítást követően. A baleset következtében, az újonnan telepített hűtés teljesen megsemmisült. Az előzőleges változtatásoknak köszönhetően személyi sérülés nem történt, az épületek nem rongálódtak meg jelentősen, kizárólag néhány üveg tört be. Környezetet nem érte káros hatás. Az elemzés kimutatta, hogy a változtatásokat szabályosan kiviteleztek. A szakszerű elemzéshez 50 szakértő érkezett a helyszínre. A költségek meghaladták a 400 000 eurót.

A technológia nem volt elég biztonságos, és nem volt megfelelően ellenőrzött sem. Elvégezték a folyamat teljes biztonsági elemzését, az anyagok fizikai-kémiai és toxikológiai tulajdonságainak azonosításával, a reakció kritikusságának vizsgálatával, lehetséges másodlagos reakciók, biztonságos működési feltételek meghatározásával.

Az is megállapításra került, hogy a 2003-as káreseményt követő változtatások biztonsági elgondolása megalapozott volt, a technológiai lépések újratervezése, és a változtatások bevezetésének közvetlen következménye, hogy a 2004-ben bekövetkezett esemény jóval kisebb mértékű károkozást eredményezett.

SZÉNHIDROGÉNEKKEL KAPCSOLATOS KÁRESEMÉNYEK [16-25]

Sok dokumentum dolgozza fel a vegyi káreseményeket, és azok tanulságait. Általában a legfontosabb kérdések, amelyekre a szerzők megpróbálnak válaszolni "miért ismétlődnek meg?" és "hogyan lehet megelőzni?". Az esettanulmányok kiindulási pontja, hogy egy-egy adott baleset, minden esetben több hiba összeadódásának közvetlen következménye. Szénhidrogén tárolásával kapcsolatos incidensek áttekintésékor a kutatók úgy találták, hogy 242 baleset közül 29-nél üzemeltetői hibát, melyből 15 túltöltésből adódó esemény volt.

A túltöltés miatt felmerülő balesetek típusai meglehetősen szerteágazó csoportokba sorolhatók:

- túltöltött tartály, kiömlés rövid időn belül, vagy a tartály felhasadása tárolás/ szállítás alatt, és folyékony halmazállapotú szénhidrogén kiömlése;
- túltöltött tárolótartályok, a folyékony szénhidrogén a túlnyomás levezetésére szolgáló szerelvényen keresztül kezd kiömleni;
- a szeparátorokban bekövetkező hibás üzemmód, az anyag itt is a folyékony szénhidrogén, a túlnyomás levezetésére szolgáló szerelvényen keresztül kezd kiömleni.

Folyékony halmazállapotú szénhidrogén összegyűlése, technikailag nem tervezett területen, eredményezhet:

- tócsa tüzet;
- ún. flash tüzet (gyúlékony gázhalmazállapotú szénhidrogén keletkezik a kiömlő anyagból, vagy a cseppfolyósított gázokból);
- gázfelhő robbanás (ahogyan Buncefieldben történt);
- mérgező gőzfelhők keletkezhetnek (a szénhidrogének égéstermékeként, leginkább tökéletlen égés során);
- a káresemény során kiömlő anyagok veszélyesek lehetnek a környezetre, elszennyezhetik a felszíni vizeket, és így károsítják az életet

2001-ben, Wrexham városban, Angliában történt érdekes káresemény, amely szintén fenollal kapcsolatos. Egy vegyipari folyamathoz tartozó nyersanyag tartály túltöltöttek, az úgynevezett kármentő területre ömlött 13,8 t fenol. Az alacsony környezeti hőmérséklet miatt megszilárdult, és kizárólag teljes védőfelszerelésben volt lehetőség, e mérgező, és maró anyagot eltávolítani, illetve a maradéktól mentesíteni az adott területet. A teljes helyreállításig, az anyagi kár mintegy 39 800 font volt.

Egy 1994-es káresemény során a Pembroke városban található finomító, Egyesült Királyság, desztilláló kolonna túltöltése történt. Ez pedig annak tudható be, hogy néhány szelep a nem megfelelő állásba volt állítva, ez vezetett a folyadék felhalmozódásához. Az üzem szakembereinek az oszlopban levő folyadék szintjéről, közvetett mérések során kaptak adatokat, ezek pedig pontatlanok voltak (a nyomás mérése történt). A normál, és a hibás működési állapot között beállított riasztási szint nem felelt meg az üzemi követelményeknek.

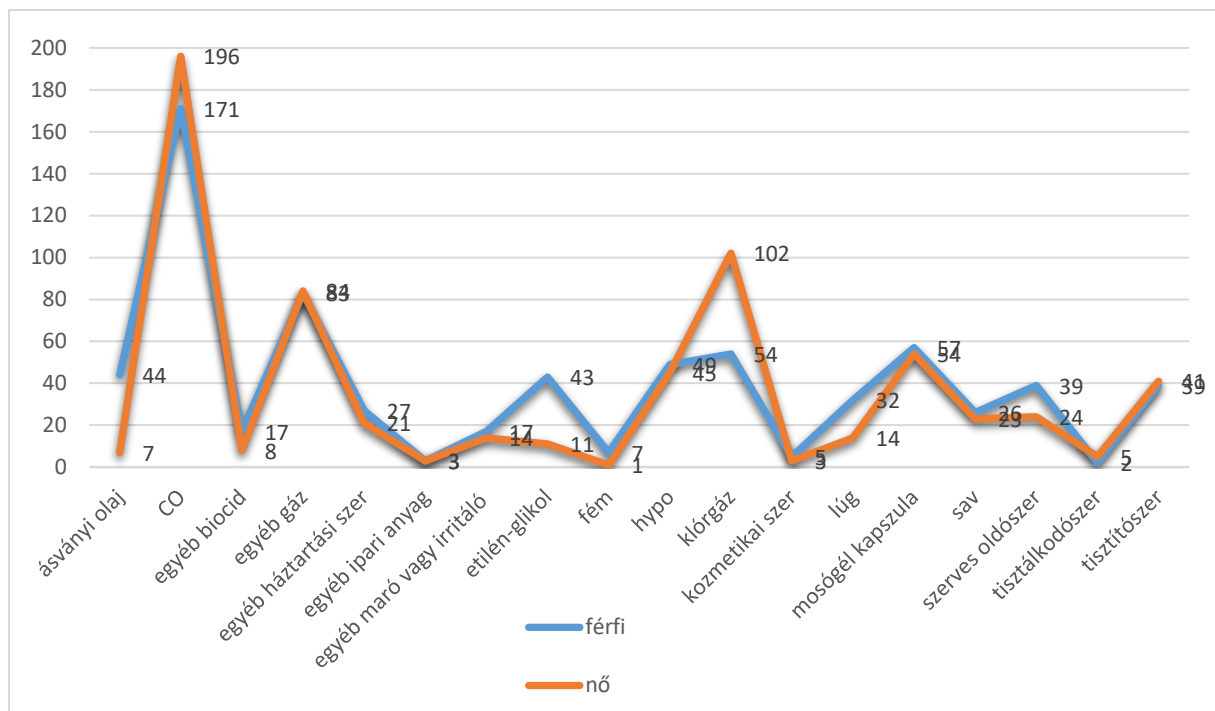
KÖVETKEZTETÉSEK

A szerves technológiai folyamatok számtalan veszélyt hordoznak magukban, de a társadalom számára biztosított pozitív hozadéka jelentős előnnyel jár. Amennyiben egy adott vegyipari létesítményben kialakított technológia sor biztonsági követelményeinek megfelelően minden munkavállaló, a gyártási lánc mentén következetesen eleget tesz a leírtaknak, akkor az évente bekövetkezett események száma elhanyagolható, és kisebb kockázatú.

Nagyon nehéz lenne olyan termékeket felsorolni, amelyeknek nem szerves technológiai lépésekben alakítják ki valamely komponensét, vagy akár csomagolóanyagát, így közvetetten ugyan, de minden ember érintett abban, hogy a szerves vegyipar eredményeinek hasznélvezői.

A kőolaj talán a legfontosabb anyag, amelyet a modern társadalom fogyaszt. Kémiai szempontból a kőolaj rendkívül összetett szénhidrogén-vegyületek keveréke, általában kisebb mennyiségben nitrogén-, oxigén- és kéntartalmú vegyületeket is tartalmaz. A kőolaj alapot szolgáltat a szintetikus szálak gyártásához felhasznált alapvető anyagok a ruházati cikkekhez, a műanyagok, festékek, műtrágyák, rovarirtók, szappanok és szintetikus gumi előállításához. Időszámításunk előtt 4000-ben, a mai Irak területén, a civilizált világ első jelentős kultúrája, a sumér társadalom már használt fel bitument és aszfaltot az építészeti munkálatai során. [26]

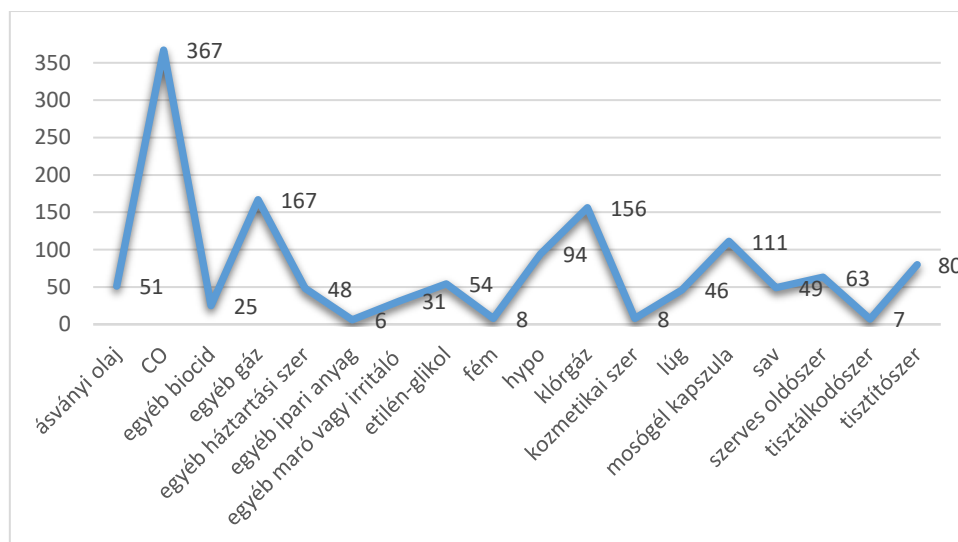
A cikk befejezéseként két diagrammal támasztom alá e témakör fontosságát a tavaly, hazánkban bekövetkezett, véletlen mérgezési esetek, anyagcsoportonkénti, és nemenkénti bemutatásával. A következő ábrán a 2016-os, hazai, véletlen mérgezési esetek, anyagcsoportonkénti, nemek szerinti ábrázolása látható.



6. ábra A 2016-os, hazai, véletlen mérgezési esetek, anyagcsoportonkénti, nemek szerinti megoszlása [27]

A 6. és 7. ábra egyértelműen rámutat arra, hogy hazánkban bekövetkező jelentős számú mérgezés nagy része szerves vegyületek miatt történik.

A következő ábrán a hazai mérgezési esetek, anyagcsoportonkénti, nemek szerinti ábrázolása látható.



7. ábra A 2016-os, hazai, véletlen mérgezési esetek, anyagcsoportonkénti megoszlása [27]

E cikk célja, hogy mindenki figyelmét felkeltse a vegyi anyagok veszélyességére, ugyanakkor fontosságára is. Megfelelő körültekintéssel csökkenthetőek az ipari események, emellett tudatos magatartással a háztartásainkban bekövetkezett véletlen mérgezési esetek száma is minimalizálható.[28]

A vegyi anyagok és tevékenységek fokozott veszélyhelyzeteket tartanak fent, így üzemzavari kockázatot jelentenek. Cikkem fő célkitűzése az, hogy bemutassam az esettanulmányokkal való oktatás módszerét. A katasztrófavédelmi szakon tanulmányokat

végző hallgatók az előadásokon elsajátítják az ipari tevékenységeknél előforduló különböző veszélyekkel, azok előfordulási jellemzőivel, a veszélyek felderítésének módszereivel. A katasztrófavédelem szak mindhárom szakirányán tanuló hallgatók esetében elengedhetetlen, hogy a fizika és a kémia alapjait képesek legyen értelmezni. Egy katasztrófavédelmi szakember számára, a jogszabályokon túl, a természettudományos tudás célszerű használata a jövőbeni döntéshozatalnál elengedhetetlen. Az ipari balesetek negatív következményei számottevően javítható, ha a beavatkozókat irányító, oktató, felkészítő szakemberek felsőoktatási képzése a katasztrófavédelmi szakon, alkalmas műszaki-természettudományos képzettséget nyújt a hallgatók számára. A gyakorlati tapasztalattal is rendelkező egyetemi oktató számottevő hatásokkal tudja megismertetni a hallgatókkal a kapcsolódó tárgyakat. [29, 30]

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Petroleum Council Guide: *Petrochemicals and Refining*, Published by International Systems and Communications Limited (ISC) in conjunction with the World Petroleum Council (WPC), 2013, www.world-petroleum.org; (letöltve: 2017. 11. 15.)
- [2] *Magyar Kémikusok Lapja*, LXXII. évfolyam, 1.szám, 2012. január; HU ISSN 0025-0163 (nyomtatott)
- [3] FARHAT AII, M.; EL AII, B.M.; SPEIGHT, J.G.: *Handbook Of Industrial Chemistry, Organic Chemicals*, ISBN 0-07-141037-6, The Mcgraw-Hill Companies, 2005
- [4] Clin. Toxicol., DOI: 10.1080 / 15563650903076924, www.csche2011.ca; (letöltve: 2017. 11. 15.)
- [5] *Identity, Physical And Chemical Properties Of Pesticides Zacharia*, James Tano University Of Dar Es Salaam, Dar Es Salaam University College Of Education Tanzania, www.intechopen.com; (letöltve: 2017. 11. 15.)
- [6] *lessons relearned, a new series of articles inspired by icheime's loss prevention bulletin and the bp process safety series: sharing lessons learned from accidents., recurring accidents: inadequate isolations*, www.tcetoday.com december 2013/ january 2014 for more information and a sample copy of lpb visit: www.icheme.org/lpb, Geoff Ggill examines the lessons we should be learning (geoff gill geoff.gill@live.co.uk is an independent safety consultant); (letöltve: 2017. 11. 15.)
- [7] *European Framework Directive 89/391/EEC*
- [8] *EU-OSHA (2010), Safe Maintenance in Practice*, Government of Western Australia, Department of Commerce. Guidance Note, Isolation of Plant, 2010
- [9] *The Safe Isolation of Plant and Equipment HSG 253*. ISBN: 9780717661718
- [10] *Electricity at Work: Safe Working Practices HSG 58* ISBN: 9780717665815
- [11] *The Management of Health and Safety at Work Regulations 1999*, IChemE Toolbox Talks: Isolation of Equipment for Maintenance; Identification of Equipment for Maintenance; Isolation of Electricity-Driven Equipment for Maintenance
- [12] WIGZELL, K., REHNQVIST, N.: *Chemical Accidents and Disasters Medical Care Planning Guidance*, ISBN 91-7201-411-3
- [13] *Chemical accidents and disasters medical care planning guidance*, ISBN 91-7201-411-3

- [14] *IMPEL - French Ministry for Sustainable Development - DGPR / SRT / BARPI - Magistrat der Landeshauptstadt Linz No. 25337 / 35822*, Explosions in a pharmaceutical plant, 13/08/2003 and 09/08/2004, Linz, Austria, https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/wp-content/files_mf/FD_2533735822_linz_20032004_ang.pdf; (letöltve: 2017. 11. 15.)
- [15] *Lessons learnt from industrial accidents, seminar in paris – france - 3-4june 2009, the european union network for the implementation and enforcement of environmental, LAW (IMPEL)*, <http://www.impel.eu/wp-content/uploads/2016/06/2009-01-lessons-learnt-from-industrial-accidents-iv-final-report.pdf>; (letöltve: 2017. 11. 15.)
- [16] *A new series of articles inspired by IChemE's Loss Prevention Bulletin and the BP Process Safety Series: sharing lessons learned from accidents.*, www.tcetoday.com march 2013 For more information and a sample copy of LPB visit: www.icheme.org/resources/lpb; (letöltve: 2017. 11. 15.)
- [17] CLAYDEN, J.; GREEVES J., WARREN, S.: *Organic Chemistry Second Edition*, March 2012, ISBN: 9780199270293,
- [18] *Health and safety at work etc act 1974* (1974 c 37)
- [19] *Management of health and safety at work. management of health and safety at work regulations 1999. approved code of practice and guidance l21 (second edition) hse books 2000*, ISBN 978 0 7176 2488 1
- [20] *The Control of Substances Hazardous to Health Regulations 2002* (as amended) Approved Code of Practice and guidance L5 (Fifth Edition 2008)
- [21] *Dangerous substances and explosive atmospheres regulations 2002. approved code of practice and guidance 1138 hse books 2003*, ISBN 978 0 7176 2203 0
- [22] *Overfill protection for storage tanks in petroleum facilities API RP 2350* (Third edition) American Petroleum Institute 2005
- [23] *Recommendations on the design and operation of fuel storage sites, HSE 2007*, www.buncefieldinvestigation.gov.uk; (letöltve: 2017. 11. 15.)
- [24] HAILWOOD, M, 'Lessons from Buncefield', Loss Prevention Bulletin 206
- [25] CHANGA, J.I.; LIN, C-C.: *A study of storage tank accidents*, Journal of Loss Prevention in the Process Industries, Volume 19, Issue 1, January 2006, Pages 51-59, DOI: 10.1016/j.jlp.2005.05.015; (letöltve: 2017. 11. 15.)
- [26] *chemical industries a series of reference books and textbooksfounding editorheinzh heinemannberkeley, californiaseries editorjames g. speightcd & w, inc.laramie, wyoming, version date: 20130712*, international standard book number-13: 978-1-4398-7390-8 (ebook - pdf), the crc press web site <http://www.crcpress.com>; (letöltve: 2017. 11. 15.)
- [27] Országos Közegészségügyi Központ, Országos Kémiai Biztonsági Igazgatósága: *Jelentés az országos emberi mérgezési esetekről 2016*, Egészségügyi Toxikológiai Tájékoztató Szolgálat (Budapest, 2017)
- [28] DOBOR J.: *The importance of the teaching of case studies of industrial accidents in the disaster management education*, ECOTERRA - Journal of Environmental Research and Protection, 2017, Volume 14, Issue 1, nyomtatott kiadvány ISSN 1584-7071, online ISSN 2248-3128; <http://www.ecoterra-online.ro/files/1496321269.pdf>, (letöltve: 2017. 11. 15.)

- [29] DOBOR József: *Vegyipari veszélyek és a kémia jelentőségének bemutatása a vegyipari folyamatokon és káreseményeken keresztül*, Hadmérnök, XII. Évfolyam „KÖFOP” szám – 2017. október, ISSN 1788-1919, http://www.hadmernok.hu/170kofop_01_dobor.pdf, (letöltve: 2017. 11. 30.)
- [30] DOBOR József: *Veszélyes gázok felhasználási lehetőségei az iparban és a mezőgazdaságban, illetve e tevékenységek kockázatai*, Hadmérnök, Megjelenés alatt, ISSN 1788-1919