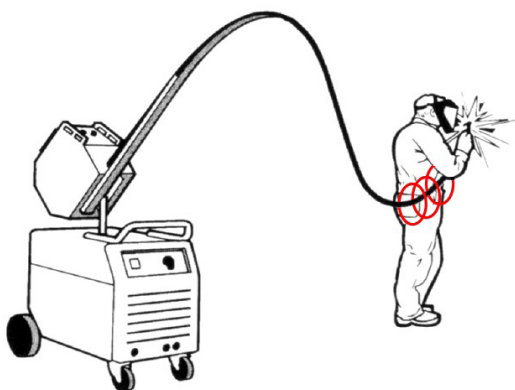


Az egészséget nem veszélyeztető és biztonságos hegesztés HELYES GYAKORLATA

Védekezés az elektromágneses tér hatásaival szemben

A helyes gyakorlat útmutató célja a hegesztés és rokon eljárásai veszélyeinek és ártalmainak megelőzését szolgáló, szakmailag helyesnek tekintett és/vagy bizonyult gyakorlat bemutatása. Alkalmazása nem kötelező, választhatók más, legalább egyenértékű biztonságot nyújtó megoldások. A jelen kiadványban bemutatott megoldások azonban megfelelnek az egészséget nem veszélyeztető és biztonságos munkavégzés jogszabályokból eredő követelményeinek, de hasznosak lehetnek a munkabiztonságot és munkaegészségügyet irányítók és ellenőrzők számára is, amikor a vonatkozó jogszabályoknak megfelelő, helyes gyakorlatot kívánják megvalósítani vagy szemléltetni.

1. A tevékenység rövid bemutatása



Az alkalmazott hegesztési eljárás:

Fogyóelektródás védőgázos ívhegesztés

A huzalelektrodás, védőgázos hegesztő eljárás folyamatosan adagolt huzalelektrodát olvaszt le védőgáz atmoszférában. A folyamat fenntartásához szükséges villamos teljesítményt meghatározott statikus és dinamikus tulajdonságokkal rendelkező áramforrás biztosítja. A jellemzően dobra csévelt huzalelektroda egyenletes sebességű adagolása az áramforrásra helyezett (vagy kisebb berendezések esetén beépített) huzalelőtoló készülék feladata.

A védőgázt 4-5 bar áramlási nyomással vezetik a huzalelőtoló készülékbe, itt található a gázáramlást vezérlő mágnesszelep.

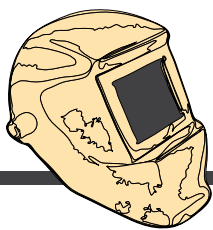
Az eljárást (lassan csökkenő, de még döntő mértékben)

kézzel vezetett hegesztőpisztollyal, kézi hegesztésként alkalmazzák (mint az ábrán). A hegesztő a kezében tartja a hegesztőpisztolyt, hogy a hegesztési folyamat számára mindenkor megfelelően tudja pozicionálni, és a hegesztendő illesztés mentén tudja vezetni. A pisztolyhoz egy kábel- és tömlőköteg tartozik, ez vezeti a hegesztéshez szükséges villamos áramot, a védőgázt, a hűtőfolyadékot (ha van), a huzalelektrodát, valamint a vezérlőkábel ereit. A hegesztőáramot vezető kábel körül nagy intenzitású, a hegesztőárammal arányos (és annak mindenkori változását követő) mágneses tér keletkezik.

A védőgázos, huzalelektrodás ívhegesztés tág teljesítménytartományban használható. Az egyenárammal használt technológia kézi alkalmazásaihoz a hegesztőáram kb. 60-500 A tartományban lehetséges, kb. 15-44V ívfeszültség mellett. Védőgázként tiszta szén-dioxidot (csökkenő mértékben), döntő mértékben argon és szén-dioxid keverékét, egyes eljárásokhoz tiszta argont használnak. Széles körben alkalmazzák ötvözetlen és erősen ötvözött acél, valamint alumínium szerkezetek hegesztéséhez. Óvatos becslések szerint is, hazánkban kb. 7-8 000 hegesztő kb. 10 000 t huzalelektrodát olvaszt le évente ezzel az eljárással.

A tevékenység oka:

Az elektromágneses tér (EMF – **E**lectromagnetic **F**ield, I. [1]). Fizikai megjelenését tekintve az elektromágneses tér villamos erőter (E) és mágneses tér (B) hullámszerűen terjedő kombinációja.



A hegesztés ipari alkalmazása során felmerülő frekvenciatartományok (amelyek mellett jelentős felharmonikus tartalommal is számolni kell) a következők:

- egyenáramú ívhegesztés, beleértve az impulzus ívű hegesztést (0 - 300 Hz),
- váltakozó áramú ívhegesztés (50 - 300 Hz),
- villamos ellenállás-hegesztés (50 Hz - 20 kHz),
- indukciós hevítés (300 Hz - 10 kHz).

A tevékenység célja:

Az EMF okozta expozíció egészségi ártalmait elleni védelem.

A hegesztéssel összefüggő, foglalkozás körében végzett jellegzetes tevékenységek, amelyek során jelentős elektromágneses sugárzás expozícióval kell számolni:

- valamennyi ív- és plazmahegesztő eljárás,
- villamos ellenállás-hegesztés (különösen a kézben tartott eszközök alkalmazásával),
- indukciós hevítés (előmelegítés, hőkezelés).

Az elektromágneses sugárzásnak való kitettséget alapvetően két tényező határozza meg:

- a mágneses sugárzás erőssége, és
- a technológia alkalmazási módja, azaz kézi-e vagy gépesített-e az eljárás.

2. A veszélyek azonosítása

Védőgázos, huzalelektrodás ívhegesztés egy ún. nyílt ívű eljárás, ezért a következő veszélyekkel kell számolni:

- **nem ionizáló sugárzás, azaz**
 - optikai sugárzás és

- elektromágneses sugárzás,
- **füst és gáz emisszió,**
- **hősugárzás,**
- **forró és izzó fémcseppek fröcskölése,**
- **villamos áramütés.**

A veszélyek azonosításánál figyelembe kell venni továbbá a kézi hegesztéssel járó valamennyi, az adott körülmények között jelentkező veszélyt, különösen:

- **ergonómiai,**
- **zaj,**
- **káros anyag belélegzése,**
- **forró felületek érintése,**
- **szélsőséges hőmérsékletkülönbségek.**

A továbbiakban a fenti veszélyek közül csak az **elektromágneses sugárzás veszélyeivel járó kockázatok** elleni védekezés lehetőségeit fogjuk részletezni. (A nem ionizáló optikai sugárzással kapcsolatban l. a HB-H3 Védekezés az optikai sugárzással szemben c. helyes gyakorlat dokumentumot.)

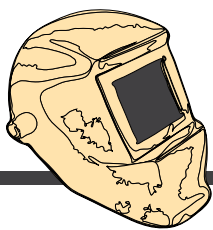
3. A veszélyeztetettek azonosítása, az érintettek száma

A hegesztőkábel körül kialakuló elektromágneses sugárzás villamos erőterének és mágneses indukciójának

- elsősorban a hegesztőpisztolyt, a hegesztőáramot vezető kábel- és tömlőkötéget tartó hegesztő van kitéve, valamint
- a hegesztőáram vezetésére használt, az áramforrást és a munkadarabot összekötő testkábel közelében tartózkodó személyek, továbbá
- a hegesztő áramforrás közelében (munkát végző, ezért ott huzamosabb ideig) tartózkodó személyek.

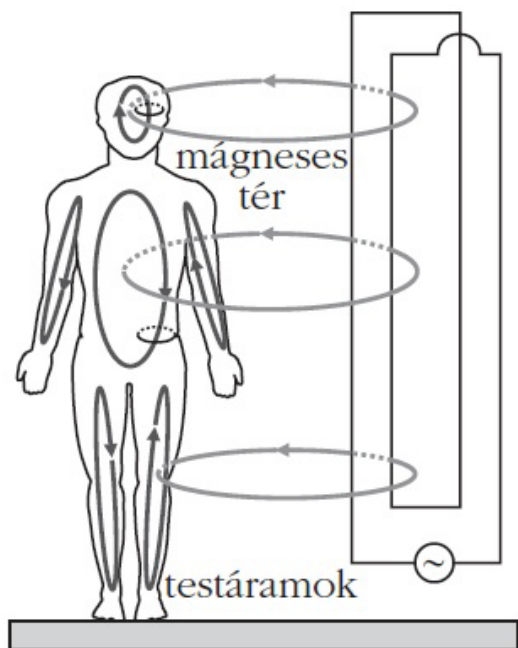
4. A lehetséges kockázatok

A Nem Ionizáló Sugárvédelem Nemzetközi Bizottság (ICNIRP) ajánlása alapján az ún. kisméretű (1



Hz $< f < 100$ kHz) erőterekre alapkorklátként ("basic restriction") a belső villamos térerősséget (E_i [V/m]) adják meg, l. [2]. A hegesztés területén előforduló erőterek ebbe a frekvenciatartományba esnek.

A mágneses tér indukciója (fluxus-sűrűsége) áramot (testáramot) indukál az emberi testben:



H6.1-1 ábra. Mágneses indukció az emberi testben [Fizikai Szemle]

Az EMF expozíciónak jelentős (nehezen megítélhető) biológia hatása van az emberi szervezetre, ami akár súlyos egészségi ártalmat, szélsőséges esetben akut, életveszélyes állapotot is okozhat. Az Egészségügyi Világszervezet (WHO) az extrém, kis frekvenciájú elektromágneses terek (ELF EMF) okozta expozíciót "lehetséges emberi rákkeltő"-nek* minősítette, l. [4].

* Olyan ágens, amelyre nézve közvetett bizonyítékok vannak az emberi szervezetben történő rákkeltésre, de az elégségesnél kevesebb bizonyíték van a kísérleti állatokban történő rákkeltésre.

Az EMF káros egészségi hatása elleni védekezésnél a vonatkozó előírást [63/2004 (VII.26.) ESzCsM rendelet] kell figyelembe venni.

Az EMF expozíciója növekszik:

- az áramvezetőtől mért távolság csökkenésével,
- a kitettség idejével,
- a mágneses teret létrehozó áram nagyságával, illetve
- frekvenciájának csökkenésével (a mágneses térerősség változásának extrém kis, $f < 500$ Hz frekvencia tartománya jelenti a legnagyobb veszélyt).

Egyenáramú ívhegesztésnél fokozza az expozíciót:

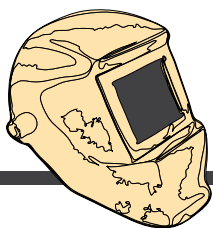
- a nagy hegesztőáram,
- az impulzus ívű hegesztés (különösen a néhány Hz frekvenciával végzett ún. lassú impulzus ívű, pl. wolfram elektródás ívhegesztés),
- az egyenáram hullámossága (amely egyfázisú, transzformátoros egyenirányítóknál a legnagyobb, és az 50 Hz-es frekvenciája is a kritikus tartományba esik).

Váltakozó áramú hegesztésnél fokozza az expozíciót:

- az egyfázisú hegesztőtranszformátor alkalmazása,
- a változtatható kimenő frekvenciájú (ún. "négyzög hullámos") áramforrásoknál az alacsony frekvencia tartomány.

Ellenállás-ponthegeztő fogó használata során [I. Irodalom 3]

- az egyfázisú transzformátor alkalmazása esetén lényegesen nagyobb az expozíció, mint háromfázisú rendszer esetén,
- a középfrekvenciás inverterek alkalmazása esetén jelentősen kisebb az expozíció, mint az egyfázisú transzformátoroknál.



5. Védelem a kockázatok ellen

A kitettség értékelése

A hegesztő erős mágneses tér okozta egészségi kockázata arra vezethető vissza, hogy az emberi szervezetben a mágneses tér gerjeszti az ideg- és izomsejteket, ami kedvezőtlen esetben kamrafibrillációt is okozhat. Erre vonatkozik a nemzetközi ajánlásokban [l. Irodalom 2] javasolt alapkortát, azaz (a $1 \text{ Hz} < f < 100 \text{ kHz}$ tartományban) az emberi szövetekben kialakuló áramsűrűséget (J) meghatározó, ún. belső térerősség (E_i), illetve a jogszabályban [1] egészségügyi határérték alapértékeként (100 kHz-ig) megadott áramsűrűség (J).

Annak megítélésére, hogy milyen mértékű a fennálló egészségi kockázat, a kitettséget kell értékelni. Mivel rendkívüli nehézségeket jelent, vagy egyáltalán nem is lehetséges az áramsűrűség meghatározása az emberi testben, az expozíciót a mágneses térerősség mért értékének a vonatkozó határérték összehasonlításával értékeli.

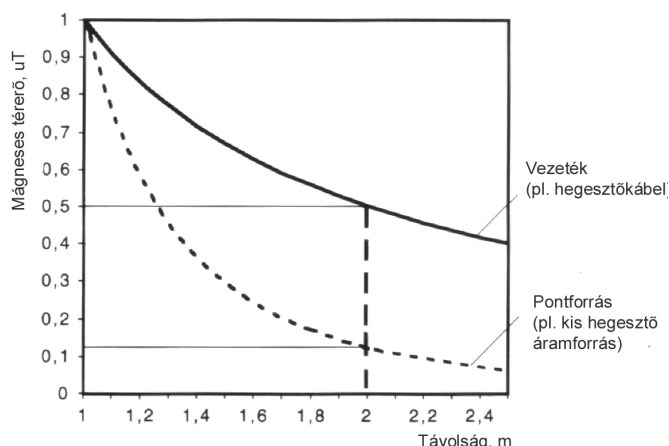
A jogszabály [l. Irodalom 1] melléklete tartalmazza az alapérték teljesítését biztosító vonatkoztatási határértékeket a testáramot létrehozó elektromos térerősségre (V/m), mágneses térerősségre (A/m), illetve indukcióra (μT).

Ennek betartása biztosítja, hogy az emberi testben kialakuló áramsűrűség nem haladja meg az *alapkortát* értékét.

Ez azonban nem feltétlenül jelenti azt, hogy amennyiben a mágneses indukció értéke túllépi a megengedett értéket, akkor az expozíció nyomán az áramsűrűség is nagyobb lesz a megengedett alapértéknél. Ennek megfelelően, ha a mágneses indukció mértéke meghaladja a vonatkoztatási határértéket, megfelelő vizsgálattal / elemzéssel / szimulációval meg kell meggyőződni arról, hogy az indukált testáram nem haladja-e meg az alapkortát értékét [l. Irodalom 5-6].

Munkaszervezés

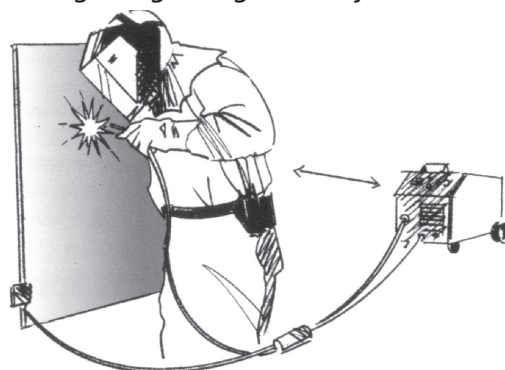
A hegesztő EMF expozíciója egyszerű megoldásokkal is csökkenthető. A leghatékonyabb védekezés a kellő távolság betartása az áramot vezető kábeltől, figyelembe véve a következő ábrát:



H6.1-2. ábra. Mágneses térerő a forrástól mért távolság függvényében [7].

Egyes esetekben jó megoldás lehet, ha a hegesztő- és testkábel egymáshoz rögzítve vezetik, és az áramforrást kellő távolságban helyezik el a hegesztőtől:

Biztonsági és egészségvédelmi jelzések

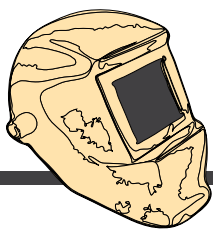


H6.1-3. ábra. Hegesztőkábel ajánlott vezetése [7]

A felsorolt intézkedések mellett biztonsági és egészségvédelmi jelzéseket (figyelmeztető és tiltó) kell kitenni az ott dolgozók és a hatókörbe kerülők számára:

Kifejezetten erős mágneses tér esetén:





Indokolt esetben:



**SZÍVRITMUS-
SZABÁLYZÓVAL
BELEPNI TILOS!**

6. Összefoglalás

Villamos ív- és ellenállás-hegesztés (és rokon eljárásai) alkalmazása során a jellemzően nagy áramot vezető szerkezeti elemek és kábelek körül extra alacsony frekvenciájú (ELF) elektromágneses tér alakul ki (EMF), amely egészségi kockázatot jelent. Nagy indukció és alacsony frekvencia rövid idő alatt akut egészségi ártalmat vagy életveszélyt, alacsonyabb indukció hosszan tartó expozíciója krónikus (elsősorban az idegrendszert érintő) egészségi ártalmat okoz.

Tekintve, hogy adott térerősség esetén az expozíció jelentősen csökken a forrástól mért távolsággal, ezért elsőrendű fontosságú a megfelelő távolság biztosítása (ez egyes kézi ívhegesztő eljárásoknál okoz nehézséget, mert a hegesztőkábel kényszerűen „testközelen” van).

Igen nagy árammal működő technológiák (pl. ellenállás-hegesztésetén) kiemelt fontosságú a szívritmus-szabályozó használatának szabályozása, valamint annak vizsgálata, hogy a hegesztő nincs-e kitéve olyan mértékű és frekvenciájú sugárzásnak, amely akut károsodást, illetve kamra-fibrillációt okozhatna.

4. Irodalom

Jogszabály:

[1] 63/2004 (VII.26.) NSzCsM rendelet a 0 Hz-300 GHz közötti frekvenciatartományú elektromos, mágneses és elektromágneses terek lakosságra vonatkozó egészségügyi határértékeiről

A felsorolás a 2012. december 31.-i állapotot tükrözi, a hatályos jogszabályokról tájékozódhat például a <http://net.jogtar.hu/> honlapon.

Szakirodalom:

[2] ICNIRP Guidelines for Limiting Exposure to Time – Varying Electric and Magnetic Fields (1 Hz – 100 kHz), ICNIRP Publication – 2010

[3] Research report 338. Measurement and analysis of magnetic fields from welding processes. Prepared by TWI for the Health and Safety Executive 2005.

[4] Electromagnetic Fields and Public Health, Extremely low frequency fields and cancer. WHO information Fact Sheet No. 263. October 2001.

[5] BGV B11 Elektromagnetische Felder. 1. Juni 2001. Carl Heymanns Verlag.

[6] BGI 5011 Beurteilung magnetischer Felder von Widerstandschweißeinrichtungen. November 2006. Carl Heymanns Verlag

[7] Hegesztőgépek. ESAB Kft. Budapest, 2001.

A kiadványt a Gépipari Tudományos Egyesület, Hegesztési Szakosztály, Hegesztés Munkavédelme Szakbizottság készítette, a Nemzeti Munkaügyi Hivatal támogatásával, a munkavédelmi jellegű bírságok felhasználására kiírt pályázat keretében.

Gépipari Tudományos Egyesület
www.gteportal.hu

Budapest, 2013. április