

SZAKDOLGOZAT

OE-YBL
2025.

Hallgató neve:
Hallgató törzskönyvi száma:

Jacsó-Ilonka Adrienn





ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

Óbudai Egyetem
Ybl Miklós Építéstudományi Kar
Építőmérnöki Intézet

SZAKDOLGOZAT FELADATLAP

Hallgató neve: Jacsó-Ilonka Adrienn

Szakedolgozat száma: [REDACTED]

Törzskönyvi száma: [REDACTED]

Neptun kódja: [REDACTED]

Szak: Építészmérnök

Specializáció: Tűz- és katasztrófavédelmi
Építész

A dolgozat címe: Fémmegmunkálás során adódó tűzveszélyek és azok kezelése / megoldása

A dolgozat címe angolul: Fire hazards during metalworking and their management/resolution

A feladat részletezése: A forgácsolással járó technológiák velejárója, hogy hűtő és kenőanyagokat alkalmaznak. Ezek lehetnek vizes vagy kenőolaj bázisúak és éghetőek. Ezek nagy felületű fémekkel (por, forgács stb.) keverednek fokozott tűzveszély állhat és áll elő. Az üzemi technológiák során elő is fordulnak tüzesetek. Ezeket a veszélyforrásokat kívánom elemezni és saját mérésekkel megadni a valóban tűzveszélyes folyadékokat. Nincs egységes szabályozás, kezelés, megoldás. Javaslatot teszek: ezeknek az ilyen típusú veszélyek és tüzek megelőzésére. Az elemzések alapja gyárak látogatás a és laboratóriumi saját mérés

Intézményi konzulens neve: Dr. Fehérvári Sándor

Külső konzulens neve: Dr. Kerekes Zsuzsanna

Munkahelye:

A kiadott téma elévülési határideje: 2028. 05. 15.

Beadási határidő: 2025. 05. 15.

A szakedolgozat: Nem titkos.

Óbudai Egyetem
Ybl Miklós Építéstudományi Kar
Építőmérnöki Intézet
1148 Budapest, Thököly út 74.
7. Budapest, 70., Pf. 117.

Kiadva: Budapest, 2025. 03. 19.

P.H

Intézetigazgató

A dolgozatot beadásra alkalmasnak találom: 2025. 05. 15.


belső konzulens


külső konzulens

SZAKDOLGOZAT KONZULTÁCIÓS NAPLÓ

Hallgató neve: Jacsó-Ilonka Adrienn

Dolgozat száma: [REDACTED]

Oktatási azonosítója: [REDACTED]

Szak, specializáció megnevezése:

Neptun azonosítója: [REDACTED]

Bsc Építészmérnök/

Törzskönyvi száma: [REDACTED]

Tűz és Katasztrófavédelmi

A dolgozat címe magyar nyelven: Fémmegmunkálás során adódó tűzveszélyek és azok kezelése / megoldása

A dolgozat címe angol nyelven: Fire hazards during metalworking and their solution/management ...

Belső (kari) konzulens neve: Dr. Fehérvári Sándor

Külső konzulens neve: Dr. Kerekes Zsuzsanna

Külső konzulens munkahelye: Nemzeti Közszerológati Egyetem

ALK.	DÁTUM	KONZULTÁCIÓ TÉMÁJA, TARTALMA	KONZULENS ALÁÍRÁSA
1.	2025.02.09.	téma kiválasztása, hozzá tartozó irodalmi anyag felkutatása	[Signature]
2.	2025.02.16.	Eddig felkutatott irodalom értelmezése, ennek ismeretében mérés menetének összeállítása	[Signature]
3.	2025.03.01.	mérési eredmények értékelése	[Signature]
4.	2025.04.22.	kész diplomamunka ellenőrzése, megvitatása	[Signature]

A Konzultációs naplót minimum négy alkalommal az egyes konzultációk alkalmával kell láttamoztatni bármelyik konzulenssel.

A részvételt a konzulens akkor igazolhatja, ha arra a hallgató felkészülten érkezik, azaz érdemi konzultáció történt.

A hallgató a Szakdolgozat/Diplomaterv/Diplomamunka tantárgy(ak)* követelményét teljesítette.

Kelt: Budapest (hely), 2025.05.15. (dátum)


 belső (kari) konzulens

* A megfelelő aláhúzendő.

HALLGATÓI NYILATKOZAT

Alulírott _____Jacsó-Ilonka Adrienn _____ hallgató kijelentem, hogy a dolgozat saját munkám eredménye, a felhasznált szakirodalmat és eszközöket azonosíthatóan közöltem. Az elkészült dolgozatban található eredményeket az Óbudai Egyetem és a feladatot kiíró intézmény saját céljára térítés nélkül felhasználhatja, a titkosításra vonatkozó esetleges megkötések mellett.

Kelt: Budapest, 2025.05.15.



hallgató

Köszönöm Istennek / konzulenseimnek / Dr. Gál Péternek/ szüleimnek/ férjemnek/
barátaimnak

FÉMMEGMUNKÁLÁS SORÁN ADÓDÓ TŰZVESZÉLYEK ÉS AZOK KEZELÉSE/ MEGOLDÁSA

Összefoglalás. A forgácsolással járó technológiák velejárója, hogy hűtő és kenőanyagokat alkalmaznak. Ezek lehetnek vizes vagy kenőolaj bázisúak és éghetőek. Ezek nagy felületű fémekkel (por, forgács stb.) keverednek, fokozott tűzveszély állhat és áll elő. Az üzemi technológiák során elő is fordulnak tüzesetek. Ezeket a veszélyforrásokat kívánom elemezni és saját mérésekkel megadni a valóban tűzveszélyes folyadékokat. Nincs egységes szabályozás, kezelés, megoldás. Javaslatot teszek: ezeknek az ilyen típusú veszélyek és tüzek megelőzésére. Az elemzések alapja gyárak látogatása és laboratóriumi saját mérés

Kulcsszavak: tűzvédelem, fémforgácsolás, CNC gépek, emulzió

FIRE HAZARDS DURING METALWORKING AND SOLUTION/ MANAGEMENT

Abstract. Chipping technologies involve the use of coolants and lubricants. These can be water-based or lubricating oil-based and are flammable. These can and do create an increased risk of fire when mixed with metals with large surface areas (dust, chips, etc.). Fires also occur in industrial processes. I intend to analyse these hazards and to identify, by my own measurements, the liquids that are truly flammable. There is no uniform regulation, treatment or solution. I make a proposal: to prevent these types of hazards and fires. The analyses are based on factory visits and laboratory own measurements

Keywords: fire protection, metal cutting, CNC machines, emulsion

TARTALOMJEGYZÉK

1. BEVEZETÉS.....	8
2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS.....	9
2.1. Fémforgácsolási technológia és veszélyei (mi ég?, fémek, kenőanyagok)	9
2.2. Kenőanyagok fajtái	17
2.3. Fémipari tüzesetek és elemzése	22
2.3.1. <i>Fémipari ismert tüzeset és tűzveszély esetpéldák.....</i>	<i>24</i>
2.3.2. <i>Fémipari tüzesetek példák világszerte.....</i>	<i>28</i>
2.3.2. <i>Fémipari tüzesetek szakmai irodalom elemzése</i>	<i>33</i>
2.4. Jogi háttér	34
2.5. Vonatkozó szabványok	37
3. A PROBLÉMA MEGFOGALMAZÁSA	42
4. KISÉRLETI RÉSZ.....	43
4.1. Vizsgálati anyagok és minták.....	43
4.2. Vizsgálati módszerek	44
4.2.1 <i>Folyadékok lobbanáspontjának mérése.....</i>	<i>45</i>
Nyílttéri lobbanáspont mérése.....	50
4.2.2. <i>Gyulladáspont mérése (Sechkin kemence).....</i>	<i>51</i>
4.3. Mérési eredmények	55
4.3.1 <i>Folyadékok lobbanáspontjának mérése.....</i>	<i>55</i>
4.3.2. <i>Gyulladáspont mérése (Sechkin kemence).....</i>	<i>65</i>
4.4. Mérési eredmények összegzése	69
5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS MÉRNÖKI JAVASLATOK	72
6. IRODALOM.....	76
6.1. Szakirodalom.....	76
6.2. Szabványok.....	78
6.3. Jogszabályok.....	79

1. BEVEZETÉS

A fémforgácsolással járó technológiák széles körben elterjedtek a modern iparban, különösen a gépgyártás, autóipar és a precíziós alkatrészgyártás területén. Azonban ezen technológiák alkalmazása jelentős tűzveszélyeket hordozhat magában, különösen akkor, amikor gyúlékony hűtő- és kenőanyagokat használnak. A fémmegmunkálás egyre inkább a számítógép vezérelte, robotizált fémmegmunkológépek alkalmazása felé orientálódik a kézi fémmegmunkálással szemben. A gyárak gyorsabb, méretpontosabb gyártást igyekeznek elérni erőforrás optimalizálással, ezért egyre több CNC gépet alkalmaznak az alábbi területeken pl.: forgácsolás, marás, köszörülés...stb. Ezen gépek általában saját elszívó rendszerrel rendelkeznek, zárt térben történik a fémmegmunkálás. A számítógépvezérlés által felgyorsultak a folyamatok, mely nagyobb tűzveszélyességi kockázattal jár, mivel nagyobb előtolással, nagyobb fordulatszámmal történik a megmunkálás a hagyományos kézi megmunkáláshoz képest, nagyobb hő keletkezik a munkadarabban és a hűtő/kenő folyadékra is kihatással lehet. Saját magam és férjem is elvégeztük a CNC-forgácsoló szakmát, már a gyakorlati időben több helyen szembesültünk a „viszonylag gyakori” tüzesetekkel, meglepődve tapasztaltam, hogy bár országunk élen jár a tűzvédelmi szabályozásban, ezen területre nincs szabályozás. Az esetleges tüzesetek nagy részét gyorsan eloltják a helyszíni munkások, bejelentési kötelezettség ellenére a Katasztrófavédelemhez nem jut el a tüzeset ténye. Több munkahelyen átlagos a 3-4 műszak a munkavállalóknak, több órás gyártási idő is előfordul 1-1 munkadarabnál, az emberek fáradtak, nem figyelik folyamatosan a gépet, ezért úgy gondolom nagy veszélyforrás ezen üzemek vagy gépek nem megfelelő tűzvédelmi szabályozása. A kutatás célja a fémforgácsolási technológiák során fellépő tűzveszélyek azonosítása, a különböző kenőanyagok tűzveszélyességének laboratóriumi vizsgálata, mivel a tüzesetek során legtöbb esetben a megmunkáláshoz használt hűtő/kenő folyadék is meggyulladt, ezért megvizsgálók laborvizsgálattal pár mintát különböző fémforgáccsal, fémrészecskével szennyezett hűtő-kenő folyadékból. Kutatásaim során több alkalommal találkoztam olyan káresetekkel, mely a lerakódott olajos fémpor begyulladás miatt történt. Ezen helyzetek kiemelten tűzveszélyes esetek. A kockázatok csökkentésére és megelőzésére mérnöki javaslatokat kívánok kidolgozni, melyhez gyakorlatban megfigyelt tüzesetek elemzése, valamint laboratóriumi mérések szolgálnak alapul.

2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1. Fémforgácsolási technológia és veszélyei (mi ég?, fémek, kenőanyagok)

Forgácsolási eljárás során létrejövő hő kialakulásának lehetőségei: A forgácsolási folyamat során keletkező hő kulcsfontosságú tényező, veszélyforrás, amely jelentős hatással van mind a szerszám, mind a munkadarab élettartamára és minőségére. A hő keletkezése három fő forrásból származik: a deformációs hőből, a súrlódási hőből és a forgácsolási hőből. A deformációs hő az anyag plasztikus deformációja során keletkezik, amely a forgácsolási zónában hő formájában jelentkezik, koncentrálódva a munkadarab és a szerszám közötti érintkezési felület mentén. A súrlódási hő a szerszám és a munkadarab, valamint a szerszám és a forgács között fellépő súrlódás miatt keletkezik, amely jelentős hőtermelést okoz, különösen a szerszám élénél. A forgácsolási hő a forgács leválasztása során az anyag apró részecskéi közötti súrlódás eredménye, amely hő főként a forgácsban koncentrálódik, de részben áterjedhet a munkadarabra és a szerszámra is. [DEREKAS LAJOS, 2016]

A keletkezett hő számos módon befolyásolja a forgácsolási folyamatot. Először is, a magas hőmérséklet felgyorsítja a szerszám anyagának kémiai és fizikai kopását, növelve a szerszám és a munkadarab közötti súrlódást, ami gyorsabb szerszámkopást eredményez. Másodszor, a hő bejutása a munkadarabba hőtágulást és hőtorzulást okoz, ami negatívan befolyásolja a méretpontosságot és a felületminőséget. Az egyenlőtlen hőeloszlás miatt belső feszültségek alakulhatnak ki, amelyek deformációhoz vezetnek. Harmadszor, a magas hőmérséklet befolyásolja a munkadarab felületének minőségét is, mivel hozzájárulhat a felületi érdesség növekedéséhez, ami csökkenti a megmunkált alkatrész teljesítményét és esztétikai értékét. [DEREKAS LAJOS, 2016]

Hőmérséklet-emelkedés és anyagtűrés a megmunkálás során: A fémmegmunkálás során keletkező hőmérséklet nagymértékben függ a megmunkálás típusától, a használt szerszámoktól, a hűtőfolyadék alkalmazásától és a megmunkált anyag típusától. A folyamat során keletkező hő befolyásolja az anyag tulajdonságait, a szerszám élettartamát és a végtermék minőségét. [DEREKAS LAJOS, 2016]

A következő ábrák (1.,2.,3., ábrák) bemutatják a forgácsolás során keletkezett hő elvi kialakulását

FORGÁCSOLÁSI HŐ



$$U_{\text{FORG}} = U_{\phi} + U_{\text{SZ}} + U_{\text{F}} + U_{\gamma} + U_{\alpha}$$

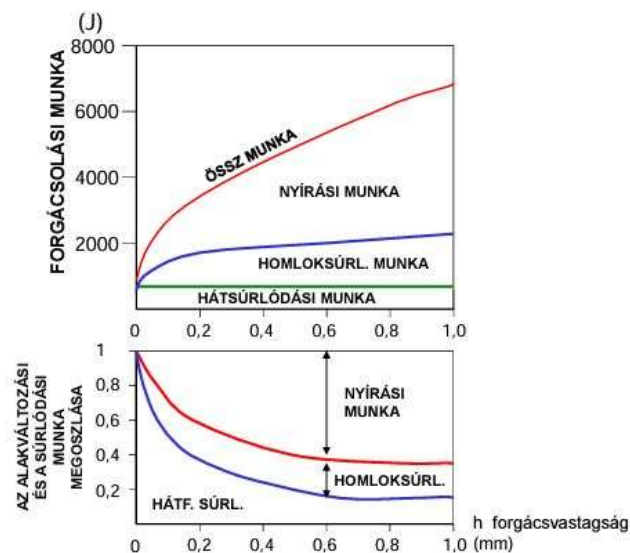
$$U_{\phi} + U_{\gamma} + U_{\alpha} \gg U_{\text{SZ}} + U_{\text{F}} \text{ (ELHANYAGOLHATÓK!)}$$

Forrás: Dr. Szmejkál Attila – Ozsváth Péter Járműszerkezeti Anyagok és Megmunkálások II. (2007-2008)

1. ábra Forgácsolási hő kialakulása

SZMEJKÁL ATTILA, OZSVÁTH PÉTER [2007]

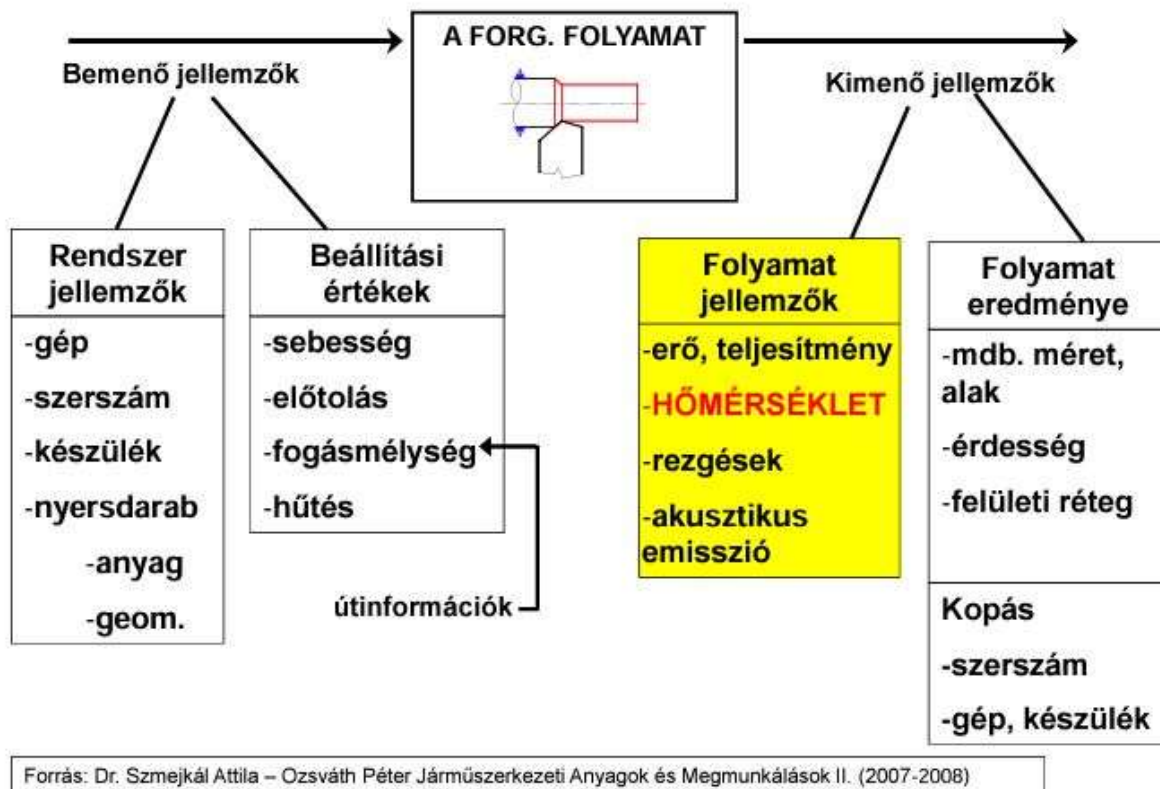
FORGÁCSOLÁSI HŐ



Forrás: Dr. Szmejkál Attila – Ozsváth Péter Járműszerkezeti Anyagok és Megmunkálások II. (2007-2008)

2. ábra Forgácsolási hő a forgácsvastagság és forgácsolási munka függvényében

SZMEJKÁL ATTILA, OZSVÁTH PÉTER [2007]



3.ábra Forgácsolási folyamat jellemzői

SZMEJKÁL ATTILA, OZSVÁTH PÉTER [2007]

Hőmérséklet-emelkedés a különböző megmunkálási eljárások során: *Marás:* Marás közben a munkadarab és a szerszám közötti súrlódás hőt termel. A hőmérséklet emelkedése elérheti a 300-600°C-ot is, különösen keményfém szerszámok használata esetén. [DR. RÁCZ PÁL, 2011]

Esztergálás: Az esztergálás során keletkező hőmérséklet általában 200-800°C között mozog. Az anyag és a szerszám típusától függően ez az érték még magasabb is lehet. [DR. RÁCZ PÁL, 2011]

Fúrás: A fúrás során a hőmérséklet a furat belsejében koncentrálódik, amely akár 600-900°C is lehet, különösen mély furatok esetén, ahol a hűtés nehezebb. [DR. RÁCZ PÁL, 2011]

Köszörülés: Köszörülés közben a hőmérséklet elérheti az 1000-1500°C-ot is, mivel a köszörűkorong és a munkadarab közötti súrlódás nagyon magas. Ez a magas hőmérséklet a munkadarab felületén lokálisan megolvaszthatja az anyagot. [DR. RÁCZ PÁL, 2011]

Ötvözetek, anyagtűrések hőmérséklettel szemben: *Alumínium:* Az alumínium ötvözetek olvadáspontja 600-660°C körül van. Könnyen deformálódik és elveszíti mechanikai tulajdonságait. Az alakítható ötvözetek csak kis mennyiségben 1-2% tartalmazznak ötvöző anyagot. Az önthető ötvözetek ettől magasabb ötvözőanyag 6-12%, eutektikushoz közeli tartalom lehet. Alakítható ötvözeteknél megkülönböztetünk nem nemesíthető ötvözeteket, melynél újra kristályosítással és hidegalakítással érnek el nagyobb szilárdságot ill. nemesíthető ötvözeteket, melyek szilárdságát hőkezeléssel javítják. Utóbbiak 100°C feletti hőmérsékleten már erősen romlanak a mechanikai tulajdonságaik, de szakítószilárdságuk, keménységük, magasabb, mint a nem nemesíthető ötvözetek esetében. Melegen kikeményedő ötvözetek AlCuMg, AlCuNi, AlMgSi 80-200°C között az ötvözőelemek a túltelített szilárd oldatból kiválnak, alumíniummal vegyület fázist képeznek meleg kikeményítés során. [DR. RÁCZ PÁL, 2011]

Magnézium: Magnézium ötvözetek olvadáspontja 650-700°C körül van. Nagyon könnyen gyullad, így megmunkálás során különösen fontos a hűtés és az alacsony hőmérséklet fenntartása. [DR. RÁCZ PÁL, 2011]

Acélok: A szénacélok olvadáspontja 1370-1540°C között van, míg a rozsdamentes acéloké 1400-1450°C körül. Ezek az anyagok magas hőmérsékleten is megőrzik mechanikai tulajdonságaikat, de 800°C felett hőkezelési változások léphetnek fel, mint például lágyulás vagy szemcse növekedés. [DR. RÁCZ PÁL, 2011]

Titán: Titán és titán ötvözetek olvadáspontja 1600-1700°C körül van. Ezek az anyagok kiváló hőállósággal rendelkeznek, leggyakrabban kb. 60%-os Ti6Al4V ötvözetet alkalmaznak. Főleg Sn, Zr, Cr, Mo, V és Nb anyagokkal ötvözik. [DR. RÁCZ PÁL, 2011]

Réz: Közepes sűrűségű $\rho = 8,93 \text{ Mg/m}^3$, 1083 °C-on olvad. Szilárdsága közepes ($R_m = 220 \text{ MPa}$), de ötvözéssel tovább javítható. Kiváló hő és villamos vezetőképesség jellemzi. Jellemző ötvözetek: „Ónbronzok (öntészeti célokra): öCuSn12 : nagy igénybevételű alkatrészek, öCuSn10P : vegyipari szerelvények. — Vörösötvözetek: öCuSn10Zn2 : csapágycsészék, csigakerekek, öCuSn5Zn5Pb5 : áramvezető sínek. — Ólombronzok (főként csapágy öntvények): öCuPb20Sn5 : hideghengerművek csapágypai, öCuPb5Sn10 : savas közegben lévő csapágypak.” Sárgarezek ötvözetek: 90% Cu, 10% Zn: finom alkatrészeknek jellemző. 70% Cu, 30% Zn: mélyhúzott alkatrészeknek jellemző. 60% Cu, 40% Zn: hőcserélő lemezeknek jellemző. — Bronzok ötvözetek: 95,5% Cu, 3% Sn, 1,5% Zn: pl.: érem verés. [DR. RÁCZ PÁL, 2011]

További befolyásoló tényezők a hőmérsékletváltozáshoz: Szerszámok anyagválasztásánál a keményfém, kerámia és gyémánt szerszámok jobban ellenállnak a magas hőmérsékletnek, és hosszabb élettartammal rendelkeznek a nagy terhelésű megmunkálások során. „Azonban a szerszám élgeometriája és kiképzése szintén befolyásolja a fellépő erőket és a szerszám és munkadarab közötti súrlódási tényező értékét. A súrlódási tényező változásával változik a forgácsleválasztáshoz szükséges erő.” Szerszámválasztásnál „nagyobb homlokszög használatakor kisebb erő kell a forgácsoláshoz, melyet a 4. ábra is szemléltet. Gyakorlati forgácsoló erő számításnál általában 1°-os homlokszög változás 1%-os erőváltozást eredményez.” [PINTÉR JÓZSEF, 2018]



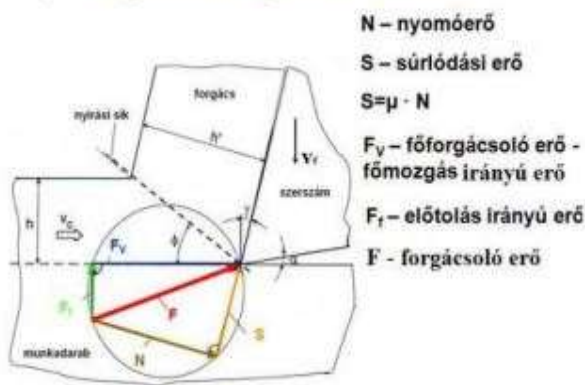
4.ábra Forgácsolási erőt befolyásoló tényezők

Hűtő/kenő folyadékok alkalmazása: A hűtőfolyadékok alapján véve segítenek a hőmérséklet csökkentésében és a szerszám élettartamának növelésében. A megfelelő hűtőfolyadék kiválasztása kulcsfontosságú a megmunkálás során.

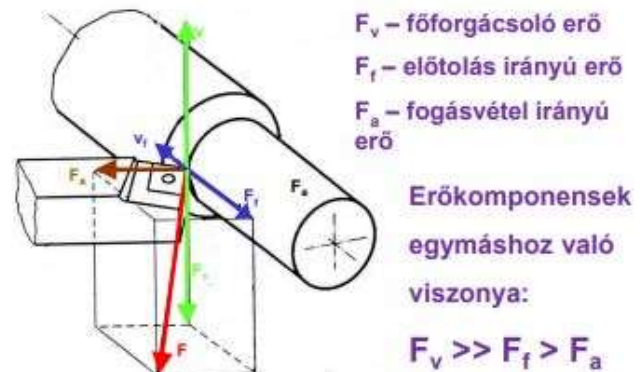
Megmunkálási paraméterek szemléltetése az 5.ábra alapján megmutatja, hogy a forgácsolási sebesség, előtolás és vágási mélység beállítása (forgács vastagság) jelentősen befolyásolja a hőmérséklet alakulását a megmunkálás során.

Minél nagyobb az anyag szilárdsága, annál nehezebb megmunkálni, annál nagyobb vágási erőre és így nagyobb energiára van szükség. Minél kisebb az anyag hővezető képessége, annál nehezebb megmunkálni, mert a súrlódási hőt lassan lehet eloszlatni.

Forgácsolási erő és összetevői szabadforgácsolás esetén



Forgácsolási erő komponensei esztérgálásnál



Forrás: Dr. Szmejkál Attila – Czirvóth Péter Járműszerkezeti Alapanyagok és Megmunkálások I. (2007-2008)

5.ábra Forgácsolási erő komponensei

forrás: PINTÉR JÓZSEF, [2018]

A 100 m/perc feletti tartományban a forgácsoló erő csökkenése már elhanyagolható mértékű a forgácsolási sebesség növekedésével. Ezzel szemben a 100 m/perc alatti tartományban a forgácsoló erő (F) emelkedése elsősorban a megmunkálandó anyag tulajdonságaitól függ. Általánosan megfogalmazható, hogy a forgácsoló erő csökkentése érdekében célszerű a lehető legnagyobb forgácsolási sebességgel dolgozni. A fogásmélység (a) növekedése esetén a forgácsoló erő lineárisan növekszik, míg az előtolás (f) változásától függően az erő növekedési görbéje eltérő meredekséget mutat. [PINTÉR JÓZSEF, 2018]

Az eltérő anyagok forgácsolása során – azonos forgácsolási paraméterek mellett – az anyagok mechanikai tulajdonságainak különbözősége miatt eltérő forgácsoló erők lépnek fel, amit az 5. ábra szemléltet. Kimutatható, hogy a szakítószilárdság (R_m) és a keménység (HB) növekedésével a forgácsolási erő egyenes arányban emelkedik. A hőmennyiség, amely a forgács 1 cm³-ében időegység alatt távozik, szoros összefüggést mutat a fogásmélység az előtolás és a forgácsolási sebesség függvényében változik. [PINTÉR JÓZSEF, 2018]

Magnézium megmunkálás és veszélyei külön figyelmet igényelnek megmunkálás során. Az ötvöztelen Mg szilárdsága meglehetősen kicsi kb. 110 Mpa. Négyszer könnyebb a belőle készült termék, mint az acél és egyharmaddal az alumíniumnál, ezért gyakori használata járműiparban, gépiparban, repülőgépgyártásban, űrhajózásban, műhold gyártásban. Erősen reakcióképes az oxigénnel, ezért szerkezeti anyagként csak ötvözei alkalmazhatók. Mára az anyag nagysebességű (HSC) és nagy termelékenységgű (HPC) forgácsolása felé tolódik el a megmunkálás típusa. A HSC technológia lényege, hogy magasabb forgácsolási sebesség

alkalmazása a sztenderdnél többször, kis fogankénti előtolással társulva. Ez egy esetleges homlokmarásnál $v_c=3000-8000$ m/min sebességet jelent. HPC technológiánál hagyományos tartományban alkalmazzák a forgácsolási sebességet, inkább az előtolás mértékét növelik többszörösére. A forgácsolási sebesség növelését maximalizálni kell, mert a kis forgácsolási ellenállás miatt a leválasztási zónában kialakuló hőmérséklet megolvasztja a munkadarabot.

Egy nagyobb szilárdságú magnézium ötvözetnél Pl.: Mg-MMC a maximális forgácsolási sebesség $v_c=500$ m/min, ami nagyban alatta marad az előbbieken taglaltaktól.

A szakirodalmak olaj alapú hűtőfolyadékot ajánlanak, mivel vizes bázisú emulzió alkalmazásánál hidrogénképződéssel durranógáz keletkezhet, mely úgy csökkenthető, hogy ha az emulzió tartalmaz OH^- ionokat, mely által stabil magnézium-hidroxid réteg keletkezik az ötvözet felszínén. Előnyös lehetne száraz forgácsolási technológiát alkalmazni (hűtő/kenő folyadék nélkül), mellyel csökkenteni lehetne a kiadások mértékét (nem kellene a hűtőfolyadéktól megtisztítani az újra felhasználandó forgácsot és a kész munkadarabot), azonban megnövekedne az adhéziós termékek lerakódása a szerszámokon és kialakuló nagyobb hőmérséklet nagyobb gyulladási veszélyt jelentene. A 6. ábrán látható magnézium ötvözet forgácsolása közben keletkező izzó folyó forgács és szikraképződés kísérete, mely laikusnak is mutatja a fenn álló tűzveszélyt. [Derekas Lajos, 2016]



6. ábra Magnézium ötvözet forgácsolása közbeni izzó folyó forgács és szikraképződés

Forrás: saját kép

Száraz megmunkálás (hűtő-kenő folyadék nélküli) jelentős figyelmet kaptak mind hazánkban, mind nemzetközi szinten. A precíziós forgácsolási technológiák, különösen a keménysztergálás, napjainkban. A technológiával kapcsolatos kutatások számos aspektusra kiterjednek, beleértve a hőtani hatásokat is, amelyek doktori disszertációk témáit is képezték. Az utóbbi években kiemelt szerepet kapott a környezetvédelem és az egészségvédelem kérdése, ennek eredményeként egyre nagyobb hangsúlyt fektetnek a hűtőfolyadék nélküli megmunkálás megvalósíthatóságára, valamint annak gazdasági és technológiai hatásainak vizsgálatára. Fontos megjegyezni, hogy a hűtőfolyadék használata és kezelése a munkadarab előállítási költségeinek 7–17%-át is kiteheti, így a költségoptimalizálás szempontjából kulcsfontosságú ezen megoldások fejlesztése. [JÁNOS ÉS BANA, 2007]

A hűtőfolyadék nélküli forgácsolás során kis keresztmetszetű (néhány század vagy ezred mm²) forgács leválasztása történik, akár 100–200 m/perc forgácsolási sebességnél, 55 HRC-nél nagyobb keménységű acélok megmunkálása esetén. Az ilyen technológiákat intenzívebb hőhatás és extrém magas kontakt hőmérséklet jellemzi, miközben a forgács keresztmetszete kicsi, de a forgácsolási sebesség jelentős. Ezen sajátosságok miatt a hagyományos forgácsoláselméleti törvényszerűségek, képletek és szabályok nem alkalmazhatók maradéktalanul, hanem új, specifikus modellek kidolgozására van szükség. [JÁNOS ÉS BANA, 2007]

A hűtőfolyadék elhagyása új kihívásokat eredményezett az anyagválasztás területén is. A megmunkálandó anyagnak olyan ötvözetből kell készülnie, amely megfelelő termikus, kémiai és mechanikai stabilitást mutat, különösen a fokozott hőterhelés mellett. Továbbá a technológia nem biztosítja automatikusan a keletkezett forgácsok eltávolítását a munkaterületről, amely problémát a géptervezés során külön meg kell oldani. [JÁNOS ÉS BANA, 2007]

2.2. Kenőanyagok fajtái

A fémmegmunkáláshoz használt segédanyagok csoportosítása



A vízzel elegyített segédanyagok összetétele

Kiegészítő komponensek, vagy adalékok 1.

Kenőképesség javítók

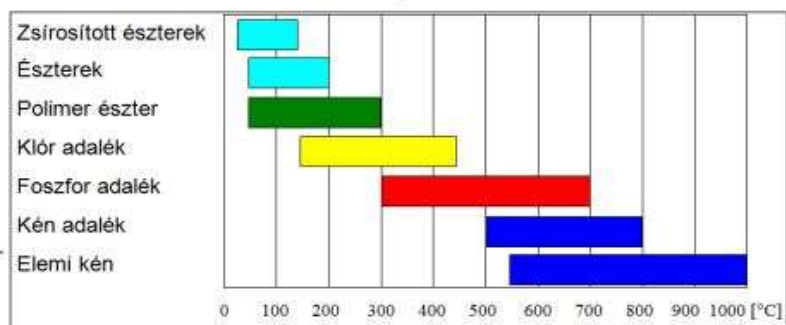
- ☛ Természetes eredetű észterek
- ☛ Zsírsavak
- ☛ Hosszú szénláncú alkoholok
- ☛ Szintetikus észterek, stb.

Alacsony hőmérsékleten is adszorpciós réteget alkotnak a fémfelületeken

EP/AW adalékok (Extreme Pressure, AntiWear)

- ☛ Kénvegyületek
- ☛ Klórvegyületek
- ☛ Foszforvegyületek
- ☛ Nitrogénvegyületek
- ☛ Szuperbázikus szulfonátok, stb.

Az aktiválási hőmérsékletükön kváziszilárd kenőréteget hoznak létre



7.ábra Hűtő/kenő segédanyagok csoportosítása

Forrás: MOL [2018]

A XX. század közepén $5\div 10$ l/min teljes sugarú hűtőfolyadék használat 20-25-szörösre emelkedett [JÁNOS ÉS BANA, 2007] kutatásai alapján, amit árasztásos hűtés-kenésnek is neveznek. Ez a gépkialakítási és a hűtés-kenés technikai és forgácsképzési módosítását is befolyásolja. A felgyorsuló gyártási igényeknek megfelelően különböző adalékanyagokat alkalmaznak (7.ábra) mellyel a hűtő-kenő hatás javul, a munkadarabok nagyobb hűtésigényéhez fejleszteni kell annak módbeli kialakítást is, a gyakori tüzesetek miatt további fejlesztésekre lenne szükség szerintem, ami a kizárja a fém túlmelegedéséből adódó hő általi hűtőfolyadék lobbanást.

A hűtő-kenőanyagok használata jelentősen javítja a forgácsolhatóság minden értékelési kritériumát, de a gép alkatrészeinek temperálására, hűtésére is szolgál, nem csak a munkadarabéra. Elsődleges feladatuk a hűtés és a kenés, amelyek külön-külön és együtt is fontos szerepet játszanak a forgácsolási folyamat hatékonyságában és minőségében.

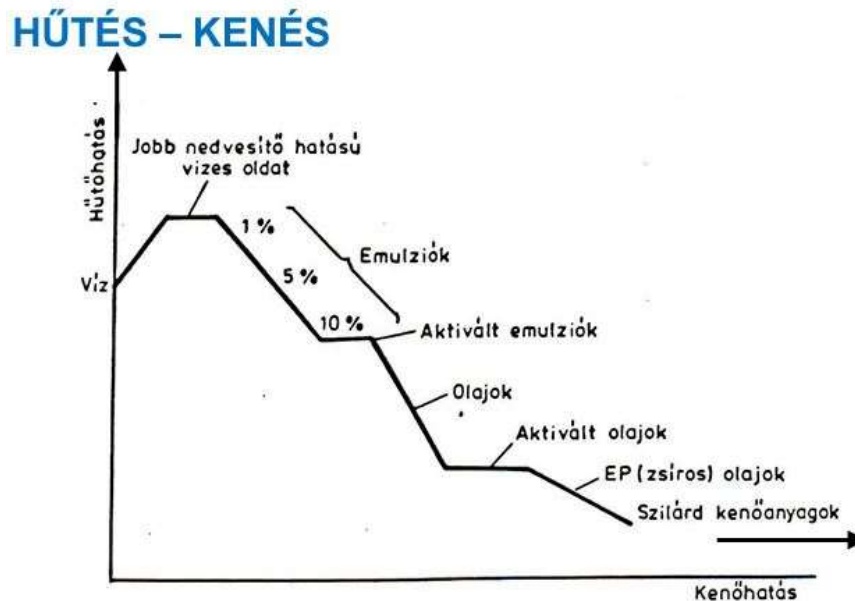
A hűtés megakadályozza a szerszám és a munkadarab túlmelegedését, ami a forgácsolás során keletkező hő csökkentésével érhető el. A csökkentett vágási hőmérséklet miatt a szerszám élettartama meghosszabbodik, mivel kevesebb kopás lép fel. A kisebb hőmérséklet megakadályozza a szerszám élének gyors elhasználódását.

A kenőanyagok alkalmazása csökkenti a súrlódást a szerszám és a munkadarab között, ami kisebb forgácsoló erőket eredményez. Ez nemcsak a szerszám terhelését csökkenti, hanem az energiafogyasztást is mérsékeli. Ezenkívül a kenés javítja a munkadarab felületének minőségét, mivel csökkenti a felületi érdességet, ami különösen fontos a precíziós megmunkálás során.

A hűtő-kenőanyagok segítenek a hő elvezetésében a vágási zónából, ami megakadályozza a munkadarab hőtorzulását, és hozzájárulnak a forgács eltávolításához is, amely megakadályozza a szerszám elakadását és a vágási zóna tisztaságát biztosítja. A megfelelő hűtő-kenőanyag kiválasztása és alkalmazása tehát jelentősen javítja a forgácsolási folyamat hatékonyságát, a szerszám élettartamát és a végtermék minőségét. Régi gépeknél a munkatérből a hűtő-kenő anyag kimossa a forgácsot, majd a forgácskihordó rendszerbe juttatja, ami kivezeti a gépből.

JÁNOS ÉS BANA [2007] kimutatták kutatásokkal, hogy adalékok kapcsán főként a poláris adalékok és a nyomásállóságot segítő „EP” -adalékok (klór, foszfor, kén) kémiai vegyületein alapulnak befolyásolják a fenti tulajdonságokat. [Derekas Lajos, 2016]

Tehát, növelik a kenési tulajdonságokat, csökkentik a súrlódást és kopást. A (8.ábra) szemlélteti a különböző hűtő/kenő folyadékok különböző típusainak hűtő és kenőhatás egymáshoz viszonyítva. Minél jobban nedvesít (emulziók), annál kisebb a kenő hatása, ami jobban ken, az pedig kevésbé nedvesít (olaj alapúak).



8.ábra Hűtő-kenő folyadékok típus szerinti hűtő és kenőhatás viszonya

Forrás: PINTÉR JÓZSEF [2018]

A következő táblázatokból (9.ábra) kivehető a MOL által gyártott hűtő-kenő folyadékok tulajdonságai. Szembetűnő, hogy a vízzel nem elegyíthetők lobbanáspontja 103-230 °C között mozog, ami szemmel láthatóan jóval kisebb a megmunkálandó fémek gyulladáspontjánál. Minél nagyobb a lobbanáspontja a segédanyagoknak, annál viszkózusabb is. A táblázat taglalja még, hogy milyen megmunkálási típushoz ill. milyen fém típushoz mely segédanyagot javasolja. A vízzel elegyíthető segédanyagoknál látszik, hogy némelyeknek így is nagy az ásványi olaj tartalmuk, akár 80% is, bár az is kimutatható, hogy nem egyenesen arányos a nagyobb ásványi olaj tartalom és a megmunkálás nehézsége.

VÍZZEL ELEGYÍTHETŐ FÉMMEGMUNKÁLÁSI SEGÉDANYAGOK														JELÖLÉS: ✓✓✓ kiváló ✓✓ jó ✓ alkalmazható									
Termék	Fémoldóanyag tartalom, %	Bor / Alapanyag tartalom	pH, 5-8%	Hűtőközlővel (15-20 °C / 60-70 °F)		Korrosziós faktor	TECHNOLÓGIÁK					Alumínium oldószerek	MEGEMELT ANYAGOK				Vízkezelési technika / gőzkezelés						
				Korrosziós / Fém / Fém	Esztergálás / Fém / Fém		Fűtési / Fém / Fém	Gőzkezelés	Márgolás	Munkafeltétel / Fém / Fém													
											Alumínium oldószerek		Alumínium oldószerek	Alumínium oldószerek	Alumínium oldószerek								
MOL EMOLIN BF 751	36	A	9,4	20,8	1,1	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓		✓✓✓				✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓				
MOL EMOLIN ABF 541	36	-	9,2	26,1	1	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓							
MOL Enolite 400	37	8/A	9,3	22,7	1,1	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓							
MOL Enolite 505	25	8/A	9,3	24,1	1,1	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓							
MOL Enolite 420	30	8/A	9,3	20,6	1,9	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓							
MOL Enolite 120	40	8/A	9,1	23,4	1,1	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓							
MOL Makrolit 300	77	A	9,4	24,6	0,9	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓							
MOL Makrolit 200	70	A	9,3	24,2	1	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓							
MOL Makrolit 100 Special	80	A	8,8	23,6	1	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓							
MOL Synoxal BMF 541	0	-	9,4	26,4	1,4	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓							
MOL Synoxal 250	0	B	9,3	18,1	1,7	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓							
MOL Synoxal 200	0	8/A	9,4	25,2	1,2	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓							
MOL Synoxal 100	0	A	8,5	21,4	2,5	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓							

VÍZZEL NEM ELEGYÍTHETŐ FÉMMEGMUNKÁLÁSI SEGÉDANYAGOK														JELÖLÉS: ✓✓✓ kiváló ✓✓ jó ✓ alkalmazható									
Termék	Vízkezelési kezelési kezelési	Lökési pont, °C	Működési nyomás, N	Működési nyomás, mm	150 HM / 100 MPa	Száraz kezelési	Hőszigetelési faktork	Fogóerősítési faktork	Fogóerősítési faktork	Fogóerősítési faktork	Fogóerősítési faktork	Fogóerősítési faktork	Fogóerősítési faktork	TECHNOLÓGIÁK									
														Alumínium szennyező	Alumínium szennyező	Alumínium szennyező	Alumínium szennyező	Alumínium szennyező	Alumínium szennyező	Alumínium szennyező	Alumínium szennyező	Alumínium szennyező	Alumínium szennyező
MOL Polimet EDM 3	2,3	103	n.a.	n.a.	n.a.	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓
MOL Polimet M 4	5,2	115	1400	0,66	n.a.	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓
MOL Polimet ME 4	5,4	115	3200	0,34	n.a.	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓
MOL Polimet ME 8	9,3	144	3000	0,4	n.a.	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓
MOL Polimet ME 12	11,9	175	1800	0,55	n.a.	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓
MOL Polimet ME 17	18	180	1700	0,5	n.a.	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓
MOL Polimet ME 20	19,5	200	3800	0,4	n.a.	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓
MOL Polimet ME 25	26	197	4500	0,4	n.a.	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓
MOL Polimet HM 32	32	200	1400	0,5	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓
MOL Polimet HM 46	46	210	n.a.	0,5	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓
MOL Polimet MQ 23 Bio	23	190	n.a.	n.a.	n.a.	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓
MOL Polimet ES 56	56,6	230	n.a.	n.a.	n.a.	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓
MOL Cut Vmax 16	16	180	4800	0,5	n.a.	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓
MOL Acticut ME 10	10	120	4200	0,5	n.a.	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓
MOL Acticut ME 15	15	120	6500	0,45	n.a.	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓
MOL Acticut ME 20	21,5	184	6500	0,35	n.a.	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓
MOL Acticut ME 25	26	170	7000	0,6	n.a.	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓
MOL Acticut ME 32	32	200	4000	0,5	n.a.	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓
MOL Acticut ME 37	37	200	4100	0,5	n.a.	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓

9.ábra MOL által gyártott hűtő-kenő folyadékok tulajdonságai
Forrás: MOL [2024]

KÁRI-HORVÁTH ATTILA [2009] doktori disszertáció keretein belül vizsgálta a hűtő-kenő folyadék lehetséges fejlesztési irányait gépész szemléletben.

„A forgácsolási hőmérsékletet olyan mértékben növeljük a forgácsoló sebesség növelésével, hogy a feltétlen felszakadási zónában a megmunkált anyag már kilágyult „olvadt” állapotban van.” [Kári-Horváth Attila, 2009]

„A nagyhőmérsékletű forgácsolásnál nem irányíthatatlan általános, hanem irányított lokalizált hűtést kell alkalmazni. Az ilyen jellegű hűtés pedig atom vagy molekula szinten valósítható meg” [Kári-Horváth Attila, 2009]

Szerinte a jövő a hűtő-kenőanyag mentes megmunkálás felé orientálódik.

Sokszor ötvözet függő a hűtőfolyadék típus, hogy mennyire minőségorientált, ár érzékeny az adott cég. Kívánt érdekesség, felületi minőség szintén meghatározza a hűtőfolyadék típusát. Amennyiben nem az adott anyaghoz-megmunkálási típushoz-késztermék kívánt minőséghez választják meg, az alkalmazott hűtő/kenő folyadékot, abból a nem várt kémiai reakciók okozhatnak káreseteket, nem csak a kész termék minőségére hathat ki negatívan.

Az emulziót hetente bevizsgálják, valamint negyedévente gyártói vizsgálat van. Kenőolajnál csak negyedéves gyártói vizsgálat készül. Lobbanáspontot nem mérnek. Baktériumok jelenlétét vizsgálják, gombaölő, habzágátló adalékanyagokat adnak a hűtőfolyadékhoz a vizsgálat alapján.

Amennyiben ezek túl burjánzanak szét tud esni a hűtőfolyadék szerkezete, nem úgy látja el feladatát, egészségre káros lesz KÁRI-HORVÁTH ATTILA [2009] disszertációjából vizsgálatai alapján.

Koncentráció mérés, pH mérés, Baktérium és gomba tartalom vizsgálat, Nitrit-, Nitrát ion vizsgálat szokott történni ezek elkerülése végett a gyárakban, meghatározott időközönként. Minden emulziónak van egy korróziós határértéke, ez ásványi bázisú emulzióknál 4% minimum.

Pl, az emulzió minőségét ronthatja még egy gyárban, ha gázüzemű targoncák vannak. A kiáramló égéstermék reakcióba léphet az emulzióval M. SZABOLCS [2018] tapasztalatai alapján.

2.3. Fémipari tüzesetek és elemzése

Fém tűz sajátosságai: A fém tüzek, különösen az alkálifémek és alkáliföldfémek égése, sajátos jellemzőkkel bírnak, amelyek megkülönböztetik őket más típusú tüzek égési mechanizmusaitól. Ezek a tüzek magas hőmérsékletűek és nagy intenzitásúak, mivel a fémek reakcióba lépnek az oxigénnel, gyakran vakító fény és gyors oxidáció kíséretében. A könnyűfémek és ötvözeteik 500 °C fölötti gyulladási hőmérséklettel bírnak, ha égnak 2000 °C feletti hőmérsékletet is generálnak. Egyes fémek, például a magnézium vagy az alumínium, heves reakcióval égnak, miközben oxidjaik keletkeznek. Különleges kihívás, hogy ezeket a tüzeket hagyományos oltóanyagokkal oltani nem ajánlott. Vízrel oltani sem, mivel vízzel érintkezve a fémek hidrogéngázt szabadíthatnak fel, ami robbanást idézhet elő. [KOVÁCS ZOLTÁN, 2010]

A lúgos és alkáliföldfémek, valamint a finom eloszlású vas, például vaspapor vagy acélgyapot, különösen hajlamosak az égésre. A finom alumíniumpor rendkívül reaktív, és levegővel érintkezve spontán meggyulladhat. Bizonyos körülmények között a titán és a cirkónium is meggyulladhat; a cirkónium tüzei különösen veszélyesek, mert rendkívül magas, akár 4000 °C-os hőmérsékletet érhetnek el, és az oltásuk kifejezetten nehéz. [VEDELEM, 2019/1]

A fémtüzek egyik legnagyobb veszélye, hogy magas hőmérsékleten a víz molekulái oxigénre és hidrogénre bomlanak, amely robbanásveszélyes durranógázt eredményez. Ezért a víz használata nem alkalmas oltóanyagként. A reakció intenzitása a hőmérséklettel arányosan növekszik; 1500 °C-on a víz már 0,2%-ban, 2000 °C-on 2%-ban, 2500 °C-on pedig 9%-ban bomlik. Ezek a hőmérsékletek nyílt fémtüzek esetén jellemzőek, ami rendkívüli óvatosságot követel az oltási munkálatok során. Nemcsak a víz, hanem más szokványos oltóanyagok is hatástalanok, például a szén-dioxid, mivel a fémek az abból felszabaduló oxigént felhasználva tovább táplálják az égést. Hasonlóan problémásak a habos oltók, amelyek víztartalma ugyancsak robbanásveszélyes reakciókat idézhet elő. Az ABC és BC oltóporok magas hőmérsékleten kémiaiilag kötött oxigént bocsátanak ki, amely szintén táplálja a tüzet, így szintén nem alkalmasak fémtüzek eloltására. A nitrogén jelenléte sem akadályozza az égést, mivel a könnyűfémek oxigénhiányos környezetben is képesek nitridek képződésével tovább égni. [VEDELEM, 2019/1]

A fémtüzek további speciális veszélyeket hordoznak. Az égés során keletkező mérgező és maró hatású égéstermékek súlyosan veszélyeztetik a környezetet és az emberi egészséget, miközben az extrém hőmérséklet miatt az oltási műveletek végrehajtása is rendkívül nehézkes lehet. Az

intenzív hőkibocsátás mellett az égés során felszabaduló erős fény és UV-sugárzás szemsérüléseket okozhat.

„A fémtüzek attól különlegesek, hogy az ilyen fémek oxigén nélkül is képesek égni. Ezért teljesen el kell zárni a levegőtől, de nem csak a levegőben lévő oxigéntől, hanem a levegőben lévő nitrogéntől is.” VEDELEM [2019/1]

Az ökol szabály szerint 1 kg égő fémhez körülbelül 2 kg oltóanyagra van szükség. A német szakirodalom szerint ez a mennyiség megfelelő tervezési alapot biztosít a fémtüzek oltására.

Bizonyítottan hatékony megoldások közé tartozik az argonoltó, amely nem lép reakcióba a könnyűfémekkel még magas hőmérsékleten sem. Ez különösen laboratóriumi alkalmazásokban elterjedt, például magnéziumot vagy lítiumot tartalmazó eszközöknél. Ezen kívül a „D” osztályú fémtűz oltóporral működő készülékek is hatékonyak. Az ilyen porok – például nátrium-klorid vagy kálium-klorid alapú anyagok – finom réteget képeznek a tűz fölött, elszigetelve azt az oxigéntől. Ezek a készülékek kisebb tüzek esetén különösen eredményesek, ha az oltóport közvetlenül a tűzre lehet juttatni. [VEDELEM, 2019/1]

Újabb fejlesztések is elérhetők, például a PyroBubbles, amely egy üreges üveggranulátum. Ez a forró fém felületén megolvad, és teljesen lefedi a tüzet, így megszünteti az égési folyamatot. Hasonlóan hatékony a Lith-X, egy D osztályú oltóanyag, amelyet elsősorban lítiumtüzekhez fejlesztettek ki, de alkalmazható más fémek, például magnézium, kálium, nátrium, cirkónium vagy titán tüzeinek oltására is. Különösen előnyös lítiumfém-akkumulátorok esetében, ahol a hagyományos oltóanyagok nem használhatók. [VEDELEM, 2019/1]

Végző esetben homok vagy cementpor is alkalmazható, ha más, megfelelőbb oltóanyag nem áll rendelkezésre. Ezek azonban csak vészhelyzeti megoldásként javasoltak, és hosszabb távon nem nyújtanak olyan hatékony védelmet, mint a speciálisan kifejlesztett anyagok. Az oltóanyag kiválasztását minden esetben alapos kockázatelemzés alapján kell meghatározni. [VEDELEM, 2019/1]

2.3.1.Fémipari ismert tüzeset és tűzveszély esetpéldák

Sajnos a fémipari megmunkálásokkal kapcsolatos tüzesetekről kevés hozzáférhető dokumentáció létezik. A képzés által előírt kötelező szakmai gyakorlatom alatt szerzett saját tapasztalatok során azt tapasztaltam, hogy a legtöbb tüzeset nem kerül nyilvánosságra, ill. a katasztrófavédelemig sem kerül el az eset, habár elég gyakoriak. Ezért leginkább **saját és szakmai körökben ismert tüzesetek tapasztalatát** gyűjtöttem össze remélve, hitelesebb képet adhatok a problémákról, esettípusokról.

Különösen veszélyes, mikor hűtő/kenő folyadék helyett denaturált szeszt alkalmaznak megmunkáláshoz. Egy dörzsárazási folyamat során tilos a gép mellett dohányozni, mégis előfordul kisebb üzemekben. Sima emulzió mellett élrátét és anyagfelrakódás képződne, ami által nem lesz éles a szerszám, lehetetlen lenne az elvárt 0,01 mm-es méretpontosságot tartani, selejt anyaghoz vezetne. A furat kialakítása a denaturált szesz által szebb felületű, fényes lesz.

Edzett acél forgácsolási megmunkálása során, mely kerámia vagy gyémánt lapkával történik, izzó, folyó forgács képződik, ami tűzveszélyes, mivel a hűtő folyadék lobbanáspontja kisebb az izzó, folyó forgácsénál ill. kis mennyiségű hűtés jut a szerszámcúcson keresztül vagy irányított hűtés által a fémre.

Előfordul, hogy a megmunkáló gép burkolat nélküli, a hűtő/kenő folyadék így megmunkálás alatt szétfröcsög a gép körül, rágcsálók beköltöznek a kapcsolószekrénybe és egy zárlat során tűz keletkezhet. További veszélyforrás, több helyen fa padozat, amin áll a munkás, ami átázik olajjal.

Eszterga gép nyitott villamos szekrényébe olajgőz csapódott le, az ablakon beszálló nyárfa szálló pihéi oda kerültek. A lerakódott olaj és nyárfapihe meggyulladt, a tűz hatására az esztergagép leégett.

A megmunkálás során és hűtőből elpárolgó olajgőz felhalmozódik a munkatérben, a tetőlemezről csepeg vissza a munkaterületre. Van híddaru is az üzemben, annak pályáján vastagon kiülve az olaj szennyeződés ez által, ami hatására nem működik a darufék, mert nincs tapadás már, ami életveszélyes állapothoz vezethet. Az elektromos és gázos fűtéstesteken szintén felgyülemlik az olajgőz lecsapódás, abba a fákról szálló pehely beletapadnak, ennek következtében leég.

A megmunkáló gép trepni lemezzel van körbe fedve (9. ábraán), a gép maga süllyesztett ágyba szerelt, így a hűtő/kenő folyadék összegyűlik a lemez alatt, amibe kábelek is feküdnek. Nem kívánatos rágcásalók esetlegesen oda hordják még papír, ruhadarabot, megrágja a kábelt.



9. ábra hosszeszterga egy fémmegmunkáló üzemben

forrás: saját kép

Keréktermék polírozó begyulladt, a por és az elszívó átvitte a másik kabinba a tüzet. Nem fémpor, hanem a rongykorong ahogy kopik olyan mint a porcica de ha nincs megfelelő kenése a korongnak akkor fel izzik, majd begyullad. Keveredik a gőzökkel és lerakódik.

Hosszeszterga gépekhez, ha nem kifejezetten titán megmunkálására veszi meg a cég, csak opcionális felszereltség az automata tűzoltórendszer. Jellemzően rozsdamentes anyagokból gyártott alkatrészek gyártásánál a hűtőfolyadék olaj. A gép kisebb nyomású hűtőrendszere 20 bar. A megfogásról f25 típusú patronok gondoskodtak, ami ± 0.1 mm-t enged a patron méretéhez képest. Egy prototípus gyártásnál az új gyártmány külső átmérője 11,3 mm. Persze csak 11-es és 12-es patron volt kéznél. 10 darabot kellett gyártani. A kilencedik darabnál a patronban megfordult az anyag, a lapka ennek hatására elpattant. Az olajgőz belobbant és 1-2 másodperc alatt az egész munkatér égett. A tűz néhány pneumatikus csövet olvasztott meg, de az, hogy eloltotta egy munkás a tüzet (poroltóval, csak ez volt a műhelyben) tönkre tett kb. 400 liter olajat és napokig kellett takarítani, hogy a finom por ne okozzon károkat a gépben a további használat során. Tulajdonképp nagyobb kár keletkezett azzal, azzal, hogy eloltották a

tüzet, mint maga, amit a tűz csinált. Persze ha nem oltják el és begyullad a gépben lévő összes olaj akkor kiég a gép és talán a gyár is.

Huzalszikraforgácsoló gépen durranógáz képződik, és ha a fröcskölésgátló szoknya fent van a felső fejen, és már csak simít (nincsen nagy, mindent kiöblítő vízcsobogás), akkor azalatt meggyúló gáz időnként durran egyet.

Tömbszikraforgácsolás petróleum alapú folyadékban történik, azokon a gépeken elvileg van automata tűzoltó készülék is. Ott figyelni kell, hogy legyen bőven olajsint a szikrázó munkadarab felett (ne a gőzök közelében szikrázzon), illetve rendesen működjön a dielektrikum hűtője, hogy ne melegedjen nagyon fel. Újabb gépek nyomnak egy STOP-ot, ha túl meleg lesz, hogy a baj el legyen kerülve, mert ezeket a gépeket egyedül lehet hagyni dolgozni

Hosszlyukfúró horizontot megmunkáló központon gyenge minőségű vágóolaj begyulladt egy kopott keményfém fúró használata közben (d14x40 M16 menetalap) gyártásnál.

Öntödénél az elszívóban lerakódott por gyulladt be.

A köszörű gépeknél a köszörű por vagy iszap levegőtől elzárva ön gyullad. Rengeteg tűz van ilyenből. A köszörű iszapnál meg a köszörű porban elengedhetetlenül levő emulzió olaja tud öngyulladni. Rengeteg köszörű poros konténer gyulladt már ki ilyen miatt az oltása is szinte lehetetlen.

Nem "keményesztergálásnál" a lejövő forgács izzik. Maga a forgács rendkívül vékony. Miután kicsit lehűlt, madárfészek szerűen összegyűlik. Mikor elég nagy ez a kupac, a leérkező izzó forgács be tudja gyújtani, és hosszú másodpercekig ég, izzik, szikrázik.



10. ábra Kemény esztergálás során keletkező fokozott mennyiségű szikra és izzó forgács képződik

forrás: <https://www.youtube.com/watch?v=KCtEGfIfoQA>

Kereső: www.google.hu

Kulcsszavak: kemény esztergálás

Letöltés:2024.12.11

CNC vezérelt hosszesztergán, olaj alapú hűtő/kenő folyadék használata mellett saválló anyag megmunkálásánál főleg X10CrNiS18 9 minőségű anyagnál (az előírás, de X8CrNiS18 9 amit használnak, az X utáni szám a szénttartalomra vonatkozik) folyamatos tűzesetek következnek be, a gép zárt, CO oltó van benne, de van, hogy elszívóba terjed a tűz. Lángérzékelő van a gépbe.

Lézermegmunkáló (hegesztő) esetében a hegesztéskor keletkezett szikrát beszívta az elszívó berendezés, ez begyűjtotta a szűrőbetétet. Az elszívóba később csináltatott fém szikrafogó háló óta nem történt új tűzeset.

Motorjárató kabinnál a motor nehezen indult el, benzingőzzel telítődött az elszívó berendezés, és járatás közben ez a benzingőz berobbant, majd begyulladt tőle a kipufogógáz elszívó légcsatorna oldalán lerakódott, járatás során keletkezett égéstermék. Itt, mivel a motor volt a „hibás”, csak a légcsatorna sűrűbb takarítását lehetett megkövetelni, hogy ne legyen lerakódott égéstermék a kipufogógáz elszívó vezetéken.

Szerszámtörés okozta tűzeset vagy kikönyököl a hajtókar a motorblokk oldalán, abból adódó tűzeset. Eset leírása: főtengely megmunkálásánál külső átmérősimításkor a simítószerszám

elkopik, nagy elvesztésnél szikrázik a szerszám, a szikramennyiség olyan mértékű, hogy bejelez rá a lángérzékelő és beolt az automata oltórendszer, konkrét tűz hiányában is.

Sok tüzeset emberi mulasztás vagy a védelem kiiktatásából adódik a tűz.

Jelzőrendszer lefedés, felülvizsgálatok idejének eltolása, darabszám orientált gyártás megy, amibe sokszor nem fér bele a minőség, biztonság.

Alu felni fényezésnél, ha nincs paszta használva, felizzik. Fényező paszta + porcica meggyullad. 1 órát csúszott az előírt időnkénti takarítás, ezért tűz keletkezett. A polírozó füstjelzője jelzett, de az elszívót nem állítja le jelzésnél automatikusan, így az átvitte a tüzet további helyiségbe.

2.3.2.Fémipari tüzesetek példák világszerte

Magyarország Budaörs 2016. március 30-án **fém ipari tevékenységet** végző cég egy 10 m² méretű helyiségében csaptak fel a lángok. Az ott tartózkodók megkezdték az oltást. Majd a kiérkező katasztrófa védelmi alkalmazottak és az önkéntes tűzoltók eloltották a tüzet. Anyagikár keletkezett, mely a 10.ábrán jól látszik, de személyisérülést a tűz nem okozott.



10. ábra

Forrás: <https://www.budaorsiinfo.hu/blog/2016/03/30/tuz-utott-ki-a-gyar-utcaban-budaorson/>

Kereső: www.google.hu

Kulcsszavak: tűz, gyár utca, Budaörs

Letöltés:2024.12.03

Németország Berlin 2024. május 04-én **Fém technológiai gyárban ütött ki tűz**. Veszélyes gázok kerültek a légkörbe a tűzzel, de mindegyik mérés szerint biztonságos határérték alatt maradtak. A **tűz többször is újra gyulladt** az oltás emiatt elhúzódott. Három emeletes **épület összeomlott**, ami a 11. ábrán, a helyszínen készült fotón is látható.



11. ábra

Forrás: https://www.t-online.de/region/berlin/id_100399736/brand-in-lichterfelde-wie-gross-war-die-gefahr-wirklich-schadstoffmessung.html

Kereső: www.google.hu

Kulcsszavak: tűzoltóság, Berlin

Letöltés: 2024.12.03

Németország Augsburg Lechhausen kerület 2023. szeptember 13 -án A helyszínen **ipari épületben** csaptak fel a lángok az esti órákban. Egy **CNC gép égett** teljes terjedelmében füsttel megtöltve a csarnok szerű épületet. Az épületet mindenki elhagyta viszont az oltást végző egységek dolgát **nehezítette a gép csöveiben lerakódó parázs** amit hőkamerával kellett megkeresni.

Forrás: https://www.augsburg.de/aktuelles-aus-der-stadt/detail/cnc-maschine-faengt-feuer?fbclid=IwZXh0bgNhZW0CMTEAAAR05AZpb36jcn0q8F1Oz0t2VTejaiZ8HMcFQUT3t9xarAOjen5eBnEeJs8Q_aem_AasVjC_j7LjUlu3Tl0goK0PVUbb6CC1Kggfc0pbUQiukDegDQmHgUaSgReJHobtzWV4N0CP71BBIrK-jXHvziwb3

Kereső: www.google.hu

Kulcsszavak: Hivatásos, tűzoltóság, CNC, kigyullad

Letöltés: 2024.12.03

Oroszország Jekatyerinburg 2024. április 2 -án Uralmaszavod **gyárban keletkezett tűz** (12. ábra), ami **4500 m² re terjedt szét**. Szemtanuk szerint egy **robbanás indíthatta a tüzet**, amit kicsivel a tűz észlelése előtt halottak. A gyárban többségben **bányászati felszereléseket gyártottak** de voltak oxigén és propánpalackok is. A tűz egy transzformátorgyártó műhelyt is érintett a telepen belül ahol nagy mennyiségű olaj volt. A 12.ábra az oltás közbeni állapotot szemlélteti már valószínűleg.



12.ábra

Forrás: <https://podiji.karpat.in.ua/?p=152536&lang=hu>

https://maszol.ro/kulfold/Egy-nap-alatt-ket-orosz-gyarban-tort-ki-tuzvesz#google_vignette

Kereső: www.google.hu

Kulcsszavak: Jekatyerinburg, tűz

Letöltés:2024.12.03

Kína Shandong tartomány 2024. április 23-án (13.ábra) Qingdao Haihao Innovation **Technology gyárában keletkezett tűz** nagy területet érintettek a lángok amelyek a tetőszerkezetet is elérték nagyméretű anyagi kárt okozva.



13.ábra

Forrás: https://m.sohu.com/a/774173142_121123525/?pvid=000115_3w_a

Kereső: www.google.hu

Kulcsszavak: Shandong, Qingdao Haihao Innovation Technology Co., füst

Letöltés: 2024.12.03

Tajvan Changhua megye Lukang 2024.január 28-án egy **fémfeldolgozó üzemben** tört ki tűz majd terjedt szét az üzem teljes területén. A tűz során a **tűzoltóknak vissza kellett vonulni** oltás közben **saját biztonságuk érdekében** (14.ábra). A gyár vezetője könnyen sérült, de kijutott magától elmondása szerint **fa és egyéb gyúlékony anyagok közelében** gyulladt ki egy **gép**.



14.ábra

Forrás: <https://news.ltn.com.tw/news/society/breakingnews/4565307>

Kereső: www.google.hu

Kulcsszavak: Zhangbin, fémfeldolgozó, égett, tűzoltók, visszavonultak

Letöltés:2024.12.03

Tajvan Új-Tajpej Wugu kerület 2024. január 2 -án **Fémipari gyárban** kora reggel tűz keletkezett. A füst hatalmas volt ami már majdnem egy közeli autópálya forgalmát is megzavarta. Ez is mutatja hogy a tűz és az általa okozott kár is szignifikáns volt. Kettő környező gyárat is érintett a tűz míg az **ónlemez gyár** ahonnan a tűz indult nagyrészt **használatatlanná vált vagy megsemmisült**. A raktáron tárolt termékek használhatatlanok lettek. A tűz által 1222 m² érintett terület volt. 15. ábrán látható a helyszíni felvétel oltás közben.



15.ábra

Forrás:

<https://tw.news.yahoo.com/%E9%87%91%E5%B1%AC%E5%B7%A5%E5%BB%A0%E5%8D%8A%E5%A4%9C%E8%B5%B7%E7%81%AB-%E6%AF%803%E5%BB%A0-%E6%96%B0%E5%B9%B4%E7%84%A1%E6%B3%95%E9%96%8B%E5%B7%A5-062518322.html?guccounter=1>

Kereső: www.google.hu

Kulcsszavak: tűz, új év , wugu, Új Tajpej, első munkanap, fémgyár

Letöltés:2024.12.03

A 2022. július 24-én **tűz** ütött ki a **kertai hulladékhasznosító üzemben**. 16 ábra mutatja a tomboló, kiterjedt tüzet. A katasztrófavédelem munkájukat 2 erőgép is segítette. **1 nappal később sikerült az izzást megszüntetni csak a kint lévő egységeknek 15 járművel jelen lévő egységeknek**. A környező lakókat el kellett zárkóztatni. Az oltást **6 oldalról végezték vízsugárral és kézi szerszámokat** is használtak segítség képpen.



16.ábra ; INFOPAPPA, Szalók Zsolt[2022]

Ez az eset is bizonyítja a fémtűzek veszélyességét, nehezen olthatóságát. A vízsugár nem a legmegfelelőbb fémtűzeknél, itt is mutatja az eltelet idő a tűz keletkezése és eloltása között.

2.3.3.Fémipari tűzesetek szakmai irodalom elemzése:

Egy **Németországi cikkben** kezdenek el foglalkozni az általam felvetett fémmegmunkálásból adódó tűzveszélyességgel és fémtűzek esetén használatos oltóanyagok hatékonyságát. A cikkben felhívják az olvasó figyelmét, hogy egy ideig nem vették komolyan a veszélyeket, de a sok tüzeset, melynek egy része a motorgyártásnál adódott, előtérbe helyezte a fémtűzek valós veszélyességét, hogy foglalkozni kell a megelőzéssel ezen területeken.

Kiemeli a könnyű fémek (melyek 2000 °C-on is éghetnek) különösen veszélyes típusait: lítium, magnézium, alumínium, ötvözetek színes fémeknél. A heigh-tech fémek is tűzveszélyesnek bizonyultak, többek között titán és cirkónium is. SIFA-SIBE, [2018]

CNC gépek beépített oltórendszerének pár gyártója és elveik: Amerikában NFPA (National Fire Protection Association) szabályozásokat találtam, amelyek az épületek általános tűzvédelmére, beleértve a sprinkler rendszereket és tűzjelzőket, vonatkoznak. A fémmegmunkáló ill. CNC gépek tűzvédelmét inkább egyedi megoldásokkal javasolja megoldani, mint például automatikus tűzoltó rendszerekkel, mellyel a (Firetrace) Firetrace International kezdett el foglalkozni, mely Amerikában és Indiában egyaránt székel. CNC gépek védelmére a közvetett kioldórendszereket ajánl a cég. A Firetrace rendszer kiépíthető ABC porral oltóval, CO2 oltóval, kemikáliákkal, Novec 1230 és FM 200 oltókkal. Utolsó kettő a halonok kivezetésének eredménye, melyek ózonlebontó potenciálja 1 illetve nulla. Az FM-200

és más fluorozott szénhidrogének a tűzbiztonsági alkalmazásban csak a teljes globális felmelegedési potenciál 0,02%-át adják ki.

(1994-ig előszeretettel használták a halonokat tűzoltásra, mivel hatékonyan elnyomja a tüzet, nem igényel tisztítást, és alacsony toxicitású az emberekre és a vadon élő állatokra. Rájöttek, hogy magas ózonlebontási potenciállal (ODP) rendelkezik a halon, mely klór-fluor-szénhidrogén (CFC) vegyület. Mellesleg magas globális felmelegedési potenciállal (GWP) rendelkezik. A halon és más CFC-k a Föld ózonrétegére gyakorolt negatív hatásuk miatt a környezetvédelmi előírások célpontjaivá váltak, amelyek miatt korlátozták a felhasználásukat. FIRETECH [2024]

(Hazánkban is csak engedéllyel használható halon, mint oltó gáz!))

A vízköddel oltót nem találja megfelelőnek a FIRETECH [2024] a célra, mivel adalékokat tartalmaz a vízköd anyaga, amely maró hatású vagy mérgező is lehet.

Ezek a szerek maradványokat hagynak maguk után, és egyéb károkat is okozhatnak az érzékeny eszközökben emiatt is inkább Clean Agent (tisztá anyagú) oltást ajánl, mely mérgező vagy káros/kártékony anyag mentes.

A 3M™ Novec™ 1230 tűzvédelmi folyadék lobbanáspontja 49 °C, mely fémtüzeknél véleményem szerint nagyon alacsony. „2023. január 13-i hatállyal a 3M már nem nyújtja a 3M™ Blue SkySM garanciát a 3M™ Novec™ 1230 tűzvédelmi folyadékot használó tűzoltó rendszerek vásárlói számára”. FIRETECH [2024]

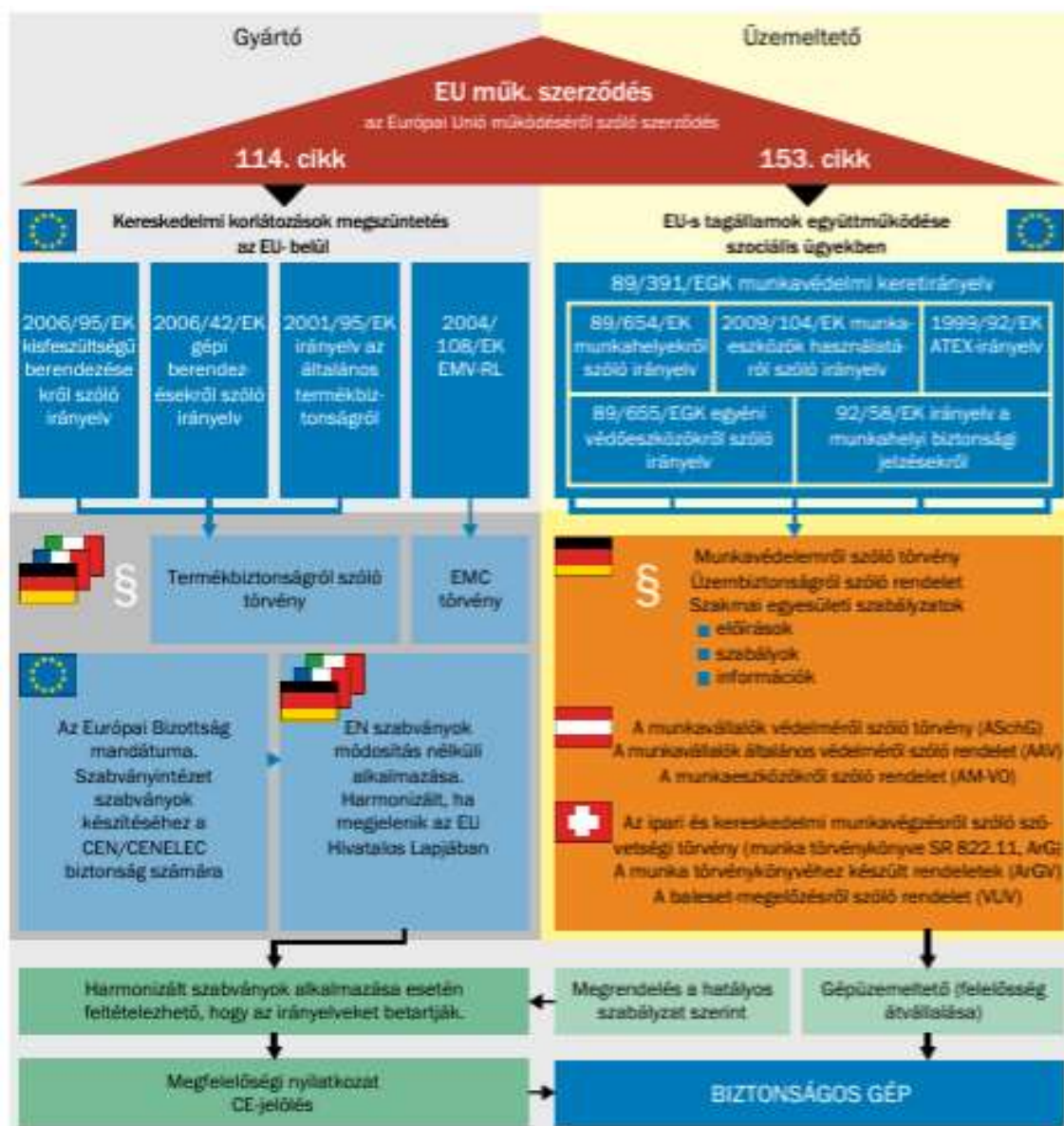
Stat-X egy kondenzált aeroszolos oltórendszer, mely a CNC gépekbe beépíthető, hőérzékelő jelzésére exotherm oxidációval aeroszolt hoz létre, lágy szuszpenzával tölti meg a gép belsejét anélkül, hogy túlnyomásos tér alakulna ki. A Kálium gyökök keverednek a szabadgyökökkel, így megakadályozzák a tűz láncreakció fenttartását, elfolytódik a tűz. Kínai Nemzetközi Tűzvédelmi Berendezések és Technológiai Konferencián és Expón a pekingi Kínai Nemzetközi Kiállítási Központban is kiállított a Stat-x forgalmazója a SoonTeam. STATX [2024]

2.4 Jogi háttér

Országos Tűzvédelmi Szabályzatról szóló 54/2014 (XII. 5.) BM rendelet nincs összhangban a fémmegmunkáló ipari helyiségek kockázati besorolása és gyakori tüzesetek ténye ill. nem egyenesen arányos a munkadarabok, hűtőfolyadékok tűzveszélyességével.

[OTSZ] ír a robbanásveszélyes terek kialakítási követelményeiről, de nem tér ki a gépiesítés veszélyeire/kezelésére, csak építészeti követelményeket ad, mint pl.: hasadó-nyíló felület létesítése, a szabványok pedig nem konkretizálják a megelőző tevékenységeket. Nincs összhangban a fémmegmunkáló ipari helyiségek kockázati besorolása és gyakori tüzesetek ténye ill. nem egyenesen arányos a munkadarabok, hűtőfolyadékok tűzveszélyességével.

Az Európai Parlament és a Tanács 2023/1230 RENDELETE (2023. június 14.) hatályon kívül helyezte a gépekről szóló 2006/42/EK európai parlamenti és tanácsi irányelvet, valamint a 73/361/EGK tanácsi irányelvet, mivel felismerték, hogy javításra szorul, ill. szabványokat akarnak hozzárendelni. [EURÓPAI PARLAMENT ÉS TANÁCS, 2023]



7.ábra Biztonságos gépek kialakításának nemzetközi szabályozásának elvi bemutatása

forrás: SICK [2024]

A 17. ábra bemutatja az elvét a gépek kialakításának nemzetközi szabályozásának elvét gyártói és üzemeltető oldalról, hogyan juthatunk el a biztonságos gépig.

A fémmegmunkáláshoz köthető szabványok, jogszabályok általánosságban kockázatértékelésre helyezik a szükséges tűzvédelmi óvintézkedéseket, azonban itt felmerül a kockázatok kockázatának kockázata problémakör mely témával „Dr. Szegő József: Kockázat alapú megkülönböztetés alkalmazása, NAH, [2018] konferencia előadása foglalkozott”. Szerinte *„ahol harmadik fél tanúsítványt használnak javasolható lenne, hogy ez az IAF MLA aláírója által akkreditált tanúsító szervezetek közreműködésével történjen.”*

COM (2017) 795 EU bizottsági rendelet általános kockázatkezelési keretrendszert biztosít az „unios piacra belépő” termékekre, amely minden munkakörnyezetben, beleértve a CNC gépekkel végzett munkát is, alkalmazható, mely „feltétele a 765/2008 EK rendelet szerinti akkreditálás is. *„A tagállamok dönthetnek úgy, hogy az említett értékelést és felügyeletet egy, a 765/2008/EK rendelet szerinti nemzeti akkreditáló testület végzi el annak rendelkezéseivel összhangban”* [Szegő József] megállapította (pl.): *„Elfogadott módszertant alkalmaznak, az azonosított kockázatok aránya 50% körül volt, nincs külön személy, aki a kockázatkezelési eszközök és módszertanokért felelős. A legfontosabb akadályok a következők: 1. A globális közös megértés hiánya 2. A releváns kockázati tényezőkre vonatkozó adatok hiánya 3. Kockázatok azonosítása (ISO 14001, 13485-14971, 50001)”*

Véleményem szerint túl sok a kockázati tényező, a kockázatértékelés elvén, ami nagyban rossz irányban befolyásolhatja ezen értékeléseket. Jelen fémmegmunkáló gépek esetében pl.: a szemle alatt nem ismerik fel a veszélyforrásokat, mert éppen kisebb fordulatszámokon dolgozik a gép, akkora elvégzik a szükséges takarításokat, esetleges laborméréshez nem szabványosan veszik le a mintát, éppen más típusú ötvözetet munkál meg, a hűtőfolyadék más arányban van bekeverve... stb.

Dr. Szegő József fejlesztésre vonatkozó javaslatai az alábbiak: *„A terméktanúsítás mintatervének kidolgozása. A kockázat-azonosítás elvégzése, nem megfelelő rendszer tanúsítás esetén. Különleges kockázatok azonosítása a CE jelölési eljárás során. A kockázat-azonosítás helyességének ellenőrzése a megfelelőségértékelési eljárásokban (a műszaki dokumentációban).”*

2.5 Vonatkozó szabályok

Ipari fémmegmunkáló gépek létesítéséről tűzvédelmi szempontból (lokális oltás) nincs szabályozás. Magyarországon sem és külföldön sem találtam szabályozást.

Az ISO 19353:2019 szabvány egy fontos nemzetközi iránymutatás, amely kifejezetten a tűzvédelmi intézkedésekre vonatkozik ipari gépeken, beleértve a CNC gépeket is. 2024 áprilisban adták ki magyar nyelven MSZ EN ISO 19353 Gépek biztonsága néven. Ez a szabvány részletesen foglalkozik a tűzvédelmi rendszerek kialakításával és karbantartásával, hogy minimalizálja a tűzveszélyt és biztosítsa a gépek biztonságos működését.

Ez a szabvány az alábbi főbb témákkal foglalkozik: módszereket ír elő a tűzveszély azonosítása és kockázatértékelésre. Ez magában foglalja a potenciális gyújtóforrások, éghető anyagok, tűzforrások azonosítását. A szabvány kitér a védelmi intézkedésekre is, alapvető koncepciókat és módszereket biztosít a tűzvédelmi intézkedések megtervezéséhez és kivitelezéséhez. Ezek az intézkedések technikai, szerkezeti és szervezeti jellegűek lehetnek. Például a gépek tervezése során figyelembe kell venni az anyagok tűzállóságát, a tűzterjedés megakadályozását, valamint a megfelelő tűzoltó rendszerek integrálását. A szabvány részletezi a tűzvédelmi rendszerek, például tűzjelzők és tűzoltó berendezések kiválasztásának és osztályozásának lehetőségeit. Használati utasítást és karbantartást is megemlít, az üzemeltetők számára készült utasítások tartalmazzák a tűzvédelmi intézkedések használatát és karbantartását, valamint az esetleges tűz esetén követendő eljárásokat. Az ISO 19353:2019 harmonizált szabványként szolgál az Európai Unióban a Gépirányelv (2006/42/EC) keretében is. [MSZT, 2024]

2006/42/EC gépi berendezésekről szóló új gépdirektíva Európai Parlament és a Tanács irányelve, mely az EK összes tagállamában alkalmazandó. Az irányelv előírja, hogy a gépeket úgy kell tervezni és gyártani, hogy minimalizálják a tűzveszélyt és az égésből származó kockázatokat. Kitér a tűzveszélyek csökkentésére, oly módon, hogy tervezendő a gép, hogy a lehető legkevesebb tűzveszély álljon fenn a használt anyagok, energiaforrások és üzemeltetési környezet kapcsán egyaránt. Csak olyan anyagokat enged használni, amelyek nem gyulladnak könnyen, és amelyek megfelelő tűzállósági tulajdonságokkal rendelkeznek. A gépeket tűzérzékelő és -oltó rendszerekkel javasol felszerelni, amelyek gyorsan és hatékonyan képesek kezelni a tűzveszélyt, ez magában foglalja az automatikus oltórendszerek integrálását, ahol szükséges. Kitér még használati útmutatókat és biztonsági figyelmeztetéseket, amelyek

tájékoztatják a felhasználókat a tűzvédelmi óvintézkedésekről és a tüzeset esetén követendő eljárásokról, amiket a munkagépekhez mellékelni javasol. [SICK, 2024]

2006/42/EK (2006. május 17.) 95/16/EK irányelv módosítás 1.5.6 pontja kimondja:

„A gépet úgy kell megtervezni és gyártani, hogy elkerülhető legyen a maga a gép által vagy a gép által felhasznált vagy termelt gázok, folyadékok, por, gőzök vagy egyéb anyagok által okozott minden tűz- vagy túlmelegedés-veszély.”

3.5.2 pontja:

„A gyártó által előrelátott veszélyektől függően, ha mérete engedi, a gépet úgy kell kialakítani, hogy: könnyen hozzáférhető tűzoltó készülékeket szereljenek fel rá, vagy beépített tűzoltó berendezésekkel legyen felszerelve,” [EUR-LEX.EUROPA, 2024]

MSZ EN 12779:2005 szabvány A szabvány a helyhez kötött telepített elszívó berendezésekre vonatkozik, amelyek fa, és lakkozott, vagy műanyaggal bevont fa megmunkálásakor keletkező port és forgácsot szívják el, választják le, és tárolják. Vonatkozik az elszívó ventilátorra, a csővezetékre, a ciklonra, a szűrőkre és a gyűjtőberendezésekre, így pl. a silókra is, azonban a silók kihordó (kitároló) berendezései nélkül. Az elszívó teljesítmény 6.000 m³ /h fölötti. [VEDELEM, 2024]

MSz 379:1982. Tűz- és robbanásveszélyes vegyi anyagok jellemzői

MSz-EN 50014-50058-ig A robbanásveszélyes térségekben használható gyártmányok

Robbanás Elleni Védelem TVMI

MSZ EN 1127-1:2012 szabvány (Robbanóképes közegek. Robbanásmegelőzés és robbanásvédelem. 1. rész: Alapelvek és módszertan)

MSZ EN 60079-10-2:2015 szabvány (Robbanóképes közegek. 10-2: rész: Térségek osztályozása. Robbanóképes poros közegek)

MSZ EN 60079-5:2015 szabvány (Robbanóképes közegek. 5. rész: Készülékek védelme kvarchomoktöltéssel „q”)

MSZ EN 13237:2013 szabvány (Potenciális robbanásveszélyes közegek. A potenciális robbanásveszélyes közegekben való használatra tervezett berendezések és védelmi rendszerek szakkifejezései és meghatározásuk)

MSZ EN 14491:2013 szabvány (Szellőzőnyílásos porrobbanás-védelmi rendszerek)

MSZ EN 14797:2007 szabvány (Robbanásvédelmi szellőztetőeszközök)

1907/2006/EK rendelet módosításáról szóló, 2008. december 16-i 1272/2008/EK európai parlamenti és tanácsi rendelet (a továbbiakban: CLP rendelet)

[MSZT, 2024]

Kenőfolyadékokra vonatkozó szabványos és laboratóriumi vizsgálatok: Ásványolaj termékek vizsgálatára az alábbi lehetséges laborvizsgálatokat ismerhetjük

*„A **lobbanáspont**érték nagy illékonyságú anyag(ok) jelenlétét jelezheti kevésbé illékony vagy nem gyúlékony anyagokban, és a lobbanáspont-vizsgálat előzetes lépés lehet az ismeretlen anyagok összetételének további vizsgálataihoz. A lobbanáspontértékek a készülék kialakításától, a használt készülék állapotától és a végzett üzemeltetési eljárástól függenek. Ezért a lobbanáspont csak szabványos vizsgálati módszerrel definiálható, és nem garantálható általános érvényű összefüggés a különböző vizsgálati módszerekkel, vagy az előírttól eltérő vizsgálókészülékkel kapott eredmények között.”*

MSZ EN ISO 12937:2001 Ásványolajtermékek. A víztartalom meghatározása. Karl Fischer szerinti coulometriás titrálási módszer (ISO 12937:2000)

„A 390 °C alatti forráspontú ásványolajtermékekben lévő víz közvetlen meghatározási módszerét írja le. 0,003% (m/m) – 0,100% (m/m) tartományban alkalmazható. Nem alkalmazható ketonokat tartalmazó termékek, valamint maradék fűtőolajok esetében.”

MSZ EN ISO 2592:2018 ásványolajtermékek lobbanás és gyulladáspontjának meghatározása Cleveland szerinti módszerrel

MSZ EN ISO 2719:2016 A lobbanáspont meghatározása. Pensky–Martens zárt tégelyes módszer (ISO 2719:2016)

„három eljárást (A, B, C) ír le az éghető folyadékok, a szuszpendált szilárd anyagokat tartalmazó folyadékok, a felületi filmképződésre hajlamos folyadékok, a biodízelek és más 40 °C – 370 °C hőmérséklet-tartományú folyadékok lobbanáspontjának meghatározására a speciális Pensky–Martens készülékkel”

MSZ EN 13016-1:2018 Folyékony ásványolajtermékek. Göznyomás. 1. rész: A levegővel telített göznyomás (ASVP) és a számított szárazgőznyomás-egyenérték (DVPE) meghatározása

„a levegővel telített, illékony, kis viszkozitású ásványolajtermékek, komponensek, legfeljebb 85% (V/V) etanoltartalmú elegyek és alapanyagok vákuumban kifejtett, levegővel telített göznyomásának (ASVP) (teljes göznyomás) meghatározására ír elő módszert. A szárazgőznyomás-egyenérték (DVPE) a levegőt tartalmazó göznyomás (ASVP) méréséből számítható”

MSZ EN 16576:2015 Gépjármű-hajtóanyagok. A dízelgázolaj mangán- és vastartalmának meghatározása. Induktív csatolású plazmagerjesztésű optikai emissziós spektrometriás (ICP-OES) módszer

„olyan módszert ír le, amely alkalmas a dízelgázolajok – beleértve azokat is, amelyek legfeljebb kb. 10% (V/V) zsírsav-metil-észtert (FAME) tartalmaznak – mangán- és vastartalmának induktív csatolású plazmagerjesztésű optikai emissziós spektrometrián (ICP-OES) alapuló meghatározására kb. 0,5 mg/l – 7,0 mg/l tartományban”

[CZÍMER GÁBORNÉ, 2019]

MSZ 14800-16 [1992] szabvány Tűzállósági vizsgálatok. Szilárd anyagok gyulladási hőmérsékletének meghatározása

[KEREKES ZSUZSANNA, 2019]

Európán kívül is léteznek szabványok és előírások a gépek tűzvédelmére. Az alábbiakban néhány jelentős nemzetközi szabványt és előírást sorolok fel:

ISO 19353:2019 nemzetközi szabvány a gépek tüzmegelezésével és védelmével foglalkozik. Útmutatást nyújt a gépek tervezésére, gyártására és használatára vonatkozóan, hogy csökkentsék a tűzveszélyt.

ISO 13849-1 és ISO 13849-2 nemzetközi szabványok a gépek biztonsági részeinek tervezésére és értékelésére vonatkoznak, beleértve a tűzvédelmi rendszereket is.

ASTM E1354 nemzetközi szabvány: Az anyagok éghetőségének és tűzveszélyének vizsgálatára szolgáló szabvány

ASTM D92 és ASTM D93 nemzetközi szabványok: A lobbanáspont mérésére szolgáló szabványok, amelyek közvetlenül kapcsolódnak a tűzvédelmi előírások.

EN ISO 14121-1: Gépek biztonsága Kockázatértékelés - 1. rész: alapelvek

EN ISO 10218-1 (felváltja az EN 775 szabványt) európai szabvány (harmonizált) nemzetközi szabvány megfelelője: ISO 10218-1 Ipari robotok biztonsági követelményei - 1. rész: Robotok
EN ISO 10218-2 európai szabvány (harmonizált) nemzetközi szabvány megfelelője: ISO 10218-2 - 2. rész: Robotrendszerek és összehangolásuk

Az EN ISO 12100 európai szabvány (harmonizált) nemzetközi szabvány megfelelője: ISO 12100 Gépek biztonsága: alapfogalmak, általános kialakítási irányelvek. Kockázatértékelés és kockázatcsökkentés. Felváltja a következő szabványokat:

EN ISO 12100-1 ISO 12100-1 Gépek biztonsága: alapfogalmak és általános kialakítási irányelvek - 1. rész: Fogalommeghatározások, módszertan

EN ISO 12100-2 ISO 12100-2 Gépek biztonsága - Alapfogalmak, általános kialakítási irányelvek - 2. rész: Műszaki alapelvek

EN ISO 14121-1 ISO 14121-1 Gépek biztonsága: kockázatfelmérés - 1. rész: Alapelvek

[sick,2024]

Egyesült államok szabványaiból: OSHA (Occupational Safety and Health Administration):

Az [OSHA] előírásai tűzvédelmi követelményeket tartalmaznak a munkahelyekre és ipari létesítményekre vonatkozóan. Ezek az előírások magukban foglalják a tűzvédelmi rendszerek telepítését és karbantartását, valamint a munkavállalók tűzvédelmi képzését, de gépen belüli szükséges védelmet nem taglal.

29 CFR 1910.252: Tűzvédelmi intézkedések ipari gépeknél, beleértve a hegesztést, vágást és egyéb tevékenységeket, amelyek tüzet okozhatnak.

NFPA 79: Ez az NFPA szabvány az ipari gépek elektromos rendszereinek tűzvédelmi követelményeit szabályozza.

[OSHA,2024]

Kanada szabványaiból: CSA Szabványok: A CSA szabványai, mint például a CSA Z432, az ipari gépek biztonságát és tűzvédelmét szabályozzák, beleértve a CNC gépeket is.

Ausztrália és Új-Zéland szabványaiból: AS/NZS 4024: Ez a szabványsorozat a gépek biztonságára vonatkozik, beleértve a tűzvédelmi előírásokat is.

3. A MŰSZAKI PROBLÉMA MEGFOGALMAZÁSA

Elsődlegesen meghatározandó, hogy a fémmegmunkálásból adódó tapasztalt tüzesetek kapcsán milyen veszélyek fordulnak elő (ezeket a saját tapasztalatok és szakmai körökben ismert esetek alapján ismertettem), mi az, ami éghető, ezek égését hogyan lehet elkerülni, megelőzni. Általában hűtő-kenő folyadékok, szánkenő olaj, maga a megmunkálás során keletkezett fémforgács ég. Kísérletet teszek ezen anyagok tűzvédelmi jellemzőinek megállapítására kísérleti / labor vizsgálatokkal és azok alkalmazását segítő javaslatokat készítek. A gépekben és környezetükben nem feltétlen beszélhetünk csak hűtő-kenő folyadék, vagy csak fémforgács égéséről, mivel ezek keverednek, egymásra hatással vannak tulajdonságaik, ezért kevert/szennyezett állapotban is vizsgálni kívánom ezen anyagok tűzveszélyességét. Megállapítom vizsgálataim során, hogy milyen hőmérsékleti körülmények között válik a hűtő/kenő folyadék tűzveszélyessé.

Több esetben alakult ki a CNC vezérelte megmunkálógépek elszívójában tűz pl.: lerakódott olajos fém gyulladt meg bene ill. plazmavágók elszívójánál rendszeres a tüzeset. Ezen elszívók megfelelő kialakítására nincs szabályozás, pl.: hogy milyen hosszúnak kell lennie, hogy a szikra ne tudjon áterjedni más térbe.

Meg kell különböztetni a tüzesetek kapcsán technológiából adódó tűzveszélyeket és a karbantartási ill. takarítási munkálatok elmaradása által kialakuló kockázati tényezőket, ezek szabályozására külön-külön javaslatot teszek elkerülési/ megelőzési szempontból. Ebből adódik, hogy gondoskodni kell gépen belüli megelőzésről ill. gépen kívülről. Gépen belüli védelmet oltóberendezéssel lehet biztosítani, melynek oltóanyagválasztása nagyobb kihívás, erre javaslatot teszek. A piacon létezik már kézi és automata oltórendszer is gépekbe telepítve, de használatukra nincs megfelelő szabályozás, ill. egy rosszul megválasztott oltóanyag használat nagy anyagi károkat tud okozni, ezért fontos lenne ezt is szabályozni.

Egyes autóipari cégek biztosítója előír olajos megmunkálórészegységénél kötelezően gépbe épített oltórendszert ha az olaj lobbanáspontja 160 C° alatti. Ezeket külföldi biztosítók kéri jellemzően. Magasnyomású széndioxiddal oltó oltórendszereket alkalmaznak jellemzően lángérzékelőkkel. Azonban csakis az OTSZ kötelező, TVMI, szabvány csak iránymutatás.

4. KÍSÉRLETI VIZSGÁLATOK

4.1 Vizsgálati anyagok és minták

Különböző fémmegmunkálással foglalkozó gyárakból származó olajat, több típusú hűtő/kenő folyadékot vizsgálunk (18. ábra 1., 2., 3. minta olaj alapú és a 19. ábra 6., 7., 8. emulzió alapúakat), melyek között van új, és használt folyadék is. A használt folyadék gombákkal, baktériumokkal, némi fémforgács és fémpor részecske tartalommal szennyezett. A megmunkáló gép elszívó csövéből szintén vettem mintát a lerakódott fémporos besűrűsödött hűtő/kenő folyadékból (19. ábra 4., 5. minta), mivel több elszívó tűz is a tudomásomra került.

Vizsgálati minták I.: új és használt hűtő-kenő folyadék (különböző gyárak fémmegmunkáló gépétől), hűtő-kenő folyadék fémforgáccsal szennyezve



18. ábra olaj alapú hűtő-kenő folyadék minták

forrás: saját kép



19. ábra elszívóból lerakódás és emulzió alapú hűtő-kenő folyadék minták

forrás: saját kép

A következő vizsgált anyagcsoport, a 20. ábrán látható fémmegmunkáló gépektől különböző anyagú fémforgács, fémpor minták, melyek hűtő/kenő folyadékkal vannak szennyezve. A fémek típusa valószínűleg keveredett a mintákban, mivel nem csak 1 típusú fémeket munkálnak meg egy helyen egyszerre.

Vizsgálati minták II.: hűtő-kenőolajjal szennyezett fémforgács (különböző gyárak fémmegmunkáló gépétől)





20. ábra elszívóból lerakódás és emulzió alapú hűtő-kenő folyadék minták

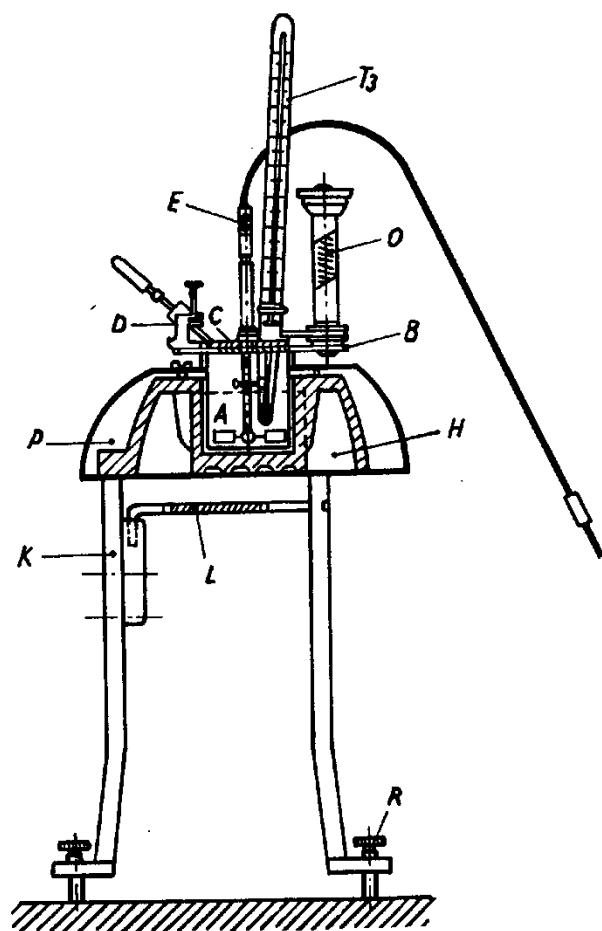
Forrás: saját képek

4.2 Vizsgálati módszerek

4.2.1 Folyadékok lobbanáspontjának mérése

A lobbanáspont az a legalacsonyabb hőmérséklet, amelyen 101324 Pa nyomás mellett, meghatározott vizsgálati körülmények között az éghető folyadék elegendő gőzt bocsát ki ahhoz, hogy a környező levegővel elegyedve, láng hatására az anyag teljes felületén fellobbanjon. Ilyenkor a kialakuló éghető gáz-levegő keverék gyorsan ellobban anélkül, hogy tartós égés alakulna ki a felszínen. A folyamat során az anyag által kibocsátott gőzök koncentrációja elegendő az égés megindításához, azonban a reakcióhő nem biztosít elegendő energiát az anyag további párolgásának fenntartására, így önfenntartó égés nem következik be. Ez a jelenség egy rövid ideig tartó láng formájában látható, és fontos figyelmeztetésként szolgál arra, hogy a

hőmérséklet további emelkedése az anyag gyulladáspontjának eléréséhez, majd önfenntartó égéshez vezethet. Amennyiben tovább hevítjük a folyadékot, elérhetjük a gyulladási hőmérsékletet (gyulladáspontot), amely az a legkisebb hőmérséklet 101324 Pa nyomásra átszámítva, ahol az éghető folyadék gőzei a levegővel elegyedve lángra kapnak, és legalább 5 másodpercig folyamatosan égnék. A lobbanási és gyulladási pont egyaránt az éghető folyadékok párolgási hajlamát és tűzveszélyességét jellemzik. A lobbanáspont mérésére zárt- vagy nyílt téri eszközöket használnak, míg a gyulladáspont meghatározása kizárólag nyílt tégelyben történhet. A lobbanáspont meghatározása külön erre a célra tervezett mérőeszközök segítségével történik. Az eszközöket két fő kategóriába soroljuk: zárttéri és nyílttéri lobbanáspont-vizsgáló készülékek. A zárttéri készülékek – például az Abel-Pensky és a Pensky-Martens típusok – olyan mérésekre alkalmasak, ahol a vizsgált anyag párolgása zárt edényben történik. Ebben a zárt rendszerben az égéshez szükséges gáz- és gőzkoncentrációk alacsonyabb hőmérsékleten alakulnak ki, mint a nyílttéri készülékek esetében. Ezért zárttéri készülékeket jellemzően olyan anyagoknál alkalmaznak, amelyeknél a lobbanáspont viszonylag alacsony, például 20–50 °C között van. Ilyen mérésekhez kifejezetten megfelelő az Abel-Pensky lobbanáspont-vizsgáló, amely az ilyen tartományban lévő könnyen gyulladó anyagok vizsgálatára szolgál. Ezzel szemben a nyílttéri készülékek esetében a vizsgált anyagból származó gázok és gőzök egy része a légkörbe diffundál, így az azonos koncentrációk eléréséhez magasabb hőmérsékletre van szükség. Emiatt a nyílttéri mérések során mért lobbanáspont-értékek rendszerint magasabbak, mint a zárttéri mérések eredményei. Például a magas lobbanáspontú anyagok esetében az eltérés elérheti a 25–30 °C-t, míg a könnyen párolgó, nagy gőzképződésű anyagok esetén ez az eltérés általában 5–6 °C. Ha egy magas hőmérsékleten lobbanó folyadék kis mennyiségben illékony komponenseket tartalmaz, a gyulladási hőmérséklet félrevezető eredményt adhat, mivel nem feltétlenül tükrözi a robbanásveszély kockázatát. Ezért, különösen 100 °C alatti lobbanáspont esetén, általában zárttéri lobbanáspont mérést végeznek, mivel ez az illékony gőzök jelenlétét is megbízhatóan jelzi. Az anyagokat tűzveszélyességi osztályokba sorolják, a folyadékok esetében ennek alapja a lobbanáspont. Nyitott szerkezetű készüléket (21. ábra) alkalmazunk, ha teljesülnek a következők:



21. ábra Pensky – Martens lobbanáspont-meghatározó készülék

[Beda László, 2014]

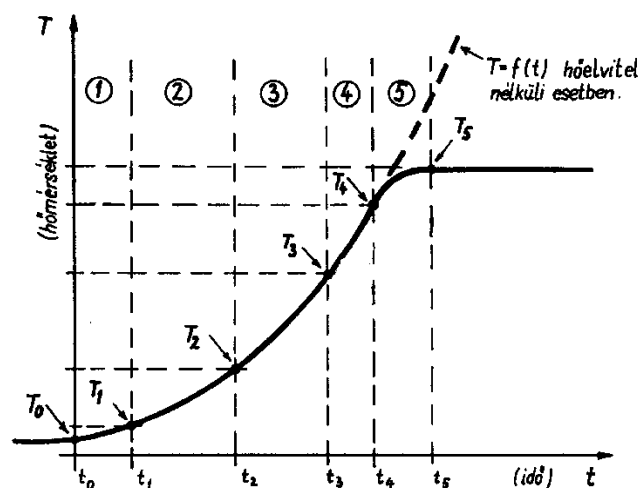
A lobbanáspont meghatározásakor az eljárást mindig a vizsgált anyag tulajdonságainak figyelembevételével kell végezni, különös tekintettel a hőmérséklet emelésének mértékére. Ha a lobbanáspont meghaladja a 423–425 K-t (150–152 °C), a tartály hőmérsékletét kezdetben percenként 10–12 °C-kal lehet növelni. Alacsonyabb, azaz 423 K-nál kisebb lobbanáspont esetén azonban a hőmérséklet emelkedését legfeljebb 5–8 °C-ra kell korlátozni percenként. A vizsgálat során az anyagot rendszeresen keverni kell a beépített keverőszerkezettel. Amikor a tartályban lévő hőmérséklet megközelíti a várható lobbanáspontot 25–30 °C-ra, a fűtés intenzitását csökkenteni kell, úgy, hogy a hőmérséklet növekedése ne haladja meg a percenkénti 2 °C-ot.

A tényleges mérés a várható lobbanáspont előtt 10 °C-kal kezdődik. A hőmérséklet további emelésével 2 °C-onként el kell végezni a gyújtáspróbát. Ezt a (21. ábrán) O jelzéssel ellátott fogantyú elfordításával kell végrehajtani, amelynek során a készülék fedelének ablakát kinyitva

a gyújtólángot 1–2 másodpercre a belső tartályba fordítjuk. Egyes eszközökben ez a folyamat automatikusan zajlik a fedélablak kinyitásával egyidejűleg. A gyújtóláng bemerítésével párhuzamosan a keverőszerkezetet is működtetni kell. Amennyiben a gyújtásnál nem következik be lobbanás, a műveletet 2 °C-kal magasabb hőmérsékleten, ismételt keverés mellett meg kell ismételni. A lobbanás tényét az anyag teljes felületén rövid ideig megjelenő kék láng jelzi. Az első sikeres gyújtás után azonos hőmérsékleten a mérést meg kell ismételni a megbízhatóság érdekében. Ha azonban az ismételt mérésnél, még magasabb hőmérsékletre hevítve sem történik gyulladás, a próbát újra kell kezdeni.

Ismeretlen anyag vizsgálata esetén előzetes próbával kell a közelítő lobbanáspontot durván meghatározni. Nyílttéri lobbanáspont-meghatározó készülékkel a mérés hasonló módon történik, mint a zárttéri vizsgálatok során. A hevítés közben végzett gyújtáspróbák addig folytatódnak, amíg a vizsgált anyag felületén rövid időre egybefüggő lángjelenség nem jelentkezik. Nyílttéri mérésnél fokozott figyelmet kell fordítani a légmozgások minimalizálására, mivel ezek elszállíthatják a gyulladáshoz képes gőzöket, és így hamis mérési eredményeket okozhatnak. Fontos hangsúlyozni, hogy a "nyílttéri lobbanáspont" kifejezés nem szabadtéri körülményeket, hanem laboratóriumi nyitott térben végzett vizsgálatot jelent. [Beda László, 2014]

Az alábbi szakaszokat különböztetjük meg a vizsgálat során (22.ábra) szerint:



22.ábra oxidáció szakaszai és hőmérsékletei

[Beda László, 2014]

Gyulladás előtti oxidációs szakasz: Ebben a szakaszban a hőmérséklet emelkedésével az anyag bomlásából származó éghető gázok és gőzök koncentrációja növekszik a T_4 hőmérsékletig, amely a lobbanáspont felső értékének felel meg. A T_4 hőmérséklet elérésekor már nem lobbanásról, hanem gyulladásról beszélünk, mivel az égési folyamat önfenntartóvá válik. Ezért a T_4 -et gyulladáspontnak tekintjük. Ez az oxidációs szakasz vége, ugyanakkor a gyulladási folyamat kiindulópontja.

Az égési oxidációs szakasz: Nem minden anyagnál figyelhető meg a T_0 és T_4 közötti hőmérséklet-emelkedés. Ha a T_4 hőmérsékleten gyulladás gyújtóforrás nélkül jön létre, a folyamatot öngyulladásnak nevezzük. Azoknál az anyagoknál, amelyeknél belső változások nem zajlanak le, külső gyújtóforrás szükséges a T_4 eléréséhez. A T_4 hőmérsékleten gyújtóforrás hatására az égés nem mindig indul azonnal, hanem egy anyagfüggő indukciós idő után következik be. A gyulladás után az oxidáció során felszabaduló hő biztosítja az éghető anyag utánpótlását, valamint átadódik a környezetnek. A T_4 hőmérsékletet meghaladva az oxidáció gyorsuló folyamattá válik, amely az oxigén lassú diffúziója miatt később állandó sebességű reakcióba megy át. Az állandó égési sebességnél a felszabaduló hő és a hőveszteség egyensúlya alakul ki, amelyet T_5 -nek, az égési hőmérsékletnek nevezünk.

Gyulladáspont (T_4) az a hőmérséklet, amelynél az anyag meggyullad, és égése önfenntartóvá válik. Ez a jelenség gyújtóforrás nélkül öngyulladásként lép fel, míg gyújtóforrás jelenlétében normál gyulladásként zajlik le. A gyulladás feltétele, hogy a keletkező hő (Q_{keletk}) legalább akkora legyen, mint a környezetbe távozó hőveszteség (Q_{veszt}). Az iparban, mezőgazdaságban és háztartásokban a tüzeket legtöbbször magas hőmérsékletű gyújtóforrások (pl. gyújtóláng, elektromos szikra, izzó tárgy) okozzák, amelyek az éghető anyagot a gyulladáspontig hevítik, megindítva a folyamatot. Az égés során az anyag egy része eléri a gyulladási hőmérsékletet, míg a többi rész eredeti hőmérsékletű marad, de az égési reakció így is végbemegy. [Beda László, 2014]

Vizsgálataim során nyílttéri lobbanáspont vizsgálatot MSZ EN 22 592 szabvány szerint végzem.

Szabvány és módszer választásom oka, ezek szabványos mérések, melyek képesek égési, láng jelenséget reprodukálhatóan kimutatni. Alkalmas kimutatni, hogy mikor következik be lángjelenség.

Nyílttéri lobbanáspont mérése

Szükséges eszközök:

- nyílttéri lobbanáspont mérő készülék (23.ábra)
- vizsgált folyadék: neve: biodízel
származási helye; összetétele: ismeretlen
- 300 C° higanyhőmérő
- állvány a hőmérőnek
- gyújtóláng
- víz [BEDA LÁSZLÓ, 2014]



23. ábra szabványos nyílttéri lobbanásmérő

Forrás: saját kép (hely: YBL labor)

Vizsgálati minták I.: új és használt hűtő-kenő folyadék (különböző gyárak fémmegmunkáló gépétől), hűtő-kenő folyadék fémforgáccsal szennyezve

Vizsgálat ideje: 2018. 03.

Vizsgálat helye: YBL Tűzvédelmi Labor

Vizsgálati eljárás szabvány: MSZ EN 22 592

Vizsgálat eszköze: Nyílttéri lobbanáspont mérő készülék

Mérés: A nyílttéri lobbanáspont mérő edényébe töltünk, az edény belsején található jelzésig megadott mennyiségű vizsgált folyadékot. Az edényt a készülékbe helyezzük, majd a higanyhőmérőt az állvány segítségével rögzítjük a vizsgált folyadékban, úgy, hogy ne érjen hozzá a készülék edényének falához. A készülék víztartályát megtöltjük vízzel, majd az

elektromos melegítőjével melegíteni kezdjük. A várható nyílttéri lobbanási hőmérséklete felett, 5 °C-onként a gyújtólángot átvezetjük a tégely fölé. [BEDA LÁSZLÓ, 2014]

4.2.2. Gyulladásponthoz mérés (Sechkin kemence):

A szilárd anyagok tűzveszélyességének értékelése során több tulajdonságot vizsgálnak, például a gyulladási hőmérsékletet, a lángterjedési sebességet, a meggyújthatóságot, az éghetőséget, a lángállóságot és az égéshőt. Laboratóriumi vizsgálat során éghetőséget, gyulladási hőmérsékletet vizsgálunk. [BEDA LÁSZLÓ, 2014]

Méréseim során tömegvesztés is számolok, mely megmutatja, hogy mennyire stabil az anyag.

Ennek a mérésnek a célja a termikus stabilitás megadása (**utalás a termikus stabilitásra**).

A pontos termikus stabilitást Derivatográf mutatja ki, de nem hozzáférhető, lassú és drága, ezért nem ezt használtam, hanem Sechkin kemencét.

Vizsgálati minták II.: hűtő-kenőolajjal szennyezett fémforgács (különböző gyárak fémmegmunkáló gépétől)

Vizsgálat ideje: 2018.03.

Vizsgálat helye: YBL Tűzvédelmi Labor

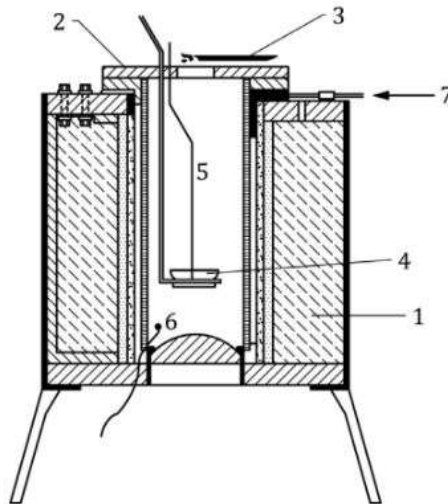
Vizsgálati eljárás szabvány: MSZ 14800-16 szabvány

Vizsgálat eszköze: gyújtóláng jelenlétében Sechkin kemencés vizsgálat

Mérés elve: A függőleges elrendezésű elektromosan fűtött kemencébe előre beállított hőmérsékletű levegőáram segítségével melegítjük a mérendő mintát. Gyújtólánggal meggyújtom a hőbomlásból keletkezett gőzöket a Sechkin kemence felső nyílásánál. Gyulladási hőmérséklet az átáramló levegő legalacsonyabb hőmérséklete, melyen a kemencébe helyezett minta a vizsgálati idő alatt meggyullad. A kemence (24. ábra) szerint külső burkolata és a fűtőtér közötti teret hőszigetelő anyag (1) tölti ki, amely biztosítja a hatékony hőszigetelést. A fűtés egy különálló szabályozóegység segítségével vezérelhető, amely 100 és 800 °C közötti hőmérséklet-tartományban működik. A kemence felső nyílását egy mozgatható fedőlap (2) zárja le, amelynek közepén egy nyílás található a bomlás- és égéstermékek elvezetésére. A nyílás fölé egy kis gázegő nyúlik be, amely a gyújtólángot (2) biztosítja.

A mintatartó tégely (4) a fedél alá, 155 mm-rel egy tartókeretre helyezhető. A minta hőmérsékletét (T1) egy vas-konstantán (Fe-Ko) termoelem (5) méri, míg egy másik Fe-Ko

termoelem (6) a beáramló levegő hőmérsékletét (T_2) érzékeli közvetlenül a mintatartó tégely alatt. A levegő beáramoltatása a készülék felső részén keresztül történik (7), majd a levegő az elektromosan fűtött fal és a belső cső közötti részen áramlik át, végül a kemence alsó részén lép be a mintát tartalmazó térbe. [BEDA LÁSZLÓ, 2014]



24. ábrán Setchkin kemence vázlatos rajza [BEDA LÁSZLÓ, 2014]

Szükséges eszközök (25. ábra) alapján

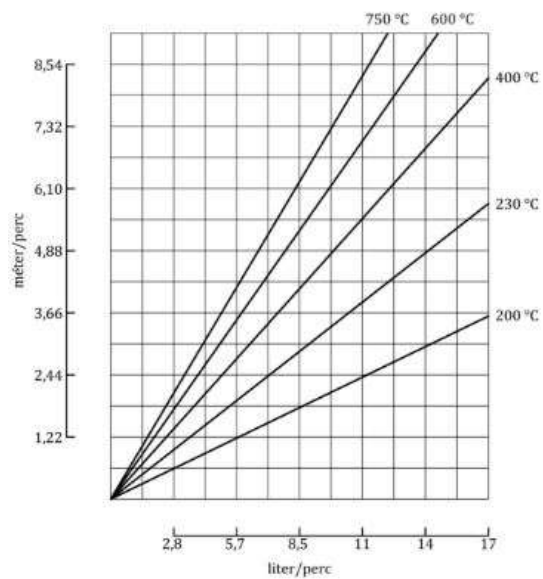
- Setchkin kemence
- anyagminták: neve: fémforgács hűtő-kenő folyadékkal szennyezve származási helye; összetétele: különböző gyárakból
- kompresszor
- mérleg
- stopper óra
- alumínium fólia
- adagoló kanál [BEDA LÁSZLÓ, 2014]



25. ábra gyulladáspont méréshez szükséges eszközök

Mérés: A mintát mintatartó mérlegbe (táramérleg) helyezem majd digitális mérleg segítségével kimértem a $3 \pm 0,5$ g mintákat. Az elektromos függőleges elrendezésű kemencét laboratóriumi elszívófülke alá helyezzük, így biztosítva az égéstermékek elvezetését. Legalább 15 percen keresztül állandónak kell lennie az áramló levegő hőmérsékletének, hogy kiemelhessem a mintatartót, beletehessem a vizsgálandó mintát, majd a kemencébe visszahelyezzem, fedelét lezártam, majd elkezdem felfűteni fokozatosan kompresszorral, úgy, hogy a fűtéskapcsoló a legmagasabb fokozatra legyen állítva, a szabályozó tárcsán viszont azt a hőfokot állítom be, amit becsülök a minta gyulladási hőmérsékletének. A kemencén átáramló levegő áramlási sebességét a (26. ábra) alapján kell beállítani. A diagram vízszintes tengelyén a levegő áramlási sebessége liter/perc mértékegységben, a függőleges tengelyen pedig méter/perc értékben látható, a hőmérséklet függvényében. Az áramlási sebességet úgy kell szabályozni, hogy 23 °C-os hőmérsékleten 1,5 m/perc lineáris sebesség legyen elérhető.

E hőmérséklet elérése után (alsó termoelemen ellenőrzöm a hőmérséklet értékét), átállítom maximumra a teljesítménykapcsolót. A mintába belenyúló termoelem méri a minta hőmérsékletét. A gázcsap megnyitása következik, ill. az ez által kiáramló gázt a kemencenyílásnál meggyújtjuk, az áramlási sebességet 20-25mm hosszú lánghoz állítom. Azt a legalacsonyabb hőmérsékletet keresem a mérés során, amikor a lánggal való égés megjelenik. A fejlődő gázokat, bomlástermékek megjelenését, viselkedését feljegyzem, figyelem, melyben a kemencébe helyezett nyílás feletti tükör segítségemre van, ennek 30 percen belül be kell következnie. (Amennyiben exoterm folyamat következik be a minta hőmérséklete a levegő hőmérséklete fölé emelkedne. 10 percen belül meggyulladó gőzök esetén 50 °C alacsonyabbra, ellenkező esetben 50 °C-al magasabbra kell állítanom az áramló levegő hőmérsékletét, újra elvégzendő a vizsgálat ezen esetek után állandó 15 perc hőmérséklet után.) Utolsó lépésként lemérem az égés utáni minta súlyát, majd kiszámolom az éghető anyag tartalmát. A gyulladási hőmérséklet meghatározása során a vizsgált minta legkisebb olyan hőmérsékletét kell rögzíteni, amelyen még éppen meggyullad, valamint a legmagasabb olyan hőmérsékletét, amelyen még éppen nem gyullad meg. Ezek között további 1-1 párhuzamos mérést szükséges elvégezni. A gyulladási hőmérsékletként azt a hőmérsékleti értéket kell elfogadni, amelynél a vizsgálati anyag meggyulladást mutatott. [KEREKES ZSUZSANNA, 2018], [BEDA LÁSZLÓ, 2014]



26. ábrán Setchkin kemence levegőáramlás beállítása gyulladáspont méréshez

[BEDA LÁSZLÓ, 2014]

4.3 Mérési eredmények

4.3.1 Folyadékok lobbanáspontjának mérése

A füstképződés kezdetét és lobbanási hőmérsékletet keresem a mérések során.

	lobbanási hőmérséklete	Megjegyzés
1-es: szánkenő olaj	250 °C	170 °C -tól füstképződés
2-es: használt hűtő-kenő folyadék (olaj)	190 °C	140 °C -tól füstképződés
3-as: új hűtő-kenő folyadék (olaj)	178 °C	140 °C -tól füstképződés
4-es: lerakódott fémporos emulzió	165°C	60°C -on habosodik, 5-szörös térfogatnövekedés, víz elpárologtatása után lobban
5-ös: Fémporral szennyezett elszívóba lerakódott hűtő-kenő folyadék (olaj)	180°C (220°C gyulladás)	nem volt füstképződés; 60 °C -tól habzik, forr, megy el a víz; dupla/10x-es térfogata lett habozva; 100 °C -on forr kibuborékoltatás után 180 °C lobbanás pont és 220 °C gyulladás
6-os: nem bekevert emulzió (vizes hűtő-kenő folyadék)	186°C	98 °C -on kezd habozni (1 komponens forr belőle) és kezd megnőni a térfogata, kifut, habját leszedve kiforralást követően 200 °C -tól nagyon ég, majd visszahűtésnél 130 °C -on füstöl (lobbanás 186 °C mert kevesebb minta volt a főzés után)
7-es: bekavart új emulzió	180 °C-on	80 °C -tól kezdődik buborékképződés a felületén, kezd kipárologni a víz, amíg ki nem párolog teljesen nem nő a hőmérséklete, az összes víz kipárolgása után a visszamaradt olaj hőmérséklete nő, lobban 180 °C-on
8-as: bekavart emulzió (többsége víz)	180 °C-on	85°C -on kezdődik buborékképződés a felületén, kezd kipárologni a víz, amíg ki nem párolog teljesen nem nő a hőmérséklete, utána visszamaradt olaj hőmérséklete nő, lobban 180 °C-on

27.ábra lobbanáspont mérési eredmények táblázat

Forrás: saját mérési eredmények alapján



28/a ábrák nyílttéri lobbanáspont mérés
forrás: saját képek



28/b ábrák nyílttéri lobbanáspont mérés
forrás: saját képek



28/c ábrák nyílttéri lobbanáspont mérés
forrás: saját képek



28/d ábrák nyílttéri lobbanáspont mérés
forrás: saját képek



28/e ábrák nyílttéri lobbanáspont mérés
forrás: saját képek



28/f ábrák nyílttéri lobbanáspont mérés
forrás: saját képek



28/g ábrák nyílttéri lobbanáspont mérés
forrás: saját képek



28/h ábrák nyílttéri lobbanáspont mérés
forrás: saját képek



28/i ábrák nyílttéri lobbanáspont mérés
forrás: saját képek

A 27. ábra mérési eredményei a 28/a - 28/i ábrák képei dokumentálják.

A vizsgált hűtő kenő folyadékok tűzveszélyességi osztálya az OTSZ [2024] 9. § alapján „(2) **Mérsékelten tűzveszélyes** osztályba tartoznak az 55 °C-nál nagyobb nyílttéri lobbanásponttal rendelkező folyadékok”!

4.3.2. Gyulladásponzt mérése (Sechkin kemence)

Minta jelölése	Meggyulladás hőmérséklete	Megjegyzés	Tömegvesztés (Δ m)
2-es: olajos fémforgács	295-305 °C	5-6 cm-s lángolás	1g
3-as: olajos fémforgács	360-390 °C	5-6 cm-s lángolás	1,35 g
4-es: fémpor, mely olaj által nem szennyezett látszólag	560 °C –ig nincs égés,	340 °C -tól füstképződés	0,42 g
7-es: Fémpor olajjal	305-320 °C	kormozó lánggal ég	1,77 g
8-as: elszívócsőből (lerakódott olajos fémpor)	112-188 °C	víz tartalom, 90 °C-tól bugyog	
9-es: fémes lerakódás szerszám mellől	310 °C	260 °C -tól füstképződés	0,5 g
10-es: elszívócsőről minta	nincs lánggal való égés	240 °C -tól füstképződés, de a gyulladás nem következik be, 335 °C-nál megszűnik a füstölés	0,56 g

29.ábra gyulladásponzt mérési eredmények

Forrás: saját mérési eredmények alapján



30/a ábrák gyulladáspont vizsgálat
forrás: saját képek mérés közben



30/b ábrák gyulladáspont vizsgálat
forrás: saját képek mérés közben

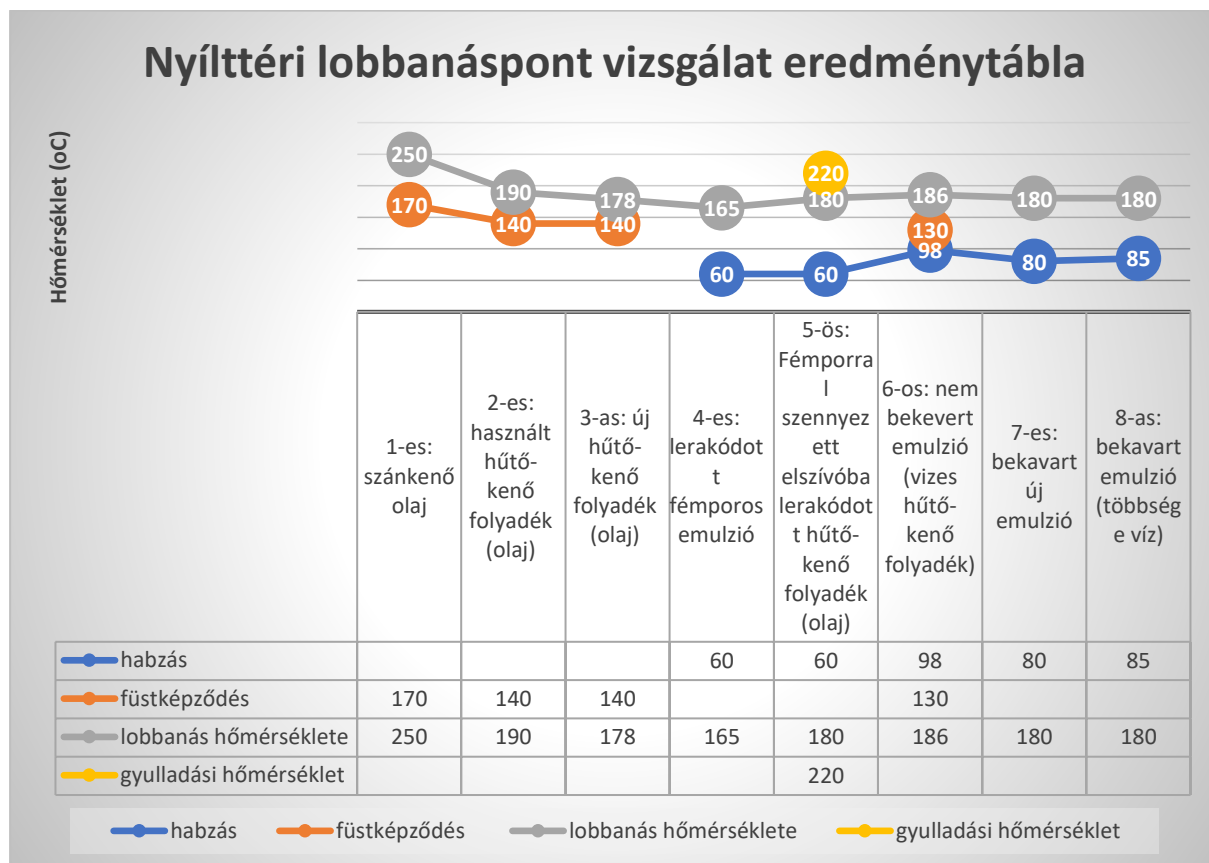


30/c ábrák gyulladáspont vizsgálat
forrás: saját képek mérés közben

Gyulladásponth mérés vizsgálat (29.ábra) mérési képeit a (30/a - 30/c ábrák) dokumentálják.

A vizsgált hűtő kenő folyadékkal szennyezett fémforgácsok tűzveszélyességi osztálya az OTSZ [2024] 9. § alapján **mérsékelten tűzveszélyes**.

4.4 Mérési eredmények összegzés



31. ábra: Nyílttéri lobbanáspont meghatározás mérési eredményeinek szemléltetése

forrás: saját diagramm

A valóságos körülmények mást mutatnak, mint amit a biztonsági adatlap megad. Új hűtő/kenő folyadék, ami biztonsági adatlap szerint 205 °C lobbanáspontú (nem használt) az vizsgálat során 178 °C lobbant, tehát nem azt a minőséget adja a gyártó, mint amit leír, javasolt a gyárnak bevizsgáltatni a hűtő-kenő folyadékokat, mielőtt felhasználja.

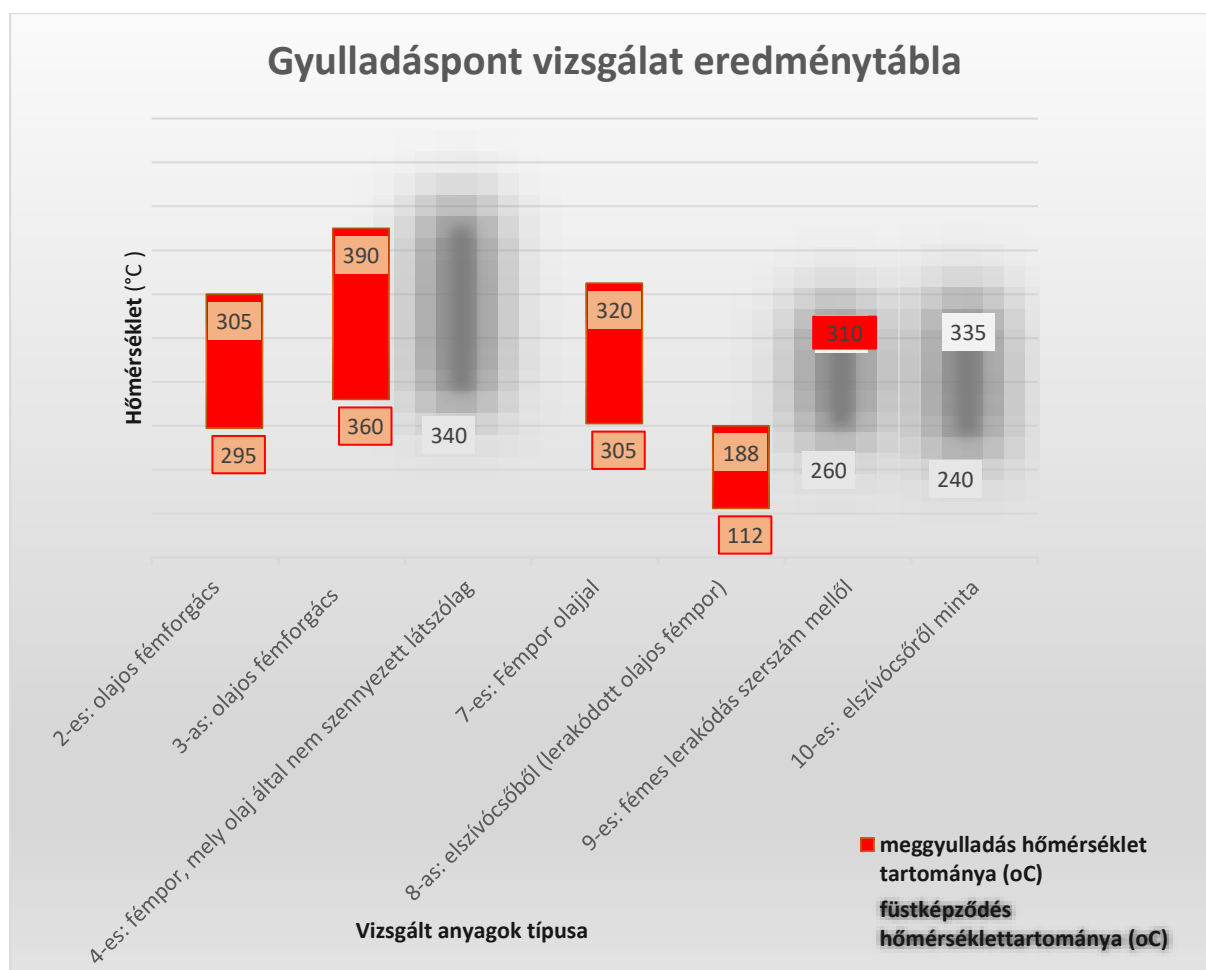
Az emulzióknál gyakori probléma, hogy gyorsabban kopik a szerszám, rossz a felületi minőség, ha nem jó a keverék minősége. Az érzékenyebb szerszámok, pl. egy vékony ágyúfúró hamar törik ez miatt, ami okozhat tüzesetet.

Emulzió 60 °C-on elkezdett bugyogni, habosodni, 5-szörös térfogatnövekedése lett. 60 °C-on intenzívvé válik a párolgás, ismert jelenség szénhidrogén gőzök keverednek vízcseppekkel, nem éghető emulzió jön létre, mely oltóanyagként is ismert. A hab elzárja az oxigéntől az anyagot, nem éghető lesz. A fémforgács viszont habtörést okoz benne! Amíg a víz kipárolog nem nő a hőmérséklete a mintának, csak később a megmaradt olaj, fémmel szennyezett olaj hőmérséklete.

Δm utal folyadéktartalomra a mintákban. A tömegvesztés utal arra, hogy mennyi olaj ég ki. Visszamérés után tudjuk meg, hogy a lerakódott olaj, emulzió mennyi a fémen illetve a fém és éghető anyag tartalma mennyi. **A 31 és 32-es ábrákon jól látható, hogy a fémtartalom katalizálja az égést.**

Nem specifikus minőségre törekvő gyárak esetében besűrűsödhet nagyon az emulzió, kipárolog a víz, fémporral szennyezve, szétesett szerkezettel extrán habosodó jelenség magyarázata lehet, a viszonylag alacsony hőfokon való extrém habzás.

A 31-es és 32 -es ábra bemutatja a szakdolgozat mérési eredményeit diagramm formában, melyen látható a füstképződési és gyulladási tartományok egymáshoz viszonyított értékei. A 32. ábrán nagyon kiugró az elszívóból vett minta alacsony gyulladási értéke.



32.ábra Gyulladáspont meghatározás mérési eredményeinek szemléltetése

forrás: saját diagramm

A diagramm alapján megfigyelhető, hogy a lerakódások gyulladáspontja a fémtartalomtól függ (7-es és 8-as minta), tehát minél nagyobb a fémtartalma a lerakódásnak, annál nagyobb a gyulladáspontja, természetesen ezt még a megmunkált fém típusa befolyásolja, hogy a lerakódott fémnek vagy fémkeveréknek mekkora a gyulladáspontja.

Általánosságban elmondható, hogy a hűtőolajok lobbanáspontja jóval a fémek gyulladáspontja alatt van ezért. Ahol az olaj mennyisége volt vámot tevő a mintában, az olaj lobbanáspontja körüli érték figyelhető meg, ahol pedig olajjal szennyezett volt a fém, ott a fém gyulladáspontja felé tolódott a gyulladáspont. Nagy mennyiségű fémlerakódás némi olajjal jellemzően füstjelenséget produkált.

5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS MÉRNÖKI JAVASLATOK

A vizsgált helyzetek kiemelten tűzveszélyes esetek, szabályozás nem létezik sem Magyarországon, sem külföldön. Országunkban nem ismeretek java részt ezen tüzesetek.

A fémmegmunkálással kapcsolatos jelen kockázati besorolás TVMI szerint nem a biztonság irányába megy el, melyet a (33. ábra) is mutat.

17	Fémszerkezetgyártás, fémmegmunkálás, esztergálás	forgácsoló-, lakatosüzem nem robbanásveszélyes technológia esetén	NAK
18		ha gázhegesztés is történik	AK
19		egyéb esetben, robbanásra képes por jelenléte esetén	KK

33.ábra Fémmegmunkálás Kockázati osztályba sorolás jelenleg

Forrás: TVMI Kockázati osztályba sorolás [2022], 3. táblázatából

Németországban elkezdtek vizsgálni a fémtűzek veszélyeit, elkezdtek foglalkozni a témával, pár cég kifejezetten CNC gépekhez gyárt speciális oltóberendezést.

A fémipari gyártások során elterjedtek az alumínium, magnézium, lítium könnyűfémek és ötvözeteik, a motorgyártásban használat titán, és cirkónium, melyek egyre több káresetet eredményeztek.

Az ötvözetek komponensei tartalmazznak alkálifémeket. Kiemelt fémtűznek minősülnek a munkadarab megmunkálása során begyulladt forgácsok tüzesetei a forgácsok nagy fajlagos felülete miatt (kolloid állapot). Fen áll a fémpor robbanás veszélye.

A vizsgálataim során keletkező tüzek típusai következtetéseim alapján:

- Folyadék tűz: Hűtő/kenő folyadék meggyulladás (mely lobbanáspontja kb. 200°C körül van) a belepotyogó izzó vagy égő fém által.
- Fém tűz: felhevült forgács elkezdi égni. Ez általában a túl gyors megmunkálásból adódik, nagy előtolás, nagy fordulatszám alkalmazásánál. Akkor van biztonsággal eloltva, ha a pirolízist, mely 200-700 °C közötti (égés és bomlás szakasz) a kezdeti hőmérséklet alá csökkentjük (kb. 200 °C alá, mely előmelegítési zóna szintje, nincs kémiai átalakulás még) ill. az égő anyag utánpótlást meg kell szüntetni.

- Fémpor robbanás: oltása lehetetlen (pl.: cirkónium, titán porok).

Ekkora hőmérsékletnél a hagyományos oltóanyagok nem birkóznak meg hatékonyan a feladattal.

Javaslataim:

- A vizsgált hűtő kenő folyadékkal szennyezett fémforgácsok tűzveszélyességi osztálya az OTSZ [2024] 9. § alapján mérsékelt tűzveszélyes, azonban mivel a fémek e fölé tudnak melegedni, nem az OTSZ besorolását kellene figyelembe venni, mivel sokkal nagyobb veszélyforrás.
- Ezért javaslom hőmérséklet érzékelő telepítését a gépekbe, mely a fém munkadarab aktuális hőmérsékletét tudja mérni és letiltja a gépet az aktuálisan megmunkált fém gyulladáspontja alatt 50C°-al.
- Olyan hűtőfolyadék kifejlesztése, melynek lobbanáspontja meghaladja a fém gyulladáspontját, hogy a tartályban összegyűlt hűtőfolyadékra potyogó izzó fémforgács ne tudja lobbanáspont fölé melegíteni a hűtőfolyadékot.
- A hűtőfolyadék ne csak a megmunkáláskor a szerszám élére legyen összpontosítva, hanem nagyobb mennyiség legyen folyamatosan a gép aljába, ahová a forgács potyog, amit a gép menetideje alatt folyamatosan hűtene a gépbe beépített elektronikus rendszer. Izotermikus réteg felmelegedésének megakadályozása (kezdetben felső 3-5 cm vastagság). Lobbanáspont alá kell hűteni folyamatosan, mert ha csak gyulladási hőmérséklet alá hűtjük, visszagyulladhat a folyadék.
- Oltóberendezés előírását a gépekbe. A fémek és ötvözeik gyulladási hőmérséklete 595 C°-tól kezdődik, égésük alkalmával 2000°C-ot is meghaladhatja hőmérsékletük. Ekkora hőmérsékletnél a hagyományos oltóanyagok nem tudnak labdába rúgni.
Fém tüzeket jellemzően saját sóikkal oltandók, azok olvadékok képeznek a fémen, így alakul ki oltóhatásuk, az olvadék elzárja az oxigén útját. Ezen fémipari környezetekben ez nem megvalósítható több szempontból sem. Az izzó vagy égő fémforgács darabok folyadékba esnek általában, így a takarás elve, mint oltóhatás nem kivitelezhető,

másrészt a gép alkatrészei is tönkre mennének. Alapvetően vannak olyan komponensek, amik sima fémtüzekre jók, de az A, B, C oltóhatást rontják. A szokásos kézi tűzoltó készülékek egyértelmű hátránya, hogy egy tűzoltó készülék megköveteli, hogy a kezelő a tűz közvetlen közelében dolgozzon annak eloltásához. A CNC gépet ki kell nyitni ahhoz, hogy hozzáférhessen a tűzhöz, ennek hatására oxigént juttat a gépbe, mely valószínűleg növeli a tüzet. Ezenkívül a hagyományos kézi tűzoltó készülék használata oda vezethet, hogy valószínűleg ki kell vennie a gépet a gyártásból a tisztítás és javítás miatt, ami növeli a gép állás idejének költségeit, esetlegesen meg sem lehet javítani.

Vízzel oltó nem megfelelő mert felhasítja a vízmolekulát, durranógáz keletkezhet, nem használható fémtüzeknél.

CO₂ oltónak legnagyobb a fajhője, vagyis hőelvonó kapacitása nagy, ezért megfelelő lehet.

Habbal oltó alkalmazásánál a takarás elve az oltóhatás, jelen esetben nem a legmegfelelőbb.

Argon gáz megfelelő lehet, de nehezen beszerezhető, engedélyhez kötött. Csak teljesen zárt terű gépek belső oltására alkalmas véleményem szerint, melyek elszívóval rendelkeznek, mivel fullasztó hatása van.

- TVMI fémipari kockázati besorolások átértékelése, magasabb kockázati osztályba sorolása a fémmegmunkálással kapcsolatos ipari tevékenységeket.
- Zárt gépek elszívóinak gépi takarításának kifejlesztése. Több káreset az elszívóban lerakódott olajos fémpor meggyulladásából keletkezett. Úgy, mint egy drágább típusú házi sütőnek, van takarítási funkciója, az elszívókat is át lehetne „mosatni” programozva bizonyos időközönként.
- Gépek és környezetének takarításának ellenőrzésének szabályozása. Többet számoltak be, olyan tüzesetekről, ami a takarítás hiánya, nem megfelelősége miatt tudott kialakulni, a lerakódott fémporosolaj által. Pl.: negyed évente-fél évente kötelező Katasztrófavédelmi szemle a fémipari megmunkálással foglalkozó cégeknél.
- Magnézium ötvözetek tárolására, megmunkálására konkrét külön szabályozás létrehozását javaslom, mivel nincs minden dolgozónak megfelelő képzése ilyen

szinten. Javaslom még az egyébként is kötelező balesetvédelmi és tűzvédelmi oktatás átlagosnál specifikáltabb megtartása, vizsgához/teszthez kötve rendelném kötelezően pl.: fél évente.

6. HIVATKOZÁSOK

6.1. Szakirodalom

Oktatók, könyvek kiadványai:

DR.BEDA LÁSZLÓ – DR. MÓROTNÉ CECEI KATALIN [2014] LABORATÓRIUMI GYAKORLATOK TŰZVÉDELMI SZAKOS HALLGATÓK RÉSZÉRE

DR.BEDA LÁSZLÓ – DR. KEREKES ZSUZSANNA [2006] Égés és oltásmélet I-III. ; YBL jegyzet
DEREKAS LAJOS [2016] CNC Forgácsoló OKJ tanfolyam, órai anyagok, Progressio Bt., Gyöngyös

HAJNER FERENC [2016] CNC Forgácsoló OKJ tanfolyam, órai anyagok, Progressio Bt., Gyöngyös

DR. KEREKES ZSUZSANNA [2018] YBL órai anyagok

DR. IGAZ JENŐ [1979]: Forgácsoló megmunkálás II.1 SZE, Győr

KÁRI-HORVÁTH ATTILA, [2009] doktori értekezés

DR. KODÁCSY JÁNOS - DR. PINTÉR JÓZSEF [2011] : Forgácsolás és szerszámai. Széchenyi István Egyetem Digitális Tankönyvtár.

PÁPAI GÁBOR .ppt prezentációja [2013]

DR. SZMEJKÁL ATTILA – OZSVÁTH PÉTER Járműszerkezeti Anyagok és Megmunkálások II. (Előadásanyag 2007- 2008) – BME Járműgyártás és –Javítás Tanszék, Bp. Kundrák,

JÁNOS ÉS BANA, VIKTÓRIA ÉS GYÁNI, KÁROLY ÉS SZABÓ, SÁNDOR ÉS TOLVAJ, BÉLA [2007]
A szárazmegmunkálás folyamatjellemzőinek és a megmunkált felület minőségének vizsgálata keményszertergálásnál = Investigation of process characteristics of dry machining and quality of the machined surface in hard turning. Munkabeszámoló. OTKA.

KOVÁCS ZOLTÁN, [2010] -FIRKA 6 PDF

Firetrace [2024] CNC Machine Fire Protection Basics , Exploring the Benefits of Clean Agents
INFOPAPPA, SZALÓK ZSOLT [2022]

MOL [2018] Fémmegmunkálási segédanyagok

DR. SZEGŐ JÓZSEF: Kockázat alapú megkülönböztetés alkalmazása, NAH , [2018]

sick [2024] Útmutató biztonságos gépekhez

Czímer Gáborné, 2019.-MSZT, Ásványolaj termékek vizsgálata

<https://eur-lex.europa.eu/> letöltés: 2024-05-25, kereső: google.hu, kulcsszavak: 2006/42/EC, eur-lex.europa

[https://www.mszt.hu/hu-hu/keresesi-](https://www.mszt.hu/hu-hu/keresesi-talalatok?search=f%C3%A9mmegmunk%C3%A1l%C3%B3g%C3%A9p)

[talalatok?search=f%C3%A9mmegmunk%C3%A1l%C3%B3g%C3%A9p](https://www.mszt.hu/hu-hu/keresesi-talalatok?search=f%C3%A9mmegmunk%C3%A1l%C3%B3g%C3%A9p), letöltés: 2024-05-25, kereső: google.hu, kulcsszavak: MSZT fémmegmunkáló gép

<https://www.osha.gov/> letöltés: 2024-05-25, kereső: google.hu, kulcsszavak: cnc

Tüzesetek:

DR. PETER KROMMES [2018]- Metallbrände sind problematisch; <https://www.sifa-sibe.de/sicherheit/brandschutz/metallbraende/> ; keresőmotor: vedelem.hu, keresőszavak: fémmegmunkálás, tűz; letöltés:2024.12.11.

SIFA-SIBE [2018]; <https://www.sifa-sibe.de/arbeitsicherheit/schutzmassnahmen/brandschutz/metallbrand/?fbclid=IwZXh0bgNhZW0C> ; keresőmotor: www.google.hu; keresőszavak: védőintézkedések, fém tűz, tűzvédelem; letöltés: 2024.12.03

INFOPAPA, Szalók Zsolt [2022]; Kertai hulladékhasznosító üzem égése,

<https://www.infopapa.hu/hirek/olvas/felelmetes-latvanyt-nyujtott-az-a-tuz-amelynek-az-eloltasaban-papai-langlovagok-is-reszt-vettek-2022-07-26-175359>; keresőmotor:

www.google.hu; keresőszavak: tűz, Pápa, hulladék; letöltés: 2024.12.11.

KEMÉNYESZTERGÁLÁS [2024]; <https://www.youtube.com/watch?v=KCtEGfIfOQA>;

keresőmotor: www.google.hu; keresőszavak: kemény esztergálás; letöltés:2024.12.11

BUDAÖRSIINFO [2016], Tűz ütött ki a Gyár utcában Budaörsön,

<https://www.budaorsiinfo.hu/blog/2016/03/30/tuz-utott-ki-a-gyar-utcaban-budaorson/>; kereső:

www.google.hu; kulcsszavak: tűz, gyár utca, Budaörs; letöltés:2024.12.03

T-ONLINE [2024]Berlin tüzeset; https://www.t-online.de/region/berlin/id_100399736/brand-in-lichterfelde-wie-gross-war-die-gefahr-wirklich-schadstoffmessung.html; keresőmotor:

www.google.hu; keresőszavak: tűzoltóság, Berlin; letöltés:2024.12.03

AUGSBURG [2023] Német tűzeset; https://www.augsburg.de/aktuelles-aus-der-stadt/detail/cnc-maschine-faengt-feuer?fbclid=IwZXh0bgNhZW0CMTEAAAR05AZpb36jcn0q8F1Oz0t2VTejaiZ8HMcFQUT3t9xarAOjen5eBnEeJs8Q_aem_AasVjC_j7LjUlu3Tl0goK0PVUbb6CC1Kggfc0pbUQiukDegDQmHgUaSgReJHobtzWV4N0CP71BBIrK-jXHziwb3; keresőmotor: www.google.hu; keresőszavak: Hivatásos, tűzoltóság, CNC, kigyulladás; letöltés:2024.12.03

POODIJI [2024] Oroszország tűzeset; <https://podiji.karpat.in.ua/?p=152536&lang=hu>
https://maszol.ro/kulfold/Egy-nap-alatt-ket-orosz-gyarban-tort-ki-tuzvesz#google_vignette;
kereső: www.google.hu; kulcsszavak: Jekatyerinburg, tűz; letöltés:2024.12.03

M.SAHU [2024] Kína tűzeset;
https://m.sohu.com/a/774173142_121123525/?pvid=000115_3w_a; keresőmotor:
www.google.hu;
Keresőszavak: Guangzhou Fire, Yinsha, Xintang, Zengcheng; letöltés:2024.12.03

NEWS [2024] Tajvan tűzeset; <https://news.ltn.com.tw/news/society/breakingnews/4565307>;
kereső: www.google.hu; kulcsszavak: Zhangbin, fémfeldolgozó, égett, tűzoltók, visszavonultak; letöltés:2024.12.03

NEWS [2024] Tajvan tűzeset;
<https://tw.news.yahoo.com/%E9%87%91%E5%B1%AC%E5%B7%A5%E5%BB%A0%E5%8D%8A%E5%A4%9C%E8%B5%B7%E7%81%AB-%E6%AF%803%E5%BB%A0-%E6%96%B0%E5%B9%B4%E7%84%A1%E6%B3%95%E9%96%8B%E5%B7%A5-062518322.html?guccounter=1>; kereső: www.google.hu; kulcsszavak: tűz, új év , wugu, Új Tajpej, első munkanap, fémgyár; letöltés:2024.12.03

6.2. Szabványok

1907/2006/EK rendelet módosításáról szóló, 2008. december 16-i 1272/2008/EK európai parlamenti és tanácsi rendelet (a továbbiakban: CLP rendelet)

MSZ 14800-16 [1992] szabvány Tűzállósági vizsgálatok. Szilárd anyagok gyulladási hőmérsékletének meghatározása MSZ EN ISO 2592:2018 ásványolajtermékek lobbanás és gyulladáspontjának meghatározása Cleveland szerinti módszerrel

6.3. Jogszabályok

Országos Tűzvédelmi Szabályzatról szóló 54/2014 (XII. 5.) BM rendelet

TvMI 14.2:2022.06.13. Kockázati osztályba sorolás [2022], BM, Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság