

dr ZYGMUNT KUBACKI
mgr inż. ADAM POŚCIK
mgr inż. GRZEGORZ OWCZAREK
Centralny Instytut Ochrony Pracy

Ochrony spawalnicze oczu i twarzy nowej generacji

Praca wykonana w ramach Programu Wieloletniego (b. SPR-1) pn. „Bezpieczeństwo i ochrona zdrowia człowieka w środowisku pracy” dofinansowanego przez Komitet Badań Naukowych

Promieniowanie emitowane podczas spawania elektrycznego oraz spawania płomieniem gazowym może być przyczyną wielu poważnych schorzeń, takich jak: zaćma powstała na skutek przegrzania oka, stany zapalne rogówki i spojówki, zmiany na siatkówce i dnie oka spawacza.

Wszystkie rodzaje promieniowania optycznego występującego podczas spawania są szkodliwe dla oczu spawacza. Promieniowanie powstające podczas spawania łukiem elektrycznym jest również szkodliwe dla skóry twarzy, a odpryski stopionych metali oraz żużłu mogą dodatkowo prowadzić do poważnych urazów gałki ocznej. Wniknięcie do gałki ocznej ciała obcego, np. odłamka żelaza lub miedzi, oprócz spowodowanych uszkodzeń mechanicznych, może po latach wywołać żelazicę lub miedzicę.

Stosowanie złej jakości ochron w korelacji z wymienionymi czynnikami szkodliwymi powoduje m.in. nieodwracalne uszkodzenie oczu, zwłaszcza przy spawaniu łukiem elektrycznym. Podczas spawania występują często zagrożenia wywołane prądem elektrycznym [19] lub mogące powstać w wyniku zapalenia albo działania wilgoci, a także sporadycznie w wyniku przenikania przez korpus ochrony gorących kropel lub odprysków metali. Szacuje się, że w Polsce ponad pół miliona spawaczy i ich pomocników narażonych jest na te zagrożenia.

Aby zapobiec tym zagrożeniom przed niebezpiecznymi czynnikami powstającymi podczas spawania i w technikach pokrewnych, stosuje się ochrony spawalnicze: okulary, gogle, tarcze, przyłbice i

kaptury [12, 13, 15, 16]. Przyłbice w niektórych przypadkach są połączone ze sprzętem ochrony układu oddechowego, hełmem lub ochronnikami słuchu. Do spawania gazowego i lutospawania najczęściej używa się okulary i gogle. Natomiast do spawania elektrycznego i technik pokrewnych wykorzystuje się osłony spawalnicze, a więc przyłbice, tarcze i kaptury.

W kraju od wielu lat produkuje się tarcze spawalnicze, a od 10 lat – przyłbice [17, 18]. Import pierwszych przyłbic, głównie z krajów Unii Europejskiej [13], nastąpił od połowy lat dziewięćdziesiątych, a w ostatnich latach bardzo się nasilił. Dotychczas nie sprowadza się do Polski tarcz spawalniczych z uwagi na ich niskie ceny w kraju.

W związku z podpisaniem i ratyfikowaniem przez Polskę umowy o stowarzyszeniu z Unią Europejską i złożeniu wniosku o członkostwo, strona polska zobowiązała się do dostosowania swojego prawodawstwa do prawodawstwa Unii, w tym do dyrektyw [7] i do europejskich przepisów normalizacyjnych. Jeżeli chodzi o ochrony spawalnicze, dotyczy to:

– dyrektywy 89/686/EWG [9] w części dotyczącej podstawowych wymagań bezpieczeństwa i ochrony zdrowia oraz dodatkowych wymagań związanych z ochronami osobistymi, chroniącymi oczy i twarz (pkt 2.3 załącznika II dyrektywy),
– dyrektywy 89/656/EWG [8] w części dotyczącej minimalnych wymagań bezpieczeństwa i ochrony zdrowia w zakresie stosowania przez pracowników:

a) środków ochrony indywidualnej oczu i twarzy (załącznik II dyrektywy): filtrów optycznych, szybek ochronnych, okularów ochronnych, gogli ochronnych, osłon twarzy (w tym przyłbic spawalniczych), tarcz ochronnych (w tym tarcz spawalniczych),

b) rodzajów prac i dziedzin działalności, które mogą wymuszać stosowanie środków ochrony indywidualnej oczu i twarzy (załącznik III dyrektywy),

– dyrektywy 73/23/EWG [10] w części dotyczącej warunków ochrony przed zagrożeniami (ciepłem, łukiem elektrycznym lub promieniowaniem, które mogłyby powodować urazy), wywołanymi przez urządzenia elektryczne (pkt 2b załącznika I),

– dyrektywy 93/23/EWG (zmieniającej dyrektywę 89/686/EWG).

Ustanowione w latach 1994-99 polskie normy [25-32], a szczególnie norma PN-EN 175:1999 [31], zharmonizowane z normami europejskimi, umożliwiły w Polsce stosowanie wymagań i zasad doboru ochron spawalniczych oczu i twarzy, zgodnych z wymaganiami wymienionymi w cytowanych dyrektywach. Oprócz tego, normy te zwiększyły i rozszerzyły wymagania stawiane ochronom spawalniczym, dotyczące materiałów, konstrukcji oraz parametrów ochronnych i użytkowych. W zaistniałej sytuacji produkowane w Polsce dotychczas tarcze spawalnicze niekiedy nie spełniały wszystkich wymagań wymienionych norm, a przyłbicom spawalniczym postawiono duże wymagania. W związku z powyższym postanowiono przybliżyć polskiemu czytelnikowi wybrane zagadnienia związane z konstrukcją, doborem i szczegółowymi wymaganiami dotyczącymi spawalniczych ochron oczu i twarzy w zakresie bezpieczeństwa i ochrony zdrowia spawacza.

Konstrukcja, dobór

Przyłbice spawalnicze [13] noszone są na głowie, na wprost twarzy i utrzymywane są zwykle we właściwej pozycji przez nagłowie lub hełm ochronny, do których są zamontowane. Chronią one oczy i całą twarz z przodu, z boków, z góry i od dołu oraz często i szyję spawacza. Przyłbice składają się z korpusu, ramki i obsady filtrów. Niektóre z korpusów przyłbic w tylnej części po obu stronach mają specjalne wyoblenia lub elastyczne ochroniacze uszu (przymocowane do kor-

pusu), umożliwiające zamontowanie naszników przeciwhałasowych. W niektórych typach przyłbic umieszczona jest przesłona oddechu – na wprost ust, a nad głową lub po bokach – szczeliny wentylacyjne. Szczeliny te, zwłaszcza w połączeniu z przesłoną oddechu ułatwiają cyrkulację powietrza wokół twarzy spawacza i częściowo zapobiegają zaparowaniu filtra spawalniczego podczas spawania. Do dolnej części korpusu w wielu typach przyłbic można przyłączyć ochronną szyi (wykonaną np. z czarnego skaju). Korpusy przyłbic wykonywane są z tworzyw sztucznych (np. z polipropylenu, poliamidu), laminatów poliestrowo-szkłanych lub materiałów wytwarzanych metodą papierniczą, np. z preszpanu [1-4, 14, 22, 23, 34, 35]. Pozostałe części przyłbic wykonywane są przeważnie z tworzyw sztucznych, a powierzchnie wewnętrzne przyłbic są matowe, często w kolorze czarnym.

Niektóre modele przyłbic spawalniczych są wyposażone dodatkowo w:

- dwa gniazda, rozdzielone przegrodą z daszkiem, znajdujące się w obsadzie filtrów (w przedniej części korpusu), przeznaczone do zamontowania filtra spawalniczego o dwu stopniach ochrony: filtra obserwacyjnego w strefie jasnej i filtra właściwego – w strefie ciemnej (patrz p. 4.4 normy PN-EN 379:1999 [32]). Przegroda, a głównie daszek, zabezpieczają oczy podczas spawania przed przenikaniem przez strefę jasną intensywnego promieniowania spawalniczego do wnętrza przyłbicy. Niektóre z przegród są ruchome i można je usunąć;

- układ wentylacyjny, doprowadzający powietrze zza głowy spawacza, co powoduje znaczne ograniczenie ilości wdychanych dymów spawalniczych (pyłów i gazów), powstających podczas spawania;
- uchwyty umożliwiające zamontowanie sprzętu filtrującego z wymuszonym przepływem powietrza. Wdmuchiwanie do części twarzowej przyłbicy oczyszczone powietrze wytwarza w niej nadciśnienie, które uniemożliwia przedostawanie się pod nią dymów spawalniczych.

Przykłady rozwiązań konstrukcyjnych przyłbic spawalniczych przedstawiono na rys. 1.



Rys. 1. Przyłbice spawalnicze wyposażone w: *a, b* – automatyczne filtry spawalnicze; *c* – filtr o pojedynczym stopniu ochrony; *d* – dwa filtry (obserwacyjny i właściwy) o pojedynczym stopniu ochrony (fot. – prospekty firm: PIAP, Hornell Speedglas, POMET)

Przy wyborze przyłbicy spawalniczej i przeznaczenia jej użytkowania należy uwzględnić cechy konstrukcyjne, zwracając uwagę na to, aby:

- kształt przyłbicy umożliwiał gromadzenie się jak najmniejszych ilości dwutlenku węgla w obszarze oddychania,
- najniższa część przyłbicy oraz jej układ wentylacyjny powodowały znaczne ograniczenie ilości wdychanych dymów spawalniczych (pyłów i gazów) i kierowanie ich poza obszar oddychania,
- w koniecznych przypadkach stosować przyłbicę z zamontowanym sprzętem filtrującym powietrze i wymuszonym jego przepływem,
- podczas spawania nad głową wypukłe części przyłbicy pozwalały na łatwe spływanie kropeł metalu,
- przyłbica była dobrze wyważona po zamontowaniu w niej filtra i szybek ochronnych,
- opuszczanie przyłbicy w dolne położenie, na wprost twarzy, nie było powodem urazu szyi.

Przyłbice spawalniczych z automatycznymi filtrami spawalniczymi nie należy stosować w procesach spawania i cięcia laserowego.

Tarcza spawalnicza (rys. 2) – trzymana w rękę – przeznaczona jest do ochrony oczu, całej twarzy i szyi spawacza [13]. Tarcza składa się z korpusu, ramki na szybkę ochronną i filtr spawalniczy oraz rękojeści. Korpusy tarcz wykonywane są z tworzywa sztucznego, laminatu poliestrowo-szkłanego, preszpanu lub fibry, ramki – z tworzywa sztucznego lub blachy; a rękojeść – z drewna lub tworzywa sztucznego. Większość powierzchni wewnętrznych tarcz jest ciemna i matowa. Niektóre modele tarcz spawalniczych wyposażone są w dwa gniazda znajdujące się w obsadzie filtrów, przeznaczone do zamontowania filtra obserwacyjnego i właściwego. Usytuowanie i konstrukcja obsady filtrów jest identyczna jak w przyłbicach.

Spawalnicze tarcze i przyłbice powinny być stosowane do spawania łukiem elektrycznym, spawania mikroplazmowego, elektrodołobienia i cięcia strumieniem plazmy przy użyciu łuku, a także do długotrwałego, intensywnego spawania ga-



Rys. 2. Tarcza spawalnicza: a – widok z przodu; b – widok wnętrza

zowego przy użyciu dużego strumienia objętości acetylenu lub wodoru z tlenem, jak również do długotrwałego cięcia tlenem o dużym strumieniu objętości i cięcia strumieniem plazmy przy użyciu acetylenu o dużym strumieniu objętości [6, 11, 19].



Rys. 3. Kaptur spawalniczy (fot. – prospekt ERMET)

Kaptur spawalniczy (rys. 3) składa się ze skórzanej osłony twarzy oraz gogli spawalniczych [13]. Osłona twarzy wykonana jest z miękkiej skóry licowo-chromowej w kolorze czarnym. Z przodu kaptura przynitowany jest uchwyt przeznaczony do mocowania gogli spawalniczych, wykonanych z metalu lub z tworzywa sztucznego. Oprawa gogli wyposażona jest w dwa gniazda umożliwiające moco-

wanie wewnętrznych szybek ochronnych o średnicy 50 mm. Do przedniej części oprawy jest zamocowany element odchylny, który może być utrzymywany w pozycji zamkniętej lub w pozycji odchylonej ku górze (pod kątem 90° w stosunku do oprawy). Kaptur spawalniczy należy stosować w miejscach trudno dostępnych i wymagających zmiennego ustawienia głowy i ciała.

Omówione spawalnicze osłony zapewniają ochronę użytkownika przed szkodliwym promieniowaniem optycznym i innymi specyficznymi rodzajami zagrożeń powstających podczas spawania i/lub w procesach pokrewnych, dopiero po skompletowaniu z filtrami spawalniczymi i zewnętrznymi lub wewnętrznymi szybkami ochronnymi.

Filtry spawalnicze o stałym, pojedynczym stopniu ochrony (stopniu zaciemnienia) od 1.2 do 16 [15, 16, 17, 28] chronią oczy głównie przed intensywnym promieniowaniem nadfioletowym, podczerwonym oraz widzialnym o nadmiernym natężeniu. Charakteryzują się one różnymi współczynnikami przepuszczania, a wykonywane były dotychczas ze szkła barwionego w masie. W celu ograniczenia rozgrzewania się tych filtrów podczas długotrwałego spawania, dla filtrów o stopniu ochrony od 8 do 14 nanosi się na zewnętrzną stronę filtru metaliczną powłokę, odbijającą promieniowanie ciepłe w celu zmniejszenia nagrzewania się oczu spawacza [16]. W praktyce spawalniczej nie produkuje się filtrów szklanych poniżej 2 stopnia ochrony i powyżej 14 stopnia ochrony. Ostatnio na rynku światowym i krajowym pojawiły się filtry spawalnicze wykonane z tworzywa sztucznego – poliwęglanu barwionego w masie. Filtry te charakteryzują się niskimi stopniami zaciemnienia – przeważnie o stopniach ochrony 4, 5 i 6.

Omówione filtry spawalnicze o stałym, pojedynczym stopniu ochrony są kompletowane ze wszystkimi ochronami spawalniczymi oczu i twarzy: okularami, goglami, kapturami, przyłbicami i tarczami, z wyłączeniem modeli tarcz i przyłbic o

strefie jasnej i ciemnej. W osłonach tych filtr spawalniczy charakteryzuje się dwoma różnymi stopniami ochrony i praktycznie składa się z dwu pojedynczych filtrów: filtru obserwacyjnego – umieszczanego w strefie jasnej i filtru właściwego – umieszczanego w strefie ciemnej [32]. Filtr w strefie jasnej służy do krótkotrwałego obserwowania miejsca spawania, szczególnie przy nakładaniu i zapalaniu elektrody oraz do obserwowania gorących spoin (zaraz po spawaniu) przy ich czyszczeniu i sprawdzaniu. Filtr właściwy przeznaczony jest do obserwacji procesu spawania i tylko przez ten filtr można obserwować proces spawania. Przy doborze stopnia ochrony filtru obserwacyjnego i właściwego należy zawsze stosować taką zasadę, aby różnica między tymi stopniami nie wynosiła więcej niż pięć. Powszechnie stosuje się 4 lub 5 stopień ochrony filtru obserwacyjnego.

Przy doborze odpowiedniego stopnia ochrony filtru o stałym stopniu ochrony (zaciemnienia), stosowanego w ochronach spawalniczych, należy uwzględnić:

- strumień objętości acetylenu przepływającego przez palnik – dla spawania gazowego, lutospawania i cięcia strumieniem plazmy,
- strumień objętości tlenu przepływającego przez palnik – dla cięcia tlenem,
- natężenie prądu – dla spawania łukiem elektrycznym, spawania mikroplazmowego oraz elektrożłobienia i cięcia strumieniem plazmy przy użyciu łuku.

Przedstawione w polskiej normie [28] wartości stopni ochrony filtrów stosowanych w różnych technikach spawania są odpowiednie dla średnich warunków pracy, w których odległość oka spawacza od jeziora spawalniczego wynosi ok. 50 cm, a średnie natężenie oświetlenia wynosi w przybliżeniu 100 lx. W zależności od parametrów i warunków spawania, tj.: rodzaju łuku, rodzaju metalu rodzimego, ustawienia spawacza względem płomienia lub łuku, lokalnego oświetlenia, czynnika ludzkiego może być użyty inny, niż to podano w normie [28], kolejny większy lub kolejny mniejszy stopień ochrony.

Jeśli stosowanie filtrów jest niewygodne, zaleca się sprawdzenie środowiska pracy i wzroku spawacza. Stosowanie filtrów o zbyt wysokich stopniach ochrony może być szkodliwe, ponieważ zmusza spawacza do zbyt dużego przybliżania się do źródła promieniowania i wdychania szkodliwych dymów.

Automatyczne filtry spawalnicze [12, 13, 16, 17] charakteryzują się stałym lub w przeważającej większości zmiennym stopniem ochrony przeważnie od 9 do 13, samoczynnie przyciemniając pole widzenia w momencie np. zajarzenia łuku elektrycznego lub plazmowego, a po zaniku łuku (w tempie stygnięcia spoiny) samoczynnie rozjaśniając pole widzenia [7]. Montowane są one wyłącznie w przyłbicach spawalniczych. Automatyczne (elektrooptyczne) filtry spawalnicze składają się z ekranu ciekłokrystalicznego, ogniw słonecznych, oprawy wykonanej z tworzywa sztucznego, modułu elektronicznego, detektorów reagujących na zajarzenie łuku spawalniczego. Automatyczne filtry wyposażone są w dwie szybki: zewnętrzną i wewnętrzną, ochraniające ekran ciekłokrystaliczny. Zewnętrzna strona ekranu ciekłokrystalicznego wyposażona jest w filtr interferencyjny, odbijający promieniowanie podczerwone oraz nadfioletowe. Za włączanie ekranu ciekłokrystalicznego odpowiedzialne są detektory, wykrywające promieniowanie łuku spawalniczego. Zasilanie ekranów ciekłokrystalicznych oraz elektronicznych modułów filtrów zapewniają ogniwa słoneczne (w ciągu kilku lat) lub baterie. Włączenie filtrów następuje automatycznie po zajarzeniu łuku spawalniczego.

Automatyczne filtry spawalnicze charakteryzują się samoczynnym przełączeniem stopnia ochrony (stopnia zaciemnienia) z niższej wartości (w stanie jasnym) do wyższej wartości (w stanie ciemnym) wówczas, gdy zajarzy się łuk spawalniczy. Dzielą się one na filtry, które dla stanu ciemnego umożliwiają:

- automatyczną lub ręczną regulację ciemnego stopnia ochrony, przeważnie od 9 do 13,
- przełączenie filtru na jeden ciemny stopień ochrony, np. na 10 stopień.

Wszystkie automatyczne filtry spawalnicze charakteryzują się przed zadziałaniem – w stanie jasnym – stopniem ochrony 4 lub 5.

Podstawowymi parametrami użytkowania, decydującymi o jakości zastosowanego w przyłbicy automatycznego filtru spawalniczego [12, 13, 16, 17] są:

- czas przełączania (czas zaciemnienia) [32], to jest czas włączenia zaciemnienia ekranu filtru od chwili zajarzenia łuku spawalniczego. Czas ten wynosi w najnowszych rozwiązaniach filtrów poniżej 0,5 ms, a nawet 0,1 ms. W większości filtrów jest na poziomie ok. 0,2 ms,
- płynna regulacja czasu wyłączenia filtru (po zaniku łuku) w zakresie od 0,1 s do 1 s,
- możliwość automatycznej lub ręcznej regulacji ciemnego stopnia ochrony (dla stanu ciemnego filtru) lub jej brak. Zakres regulacji powinien być nie większy niż pięć stopni ochrony,
- minimalne wymiary obszaru przeziernego filtru po zamontowaniu w przyłbicy, które powinny wynosić 90 x 35 mm,
- informacja o temperaturze użytkowania filtru, np.: nie używać w temperaturze poniżej 10°C.

Temperatura użytkowania automatycznych filtrów spawalniczych jest ograniczona w zakresie niskiej temperatury do $-5 \pm 2^\circ\text{C}$, a w zakresie wysokiej temperatury – do $55 \pm 2^\circ\text{C}$. Nie można stosować automatycznych filtrów spawalniczych na mrozie lub przy długotrwałym spawaniu w lecie albo w gorących pomieszczeniach zamkniętych, dla których nastąpi przegrzanie filtru.

Doboru parametrów użytkowych automatycznych filtrów spawalniczych dokonuje się zgodnie z wymaganiami polskich norm: PN-EN 169:1996 [28], PN-EN 379:1999 [32]. Filtrów tych nie można stosować w procesach spawania i cięcia laserowego.

Szybki ochronne, wewnętrzne i zewnętrzne [16], służą do ochrony przed czynnikami mechanicznymi, głównie przed gorącymi i zimnymi odpryskami metalu i żużłu. Chronią one oczy, twarz lub filtry zarówno o stałym, pojedynczym stopniu ochrony, jak i automatyczne fil-

try spawalnicze. W zależności od przeznaczenia szybki wykonuje się je ze szkła lub z poliwęglanu. Od strony oka umieszcza się zawsze szybki ochronną, przeważnie wykonaną z poliwęglanu. Natomiast do ochrony filtru spawalniczego przed jego nadmiernym uszkodzeniem mechanicznym stosuje się przeważnie szklane szybki zewnętrzne.

Podczas spawania szybki te wymienia się dość często po ich uszkodzeniu i zmatowieniu. Ostatnio na rynku krajowym stosuje się – wykonane ze szkła sodowego – zewnętrzne szybki ochronne z warstwą odporną na odpryski spawalnicze. Warstwa ta zabezpiecza jedną powierzchnię szybki przed uszkodzeniem jej przez gorące odpryski metalu i żużłu.

Przy doborze ochron oczu i twarzy chroniących przed zagrożeniami pochodzącymi od procesu spawania należy uwzględnić znakowanie tych ochron, zgodne z wymaganiami ujętymi w polskich normach: PN-EN 166:1998 [25], PN-EN 169:1996 [28], PN-EN 175:1999 [31], PN-EN 379:1999 [32]. Każda ochrona spawalnicza powinna być trwale oznakowana w celu wskazania obszaru użytkowania. Szczegóły dotyczące zasad znakowania ochron spawalniczych są podane w cytowanych polskich normach [25, 31, 32].

Należy podkreślić, że uwzględniający znakowanie prawidłowy dobór ochron oczu i twarzy zabezpieczających przed niebezpiecznymi i szkodliwymi czynnikami powstającymi podczas spawania (intensywnym promieniowaniem optycznym, odpryskami metalu i żużłu, pyłami, gazami, iskrami i płomieniem) dla danego stanowiska spawania jest warunkiem koniecznym do osiągnięcia skutecznej ochrony oczu i twarzy (a nawet szyi i uszu) przed tymi czynnikami – zgodnej z wymaganiami obowiązującymi w Polsce i w Unii Europejskiej.

PIŚMIENNICTWO

- [1] BN-66/7341-01 *Fibra techniczna*
 [2] BN-78/6331-06 *Żywice poliestrowe. Polimale 100, 102, 103, 108, 109*

Dokończenie na str. 26