

Ograniczanie ryzyka zawodowego przy źródłach pól elektromagnetycznych (2)

– wybrane źródła pól i charakterystyka odzieży ochronnej

W artykule omówiono urządzenia i instalacje, przy których w przypadku niewłaściwej organizacji pracy pracownicy zagrożeni są nadmierną ekspozycją na pola oraz przedstawiono typowe czynności wykonywane przez pracowników przy tych urządzeniach. Scharakteryzowano możliwość zastosowania środków ochrony indywidualnej oraz wymagania, jakim powinny one odpowiadać, aby chronić przed oddziaływaniem pól, umożliwiając równocześnie efektywne i bezpieczne wykonywanie pracy.

Reduction of occupational hazards in the vicinity of electromagnetic field sources (2) – selected sources of electromagnetic fields and a characteristic of suitable protective clothing

This article discusses devices and installations which can produce excessive exposure of workers if work is not properly organized. It also discusses typical workers' activities related to these devices. The possibility of using personal protective equipment and the requirements such equipment should meet, so that it is efficient against exposure to electromagnetic fields, but does not prevent effective and safety work have been characterized in relation to specific devices.

Wstęp

Ekranowanie elektromagnetyczne, zmniejszające poziom ekspozycji pracowników przebywających w pobliżu źródeł pól elektromagnetycznych, może skutecznie ograniczać ryzyko zawodowe wynikające z nadmiernego narażenia na pola elektromagnetyczne. Jednakże wiele źródeł pól elektromagnetycznych wymaga swobodnego dostępu do otoczenia źródła pola, umożliwiającego wykonanie niezbędnych czynności przez pracowników. Tego typu wymagania drastycznie ograniczają możliwość zainstalowania skutecznego ekranu elektromagnetycznego. W pierwszej części artykułu [1] scharakteryzowano zastosowanie środków ochrony zbiorowej i indywidualnej, chroniących przed oddziaływaniem pól elektromagnetycznych, umożliwiających równocześnie efektywne i bezpieczne wykonywanie czynności zawodowych przy obsłudze poszczególnych urządzeń wytwarzających pola elektromagnetyczne.

Jeżeli pracownik przebywający w polach strefy niebezpiecznej jest wyposażony w odzież ochronną, o potwierdzonej skuteczności odnośnie do ochrony przed oddziaływaniem występującego tam pola elektromagnetycznego, wystarczającej, aby wskaźnik ekspozycji tego pracownika nie przekraczał wartości dopuszczalnej ($W < 1$), to takie warunki ekspozycji mogą zostać również zaklasyfikowane jako ryzyko średnie i stosowanie takiej odzieży jest jedną z metod ograniczania ryzyka zawodowego.

W takim przypadku konieczne jest co najmniej, aby parametry ochronne odzieży podlegały stałemu nadzorowi, a jej właściwości użytkowe umożliwiały pracownikowi niezakłócone wykonywanie czynności zawodowych.

W tej części artykułu omówiono przykłady urządzeń, które są często stosowane w środowisku pracy [2, 3, 4]. Scharakteryzowano pola elektromagnetyczne, które przy nich występują, sposób obsługi oraz wymagania, jakie powinna spełniać odzież ochronna, aby mogła być używana przy tych urządzeniach.

Zgrzewarki rezystancyjne

Zgrzewarka rezystancyjna (stacjonarna lub podwieszana, fot. 1.) jest przeznaczona do bezspoinowego łączenia elementów metalowych. Do połączenia elementów (zgrzania) wykorzystywane są docisk mechaniczny i ciepło wydzielone wskutek przepływu prądu przez zgrzewane elementy. Źródłem prądu jest zwykle wtórny obwód transformatora, pracujący przy prądzie zwarciowym (o częstotliwości podstawowej z przedziału 50 Hz–300 Hz i natężeniu do setek kiloamperów). Elektrody, którymi prąd doprowadzany jest do miejsca zgrzewu są w związku z tym źródłem pola magnetycznego, którego poziom może znacznie przekraczać wartość graniczną dla strefy niebezpiecznej. Pole rozproszone od układu zasilającego i transformatora ma z reguły stosunkowo niski poziom. Może być również zaekranowane obudową urządzenia.

Przy ręcznej obsłudze tego rodzaju urządzeń możliwe są przypadki ekspozycji zarówno nadmiernej, jak i niebezpiecznej w stosunku do całego ciała lub górnych kończyn pracowników.

W przypadku braku możliwości technicznych odsunięcia pracownika od elektrod zgrzewarki w czasie procesu zgrzewania, ochronę przed

Poziom ekspozycji na pola elektromagnetyczne określają następujące parametry [5]:

- natężenie pola magnetycznego $H, A/m$
- natężenie pola elektrycznego $E, V/m$
- indukcja magnetyczna B, T
- gęstość mocy promieniowania $S, W/m^2$

Narażenie na pola elektromagnetyczne występuje na stanowiskach pracy w przypadku takiego poziomu ekspozycji, że pracownik przebywa w polach stref ochronnych [5, 6].

narażeniem na pole magnetyczne można byłoby uzyskać stosując środki ochrony indywidualnej (kombinezony z ochroną głowy, kaptury, fartuchy, rękawice). Powinny one charakteryzować się w tym przypadku m.in. następującymi właściwościami:

- skutecznością ekranowania, zapewniającą co najmniej dwukrotne zmniejszenie poziomu pola magnetycznego oddziałującego na pracownika stosującego odzież, odnośnie do pola o częstotliwości z pasma 50 Hz-1000 Hz (ze względu na harmoniczne podanych częstotliwości podstawowych) i o indukcji z przedziału 0,1-10 mT
- giętkością i masą, umożliwiającymi wykonywanie nieskrępowanych ruchów chronionych części ciała
- odpornością na zapalenie od isker wytwarzanych podczas zgrzewania
- odpornością na zabrudzenie smarami lub zanieczyszczenie rozdrobnionymi substancjami elektrycznie przewodzącymi, występującymi na wielu stanowiskach pracy przy źródłach pól elektromagnetycznych (np. przy obróbce półwyrobów metalowych lub przy stosowaniu płynów do defektoskopii)

Nagrzewnice indukcyjne (piece indukcyjne)

Nagrzewnica indukcyjna (piec indukcyjny) jest przeznaczona do grzania elementów metalowych prądami wirowymi (fot. 2.). Ten sposób grzania ma szerokie zastosowanie przy obróbce plastycznej, hartowaniu, wspomaganii spawania masywnych elementów, wytapianiu stopów metali itp. Do wytworzenia prądów wirowych stosuje się induktory, najczęściej w kształcie cewki wielozwojowej, do których wkładane są nagrzewane elementy metalowe. Źródłem prądu jest zwykle generator

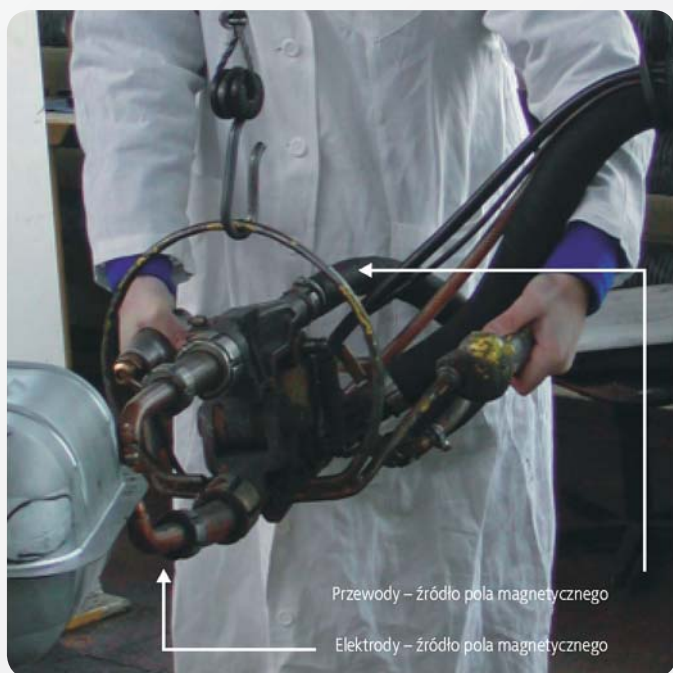
tyrystorowy lub maszynowy, pracujący z prądem wyjściowym o częstotliwości od kilkuset herców do kilku kiloherców, zależnie od wielkości grzanego elementu i materiału, z którego jest wytworzony (sporadycznie stosowane są prądy o częstotliwości do pojedynczych megaherców przy lutowaniu lutem twardym lub prądy o częstotliwości przemysłowej przy wytapianiu lub utrzymywaniu w stanie płynnym już wytopionego stopu).

Prądy przepływające w induktorze osiągają natężenie setek, a nawet tysięcy amperów. W związku z tym kable zasilające induktor oraz jego uzwojenie są źródłem pola magnetycznego, którego poziom może znacznie przekraczać wartości graniczne dla strefy niebezpiecznej. Ze względu na stosunkowo wysokie częstotliwości prądów stosowanych w nagrzewnicach indukcyjnych, przy induktorach występuje również pole elektryczne o poziomach z zakresu stref ochronnych. Pole elektromagnetyczne rozproszone od układu generatora jest z reguły stosunkowo dobrze ekranowane przez obudowę (pod warunkiem, że jest ona szczelnie zamknięta w czasie eksploatacji urządzenia). Induktor i zasilające go kable w wielu przypadkach nie są ekranowane, ponieważ konieczne jest dokonywanie częstych zmian ich położenia lub w czasie grzania przez nieruchomy induktor przesuwane są wygrzewane elementy, bądź induktor przesuwany jest wzdłuż nieruchomego elementu. Wówczas, jeżeli pracownik przebywa przy pracującym induktorze w celu ręcznego ładowania wsadu do induktora lub konieczności nadzorowania procesu automatycznego wygrzewania, to zarówno ekspozycja nadmierną, jak i niebezpieczną zagrożone jest jego całe ciało lub kończyny (najczęściej górne, sporadycznie induktor umieszczony jest poniżej pomostu, z którego pracownik obsługuje

nagrzewnicę i wtedy najsilniejsza ekspozycja dotyczy kończyn dolnych).

W przypadku braku możliwości technicznych odsunięcia pracownika od induktora podczas grzania, ochronę przed narażeniem na pole magnetyczne i elektryczne można uzyskać stosując środki ochrony indywidualnej (kombinezony z ochroną głowy, kaptury, fartuchy, rękawice). Powinny one charakteryzować się w tym przypadku m.in. następującymi właściwościami:

- skutecznością ekranowania zapewniającą co najmniej dwukrotne zmniejszenie poziomu pola magnetycznego oddziałującego na pracownika stosującego odzież, odnośnie do pola o częstotliwości z pasma 50 Hz-10 kHz (lub większych częstotliwości w przypadku wspomnianych nietypowych nagrzewnic pracujących w zakresie setek kiloherców lub pojedynczych megaherców) i o indukcji z przedziału 0,05-0,5 mT
- wskazane jest, aby odzież zapewniała również zmniejszenie poziomu pola elektrycznego o częstotliwości z wymienionego zakresu
- giętkością i masą, umożliwiającymi wykonywanie nieskrępowanych ruchów chronionych części ciała
- odpornością na zapalenie w razie przypadkowego, mimowolnego dotknięcia wygrzewanych elementów, których temperatura może przekraczać 1000 °C
- izolacyjnością termiczną, zapobiegającą poparzeniom pracownika w wyniku nagrzewania materiału ekranującego prądami wirowymi wytworzonymi przez pole induktora
- odpornością na zabrudzenie smarami lub zanieczyszczenie rozdrobnionymi substancjami elektrycznie przewodzącymi



Przewody – źródło pola magnetycznego

Elektrody – źródło pola magnetycznego

Fot. 1. Przykładowy sposób obsługi zgrzewarki podwieszanej

Photo 1. Sample use of a gun welding machine



Fot. 2. Indukcyjny piec tyglowy

Photo 2. Induction melting pot furnace

Diatermie elektrochirurgiczne

Diatermia chirurgiczna jest przeznaczona do cięcia lub koagulacji tkanek pacjenta prądem wielkiej częstotliwości przepływającym między elektrodą czynną (tzw. nożem elektrochirurgicznym), a elektrodą bierną (najczęściej płytką przewodzącą o powierzchni rzędu 100 cm² przyłożoną z drugiej strony ciała pacjenta). Do cięcia lub koagulacji stosowane są prądy o częstotliwościach podstawowych z zakresu 300 kHz – ok. 2 MHz (o przebiegach sinusoidalnie zmiennych lub modulowanych) i napięciu co najmniej kilkuset woltów (do kilku kilowoltów), aby umożliwić pojemnościowy przepływ prądu przez powietrze między elektrodą i operowaną tkanką. Źródłem prądu jest generator. Źródłem pola elektrycznego, którego poziom może znacznie przekraczać granicę strefy niebezpiecznej są głównie przewody łączące generator z elektrodami oraz elektroda czynna (fot. 3.). Pole elektromagnetyczne rozproszone od układu generatora jest z reguły stosunkowo dobrze ekranowane przez obudowę urządzenia. Pole magnetyczne w otoczeniu pojedynczego przewodu jedynie sporadycznie osiąga poziom stref ochronnych, natomiast w przypadku ułożenia przewodów w wielozwojową pętlę tworzą one induktor, przy którym mogą wystąpić pola magnetyczne o zwiększonym poziomie, łączące z polami stref ochronnych.

Ekspozycja pracowników występuje w czasie przeprowadzania zabiegów operacyjnych i dotyczy wszystkich członków zespołu, przebywających bezpośrednio przy kablach i elektrodzie czynnej; najczęściej są to: lekarz trzymający w ręku uchwyt noża elektrochirurgicznego, instrumentariuszka, asystująca pielęgniarka (przy niektórych zabiegach przytrzymująca kable zasilające elektrodę), czasami anesteziolog. W większości przypadków ekspozycja członków zespołu zabiegowego może zostać skutecznie zmniejszona przez odpowiednie rozłożenie przewodów pomiędzy generatorem a elektrodami. Jedynie ekspozycji lekarza wykonującego zabieg elektrochirurgiczny nie można całkowicie wyeliminować. Poziom ekspozycji poszczególnych części ciała lekarza zależy od ułożenia przewodów – bezpośrednio przy nich mogą występować pola strefy niebezpiecznej. Najbardziej narażona jest zwykle ręka, w której lekarz trzyma uchwyt noża chirurgicznego. Konieczność ograniczania poziomu narażenia może dotyczyć również tułowia, głowy i nóg.

Biorąc pod uwagę charakterystykę narażenia pracowników używających diatermii elektrochirurgicznych, zapotrzebowanie na zastosowanie środków ochrony indywidualnej w celu ochrony przed oddziaływaniem pola elektrycznego dotyczy przede wszystkim lekarzy wykonujących zabiegi elektrochirurgiczne. Środki ochrony indywidualnej (kombinezony z ochroną głowy, fartuchy, rękawice) powinny w tym przypadku charakteryzować się m.in. następującymi właściwościami:

- skutecznością ekranowania zapewniającą co najmniej dwukrotne zmniejszenie poziomu pola elektrycznego o częstotliwości z pasma 300 kHz-5 MHz (ze względu na harmoniczne podanych częstotliwości podstawowych) i o natężeniu 0,1-2 kV/m

- giętkością i masą, umożliwiającymi wykonywanie nieskrępowanych ruchów ciała
- odpornością na zanieczyszczenie cieczą
- odpornością na zapalenie od łuku elektrycznego przy nożu elektrochirurgicznym
- odpornością parametrów na czyszczenie i sterylizację lub koszt umożliwiający jednorazowe stosowanie.

Urządzenia do spawania łukiem elektrycznym

Urządzenie spawalnicze jest przeznaczone do łączenia elementów metalowych spoiną, wytwarzaną w wyniku ogrzania ciepłem łuku elektrycznego łączonych elementów i stopienia materiału spoinowego (będącego częścią elektrody lub wprowadzanego z zewnątrz), (fot. 4.).

Źródłem prądu jest zwykle wtórny obwód transformatora agregatu spawalniczego, pracujący przy prądzie zwarciowym (o częstotliwości podstawowej z przedziału 50 Hz – 300 Hz lub kilkunastu – kilkudziesięciu kiloherców oraz natężeniu od kilkudziesięciu do kilkuset amperów, sporadycznie powyżej 1000 A). Wykorzystywane są również agregaty tyrystorowe. Zależnie od rodzaju spawanych elementów wykorzystuje się prąd przemienny lub prostowany. Elektrody, którymi prąd doprowadzany jest do spawanego miejsca oraz kable łączące je z agregatem są w związku z tym źródłem pola magnetycznego, którego poziom może osiągać wartości z zakresu stref ochronnych. Pole rozproszone od układu generatora ma z reguły stosunkowo niski poziom. Może być również zaekranowane obudową urządzenia. W przypadku wykorzystywania prądów o wysokich częstotliwościach, rzędu setek kiloherców, może wystąpić również pole elektryczne o zwiększonym natężeniu.

Przy ręcznej obsłudze tego rodzaju urządzeń możliwe są przypadki ekspozycji nadmiernej na pola strefy zagrożenia, a sporadycznie także ekspozycji na pola strefy niebezpiecznej – dla całego ciała lub górnych i dolnych kończyn pracowników. O poziomie narażenia w większym stopniu decyduje sposób ułożenia kabli w pobliżu ciała pracownika, niż natężenie i częstotliwość prądu spawania.

W przypadku braku możliwości technicznych odsunięcia pracownika od elektrody spawalniczej i zasilających ją kabli, ochronę przed narażeniem na pole magnetyczne można byłoby uzyskać stosując środki ochrony indywidualnej (kombinezony z ochroną głowy, fartuchy, rękawice). Powinny one charakteryzować się w tym przypadku m.in. następującymi właściwościami:

- skutecznością ekranowania, zapewniającą co najmniej dwukrotne zmniejszenie poziomu pola magnetycznego oddziałującego na pracownika stosującego odzież, odnośnie do pola o częstotliwości z pasma 50 Hz-1000 Hz lub z pasma 0,01-1 MHz (ze względu na harmoniczne podanych częstotliwości podstawowych) i o indukcji odpowiednio z przedziału 0,1-1 mT lub 0,01-0,2 mT

- giętkością i masą, umożliwiającymi wykonywanie nieskrępowanych ruchów chronionych części ciała

- odpornością na zapalenie od iskier wytwarzanych podczas spawania

- odpornością na zabrudzenie smarami lub zanieczyszczenie rozdrobnionymi substancjami elektrycznie przewodzącymi

Instalacje elektroenergetyczne i elektrolityczne

Instalacje elektroenergetyczne i elektrolityczne przeznaczone są do przesyłania energii elektrycznej szynoprzewodami albo kablami zainstalowanymi wzdłuż ścian lub stropów pomieszczeń, bądź pomiędzy takimi wolnostojącymi konstrukcjami podporowymi, jak słupy linii wysokiego napięcia. Przesyłane prądy przemienne mają w Polsce częstotliwość przemysłową 50 Hz. Prądy wyprostowane mają z reguły częstotliwość podstawową z przedziału od 100 Hz do 300 Hz. W przypadku wykorzystania przewodów nieizolowanych pod wysokim napięciem (110-750 kV), zbliżanie się do instalacji pod napięciem jest zabronione ze względu na zagrożenie porażeniem prądem przy zapaleniu łuku elektrycznego między urządzeniami pod napięciem a ciałem człowieka. Z tego powodu również narażenie na pola elektryczne i magnetyczne wytwarzane przez instalację jest automatyycznie w znacznym stopniu ograniczone.

W przypadku przewodów izolowanych nie ma ograniczeń odnoszących się do zbliżania się do nich, i w takim przypadku pracownicy mogą znajdować się w polach magnetycznych stref ochronnych wytwarzanych przez prądy przepływające w instalacji (w przypadku instalacji prądu wyprostowanego, z reguły jedynie składowa zmienna pola magnetycznego osiąga poziom stref ochronnych). Poziom narażenia uzależniony jest od natężenia prądu oraz równomierności obciążenia poszczególnych faz w instalacji 3-fazowej i rozłożenia przewodów w przestrzeni. Najczęściej narażenie pracownika ma miejsce podczas obchodów w celu kontroli pracy urządzeń lub obsługi innych urządzeń zlokalizowanych w pobliżu instalacji wieloprądowej.

W przypadku braku możliwości technicznych odsunięcia pracownika od instalacji silnoprądowej elektroenergetycznej lub elektrolitycznej, ochronę przed narażeniem na pole magnetyczne można uzyskać stosując środki ochrony indywidualnej (kombinezony z ochroną głowy, fartuchy, kaptury, rękawice). Powinny one charakteryzować się w tym przypadku m.in. następującymi właściwościami:

- skutecznością ekranowania, zapewniającą co najmniej dwukrotne zmniejszenie poziomu pola magnetycznego oddziałującego na pracownika stosującego odzież, odnośnie do pola o częstotliwości z pasma 50 Hz-1000 Hz (ze względu na harmoniczne podanych częstotliwości podstawowych) i o indukcji odpowiednio z przedziału 0,1 – 1 mT

- giętkością i masą, umożliwiającymi wykonywanie nieskrępowanych ruchów chronionych części ciała

- zależnie od charakteru wykorzystania pomieszczeń, w których występuje narażenie na pola magnetyczne, dodatkowo: odporność na zapalenie od iskier lub gorących obiektów występujących w otoczeniu; odporność na zabrudzenie smarami i zanieczyszczenie rozdrobnionymi substancjami elektrycznie przewodzącymi, odporność na oddziaływanie wilgoci lub substancji chemicznych znajdujących się w powietrzu (szczególnie w przypadku takich pomieszczeń, jak elektrolizernie); odporność na oddziaływanie obniżonej lub podwyższonej temperatury

- w przypadku wykonywania prac przy instalacjach wysokonapięciowych, jak napowietrzne rozdzielnie wysokiego napięcia lub linie wysokiego napięcia, w których występują pola elektryczne osiągające poziom strefy niebezpiecznej, dodatkowo ochrona pracownika przed oddziaływaniem pola elektrycznego i ochrona przed porażeniem elektrycznym.

Podsumowanie

W celu ograniczenia narażenia pracowników na pola elektromagnetyczne środki ochrony indywidualnej powinny stanowić rodzaj „bariery” (pochłaniającej lub rozpraszającej pole elektromagnetyczne) powstające przy źródle pola a ciałem pracownika.

Dotychczas opracowano odzież ochronną zabezpieczającą przed promieniowaniem z zakresu radio- i mikrofalowego przeznaczoną dla operatorów urządzeń nadawczych (łęczności i radiolokacyjnych) oraz pracowników zajmujących się jego naprawą i konserwacją. W zakresie częstotliwości od kilkudziesięciu MHz do kilku GHz włókiennicze materiały barierowe charakteryzują się skutecznością ekranowania pola elektrycznego na poziomie co najmniej kilkudziesięciu dB (tj. osłabiają natężenie pola elektrycznego co najmniej 10 razy). Przy mniejszych częstotliwościach właściwości ekranujące pogarszają

się, szczególnie odnośnie do składowej magnetycznej pola elektromagnetycznego. Taką odzież ochronną, jak kaptury, rękawice, fartuchy (osłaniające ciało pracownika tylko częściowo) charakteryzuje znacznie mniejsza skuteczność ochrony pracownika, niż skuteczność kombinizonów osłaniających szczelnie całe ciało. Z uwagi na trudności dobrania materiału zapewniającego skuteczne tłumienie pola magnetycznego małej i średniej częstotliwości, odzież ochronna ograniczająca tego rodzaju ekspozycję pracowników była stosowana w sporadycznych przypadkach. Dostępne obecnie materiały i technologie, które mogą posłużyć do opracowywania materiałów włókienniczych o właściwościach barierowych i konstruowania środków ochrony indywidualnej, chroniących przed polami elektromagnetycznymi, dają duże możliwości w tym zakresie. Nowe możliwości technologiczne, szczególnie rozwój nanotechnologii, dają szansę opracowania materiałów włókienniczych ekranujących pole elektromagnetyczne małych częstotliwości i poszerzenia oferty środków ochrony indywidualnej poza dostępną odzież chroniącą przed promieniowaniem radiofalowym.

Zaprezentowany przegląd przykładowych parametrów odzieży do ochrony przed polami małych i średnich częstotliwości wskazuje, że opracowanie materiału włókienniczego spełniającego wymagania odnośnie do ekranowania pól wytwarzanych przez poszczególne urządzenia może być zadaniem łatwiejszym od spełnienia dodatkowych wymagań dla tego materiału, dotyczących funkcji ergonomicznych i użytkowych, omówionych w artykule. Należy brać pod uwagę również koszty stosowania odzieży ochronnej. Jednakże dostępność odzieży ochronnej może być na przykład jedynym rozwiązaniem umożliwiającym pracownikowi, któremu wszczepiono implant elektroniczny, kontynuację aktywności w wyuczonym zawodzie.

Przegląd dostępnych materiałów i technologii, jakie mogą być wykorzystane do skonstruowania odzieży lub ekranów chroniących pracowników przed oddziaływaniem pola elektromagnetycznego, zostanie zaprezentowany w kolejnej publikacji.

PIŚMIENICTWO

[1] J. Karpowicz, K. Gryz *Ograniczanie ryzyka zawodowego przy źródłach pól elektromagnetycznych (1) – środki ochrony zbiorowej i indywidualnej*. „Bezpieczeństwo Pracy”, 1(448)2009, s. 6-9

[2] *Pola elektromagnetyczne w środowisku pracy i życia człowieka*, www.wypadek.pl lub www.ciop.pl/EMF

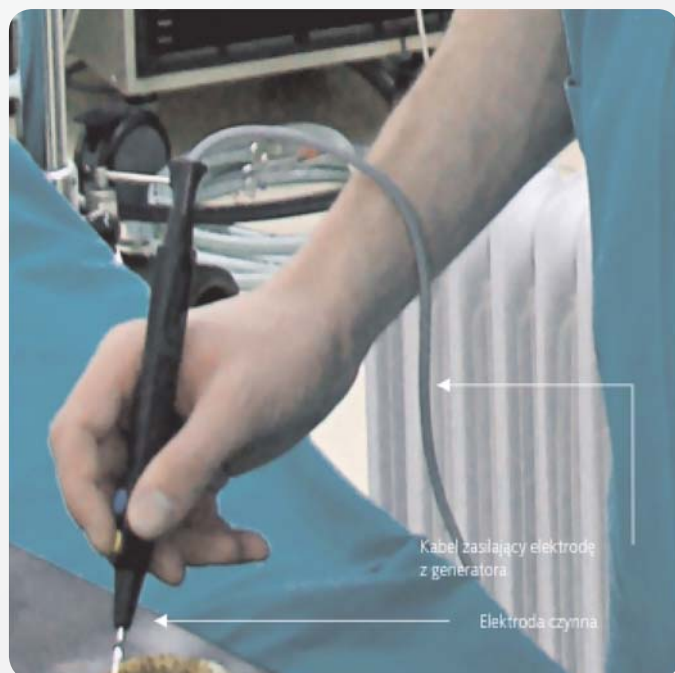
[3] K. Gryz, J. Karpowicz, P. Zradziński *Pola elektromagnetyczne przy urządzeniach elektrochirurgicznych – ocena ryzyka zawodowego*. „Bezpieczeństwo Pracy” 5(440)2008, s. 16-21

[4] K. Gryz, J. Karpowicz *Pola elektromagnetyczne w środowisku pracy*. Monografia z serii: *Zarządzanie bezpieczeństwem i higieną pracy*. Red. nauk. D. Koradecka, Warszawa, CIOP 2000

[5] PN-T-06580:2002 *Ochrona pracy w polach i promieniowaniu elektromagnetycznym w zakresie częstotliwości od 0 Hz do 300 GHz*. Arkusz 01. Terminologia. Arkusz 03. Metody pomiaru i oceny pola na stanowisku pracy

[6] Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 29 listopada 2002 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy. Załącznik 2, Część E. *Pola i promieniowanie elektromagnetyczne z zakresu częstotliwości 0 Hz-300 GHz*. DzU nr 217, poz. 1833

Publikacja opracowana na podstawie wyników uzyskanych w ramach I etapu programu wieloletniego pn. „Poprawa bezpieczeństwa i warunków pracy” dofinansowywanego w latach 2008-2010 w zakresie badań naukowych i prac rozwojowych przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego. Główny koordynator: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy.



Fot. 3. Przykładowe wykorzystanie urządzenia elektrochirurgicznego
Photo 3. Sample use of an electrosurgery device



Fot. 4. Przykładowe wykorzystanie urządzenia spawalniczego
Photo 4. Sample use of an arc welding device