INSTYTUT SPAWALNICTWA
Polskie Spawalnicze Centrum Doskonałości

Warunki pracy i poprawa bezpieczeństwa pracy w spawalnictwie

dr inż. Jolanta Matusiak

mgr inż. Joanna Wyciślik

NAUKA DLA PRZEMYSŁU

System ochrony pracy: system środków prawnych, ekonomicznych, organizacyjnych i technicznych, służących zapewnieniu pracownikom bezpieczeństwa i ochrony zdrowia w procesie pracy [1]

[1].W. Szubert: Ochrona pracy. Studium społeczno-prawne. Warszawa 1966.

BEZPIECZEŃSTWO I HIGIENA PRACY

BEZPIECZEŃSTWO I HIGIENA PRACY – ogół norm prawnych oraz środków badawczych, organizacyjnych i technicznych mających na celu stworzenie pracownikowi takich warunków pracy, aby mógł on wykonywać pracę w sposób produktywny, bez narażania go na nieuzasadnione ryzyko wypadku lub choroby zawodowej oraz nadmierne obciążenie fizyczne i psychiczne.[2]

Ochrona pracy przy pracach na stanowiskach spawalniczych jest związana z:

- powszechnym stosowaniem spawania i procesów pokrewnych w różnych gałęziach przemysłu
- rozwojem technologii spawalniczych

[2] J. Kowalski: Podstawy prawne ochrony pracy w Polsce. W: Bezpieczeństwo pracy i ergonomia., Red. nauk. D. Koradecka. Warszawa, CIOP 1999, s. 643.

W Polsce ponad 100 branży przemysłowych związanych jest ze spawalnictwem

W procesie produkcji technologie spawalnicze wykorzystuje od 6,5 do 7 tys. przedsiębiorstw

Polska w Europie pod względem wielkości produkcji konstrukcji stalowych zajmuje II miejsce;

W 2010 roku – wyprodukowano 1,35 mln ton [3]

W Polsce w spawalnictwie pracuje około **130 -150 tys**. osób; spawacze ok. **60-80 tys.** osób [3]

[3] Pilarczyk J., Zeman W.: Spawalnictwo dziś i jutro. Biuletyn Instytut Spawalnictwa 5/2012

Zagrożenia bezpieczeństwa i higieny pracy przy spawaniu i procesach pokrewnych

- Zagrożenia chemiczne i pyłowe
  - Dym spawalniczy
- Zagrożenia fizyczne
  - Hałas
  - Promieniowanie optyczne
  - Promieniowanie laserowe
  - Pola elektromagnetyczne
- Zagrożenie urazami mechanicznymi
- Zagrożenie prądem elektrycznym
- Zagrożenie pożarem
- Zagrożenie wybuchem

Czynniki kształtujące środowisko pracy:

- Mikroklimat
- Ergonomia stanowiska pracy

Zanieczyszczenia pyłowe i gazowe wydzielających się przy spawaniu i procesach pokrewnych

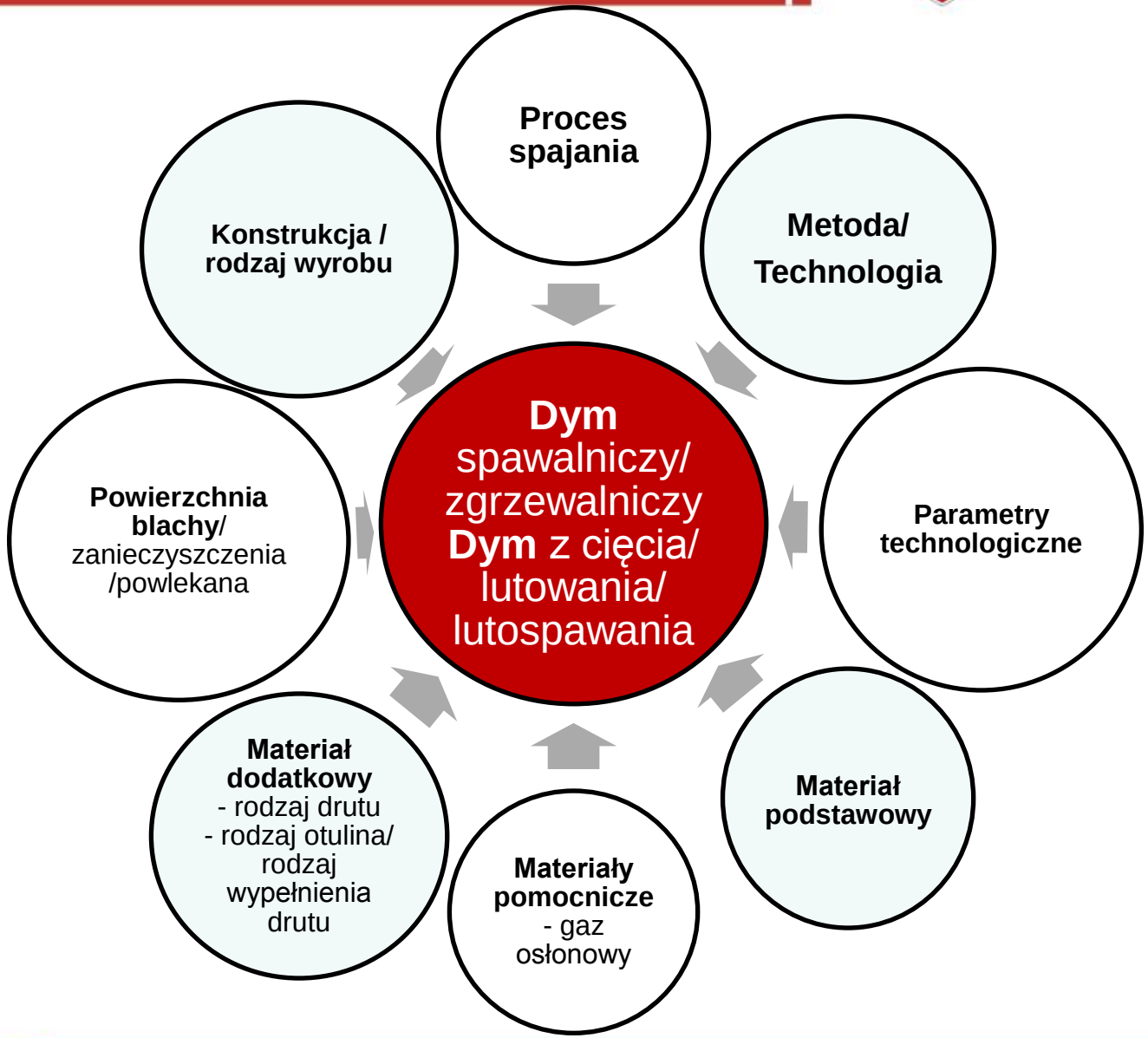
- **Dym spawalniczy** (aerozol dwufazowy kondensacyjny)

- konwekcyjny strumień zanieczyszczeń.
Mieszanina wysoko i średnio dyspersyjnych cząstek stałych (pyłu spawalniczego) oraz substancji chemicznych (gazów).

- **Pył spawalniczy - składa się z prostych i złożonych tlenków, krzemianów, fluorokrzemianów, fluorków oraz węglanów metali i niemetali.**

- **Nowe terminy:**

dym zgrzewalniczy, dym z cięcia termicznego,
dym z lutowania / lutospawania


Proces spajania
Metoda/ Technologia
Parametry technologiczne
Materiał podstawowy
Materiały pomocnicze - gaz osłonowy
Materiał dodatkowy - rodzaj drutu - rodzaj otulina/ rodzaj wypełnienia drutu
Powierzchnia blachy/ zanieczyszczenia /powlekana
Konstrukcja / rodzaj wyrobu
Dym spawalniczy/ zgrzewalniczy Dym z cięcia/ lutowania/ lutospawania

Dymy spawalnicze

Pył

- Działanie drażniące, toksyczne, uczulające
  - aluminium
  - bar
  - beryl
  - kadm
  - chrom
  - miedź
  - magnez
  - mangan
  - nikiel
  - cynk
- Działanie kancerogenne
  - chrom(VI)
  - nikiel
  - beryl
  - kadm
- Pylica łagodna i zwłókniająca
  - ditlenek krzemu
  - żelazo
  - kobalt
  - beryl

Gazy

- Działanie drażniące
  - ozon
  - tlenki azotu
- Inhibitory utleniania krwi
  - tlenek węgla

Pył spawalniczy

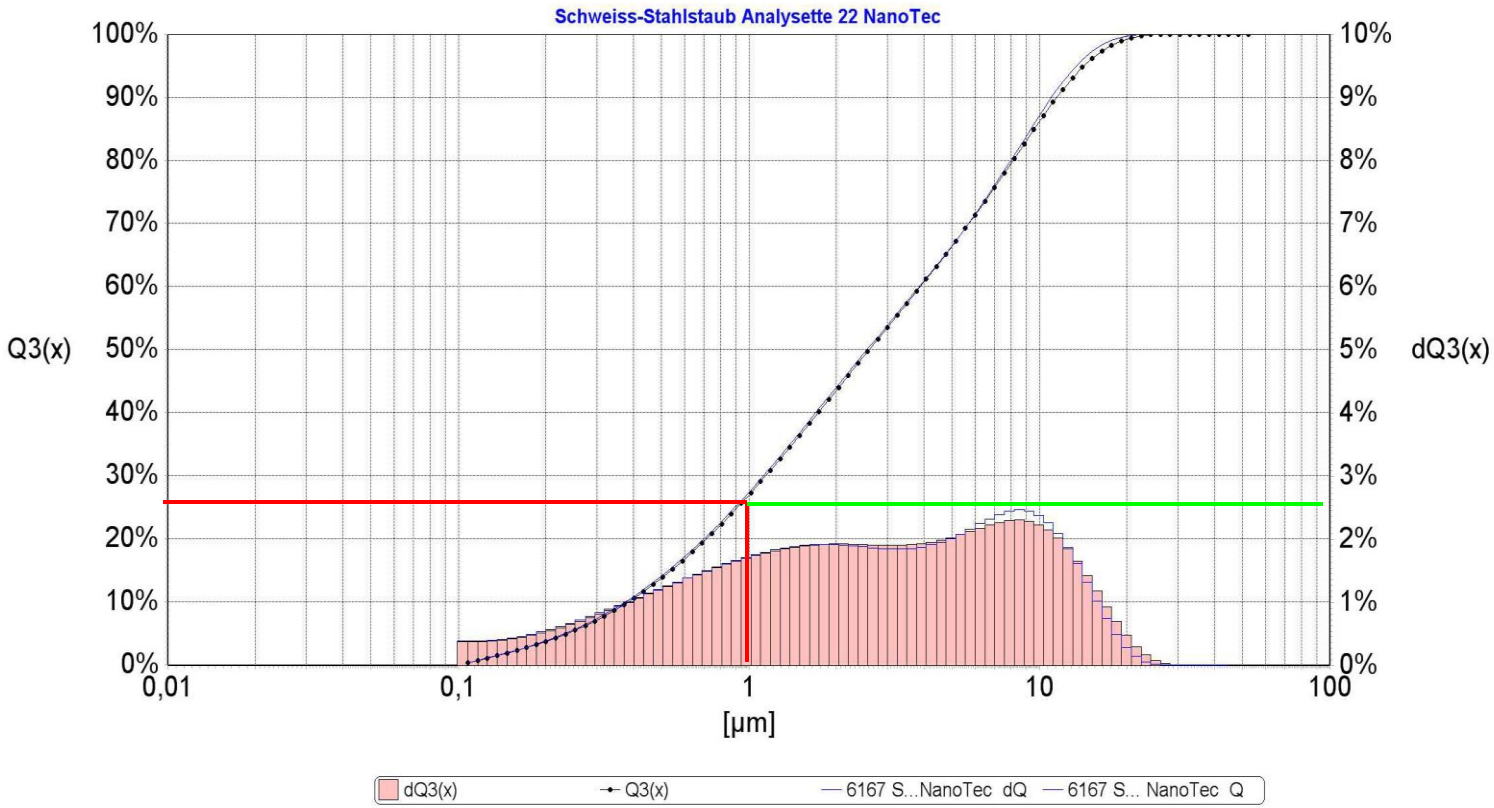
- Pył o wymiarze cząstek poniżej 1 μm nazywany jest **pyłem respirabilnym** i podlega głównie ruchom Browna, tj. nieregularnym ruchom po liniach zygzakowatych.

- Cząstki frakcji respirabilnej (pęcherzykowej) pyłu przenikają do dróg oddechowych niepokrytych nabłonkiem migawkowym.

- Cząstki pyłu spawalniczego mają kształt zbliżony do kształtu kulistego i występują w postaci bardzo drobnych cząstek pojedynczych oraz w postaci łańcuchów i aglomeratów.

- W skład dymu spawalniczego wchodzą również frakcje pyłu drobnoziarnistego o cząstkach, których wymiary przekraczają 1μm, jest to pył opadający. Cząstki pyłu osiadają pod wpływem swojego ciężaru, ale mogą przez pewien czas pozostawać w zawieszeniu (podlegają głównie siłom grawitacji i bezwładności).

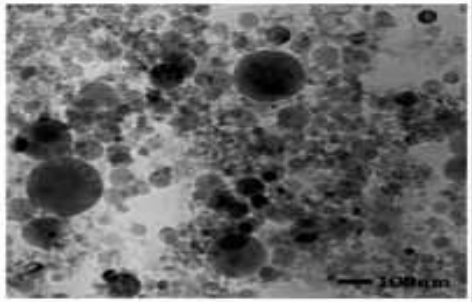
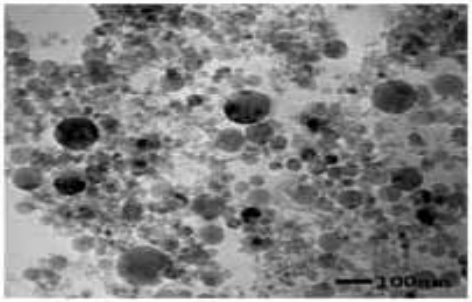
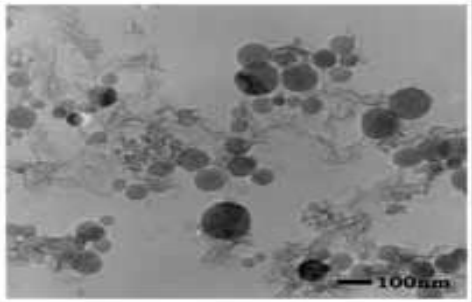
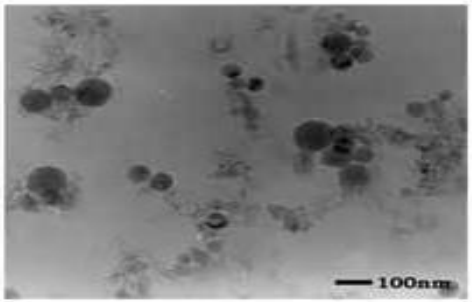
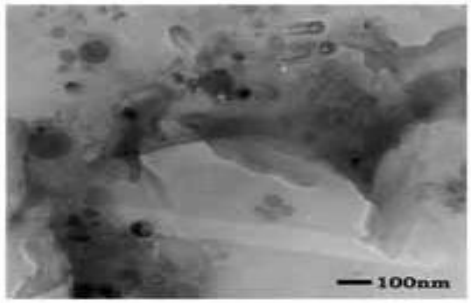
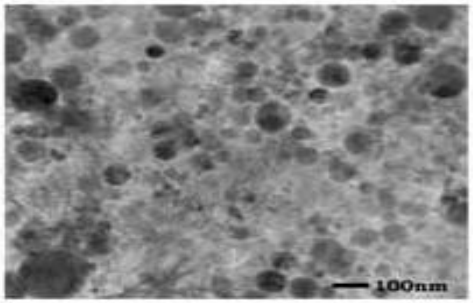
Pył spawalniczy



Pył ze spawania metodą MAG stali niestopowej
drutem G3Si1 ø 1,2 mm
Gaz osłonowy: $Ar+CO_2$

Obraz z analizy mikroskopowej pyłu powstającego przy spawaniu stopu Al-Mg

Wire: A5356 Φ1.0 mm Base metal: A5052 Wire feed rate: 7.17 m/min

Voltage	DC pulse	AC pulse
18 V		
21 V		
24 V		

Skład chemiczny pyłu spawalniczego

Spawanie drutami litymi stali niskostopowych

Żelazo	Mangan	krzemionka
FeO, Fe_2O_3, Fe_3O_4	MnO_2, Mn_2O_3, Mn_3O_4, MnO	

Spawanie stali wysokostopowych nierdzewnych

Dodatkowo:

Chrom: Cr(III) - Cr_2O_3, $FeCr_2O_4$, $KCrF_4$
Cr(VI) - Na_2CrO_4, K_2CrO_4, $ZnCrO_4$, CrO_3
nikiel - NiO, NiO_2, Ni_2O_3

Spawanie elektrodami otulonymi i drutami proszkowymi

Dodatkowo:

Związki sodu, potasu, wapnia, magnezu,
Fluorki proste i złożone CaF_2, KF, NaF, $BaCO_3$, BaF_2

Skład chemiczny pyłu spawalniczego

Spawanie, lutospawanie i zgrzewanie stali z powłokami

- żelazo
- mangan
- miedź
- cynk
- krzemionka
- glin

Spawanie stopów aluminium

- glin:
  Al metaliczne,
  Al_2O_3 $MgAl_2O_4$
- cynk
- krzem
- magnez
- mangan

Zanieczyszczenia gazowe przy spawaniu i procesach pokrewnych tworzone są przez:

- tlenki azotu (NO_x)
- tlenek węgla (CO)
- ozon (O_3)
- benzen, toluen, ksylen – węglowodory aromatyczne
- WWA- wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne

Głównymi źródłami emisji gazów przy spawaniu są:

- proces rozkładu otuliny elektrod,
- proces rozkładu topników i past lutowniczych,
- reakcje termiczne zachodzące w atmosferze otaczającej łuk,
- reakcje fotochemiczne (emisja promieniowania UV),
- rozkład, wypalanie farb, lakierów, powłok antykorozyjnych

W celu ochrony pracowników przed skutkami nadmiernego narażenia na substancje niebezpieczne, do ustawodawstwa wprowadzone są wartości określające dopuszczalne stężenia substancji w powietrzu na stanowiskach pracy. Wartości dopuszczalne (normatywy higieniczne) stanowią kryteria oceny narażenia zawodowego.

W Polsce obowiązują trzy kategorie najwyższych dopuszczalnych stężeń:

najwyższe dopuszczalne stężenie **(NDS)** – wartość średnia ważona stężenia, którego oddziaływanie na pracownika w ciągu 8-godzinnego dobowego i przeciętnego tygodniowego wymiaru czasu pracy przez okres jego aktywności zawodowej nie powinno spowodować ujemnych zmian w stanie zdrowia,

najwyższe dopuszczalne stężenie chwilowe **(NDSCh)** - wartość średnia stężenia, która nie powinna spowodować ujemnych zmian w stanie zdrowia pracownika, jeżeli utrzymuje się w środowisku nie dłużej niż 15 min i nie częściej niż 2 razy w czasie zmiany roboczej, w odstępie czasu nie krótszym niż 1 godzina,

najwyższe dopuszczalne stężenie pułapowe **(NDSP)** – wartość stężenia, która ze względu na zagrożenie zdrowia lub życia pracowników nie może być w środowisku pracy przekroczona w żadnym momencie.

Wykaz wybranych wartości najwyższych dopuszczalnych stężeń chemicznych i pyłowych czynników szkodliwych dla zdrowia w spawalniczym środowisku pracy

Nazwa substancji chemicznej / pyłowej	NDS mg/m^3	NDSCh mg/m^3
Pył zawierający wolną krzemionkę powyżej 50% pył całkowity pył respirabilny	 2 0,3	
Pył zawierający wolną krzemionkę od 2 do 50% pył całkowity pył respirabilny	 4 1	
Bar	0,5	
Benzen	1,6	
Benzo[a]piren	0,002	
Chrom metaliczny CrII, CrIII	0,5	
Chromiany(VI), dichromiany(VI)	0,1	0,3
Ditlenek węgla	9000	27000
Fluorki (przeliczenie na F)	2	
Kadm (pył, dym) pył respirabilny	0,01 0,002	
Mangan	0,3	
Nikiel	0,025	

Wg. ROZPORZĄDZENIA 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.
Dz.U. 2002 nr 217 poz. 1833 wraz z późn. zmianami

Wykaz wybranych wartości najwyższych dopuszczalnych stężeń chemicznych i pyłowych czynników szkodliwych dla zdrowia w spawalniczym środowisku pracy (2)

Nazwa substancji chemicznej / pyłowej	NDS mg/m^3	NDSCh mg/m^3
Tlenek cynku (przelicz. Zn) dymy	5	10
Tlenek magnezu dymy pył	5 10	
Tlenek węgla	23	117
Tlenki azotu	3,5	7
Ditlenek azotu	0,7	1,5
Ozon	0,15	
Tlenki żelaza (przelicz. Fe)	5	10
Triltenek glinu (przelicz.Al) Pył całkowity Pył respirabilny	 2,5 1,2	
WWA	0,002	
Miedź (przelicz. Cu)	0,2	
Beryl (przelicz.Be)	0,0002	

Wg. ROZPORZĄDZENIA 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.
Dz.U. 2002 nr 217 poz. 1833 wraz z późn. zmianami

Zakres badań w projekcie pt. „Ocena zagrożeń chemicznych, pyłowych i fizycznych w środowisku pracy przy innowacyjnych metodach spajania różnych materiałów konstrukcyjnych jako działanie wspomagające kształtowanie bezpiecznych warunków pracy”

Zagrożenia chemiczne i pyłowe

Emisja pyłu i gazów oraz skład chemiczny pyłu przy spawaniu stali odpornych na korozję metodami CMT i ColdArc.

Emisja pyłu i gazów oraz składu chemicznego pyłu przy lutospawaniu metodami CMT i ColdArc stali z powłokami

Emisja pyłu i gazów przy zgrzewaniu rezystancyjnym blach stalowych z dwuwarstwowymi powłokami ochronnymi

Emisją gazów przy zgrzewaniu wibracyjnym tworzyw termoplastycznych

Zakres badań w projekcie pt. „Ocena zagrożeń chemicznych, pyłowych i fizycznych w środowisku pracy przy innowacyjnych metodach spajania różnych materiałów konstrukcyjnych jako działanie wspomagające kształtowanie bezpiecznych warunków pracy”

Zagrożenia fizyczne

Poziom natężenia dźwięku przy spawaniu stali odpornych na korozję oraz przy lutospawaniu stali z powłokami metodami CMT i ColdArc.

Natężenie promieniowania nadfioletowego, światła niebieskiego i promieniowania termicznego podczas spawania i lutospawania.

Badanie poziomu ciśnienia akustycznego w zakresie hałasu słyszalnego i hałasu ultradźwiękowego przy zgrzewaniu ultradźwiękowym metali.

Badanie poziomu ciśnienia akustycznego w zakresie hałasu słyszalnego przy zgrzewaniu wibracyjnym tworzyw termoplastycznych oraz przy zgrzewaniu stopów aluminium metodą FSW.

Spawanie i lutospawanie łukowe metodami niskoenergetycznymi

Nowe warianty spawania metodą MIG/MAG:

- **CMT** (Cold Metal Transfer)
- **ColdArc**

Główne obszary praktycznego zastosowania metody CMT i ColdArc

- spawanie cienkich blach ze stali niestopowych,
- stali wysokostopowych nierdzewnych i stopów aluminium,
- lutospawanie metodą MIG,
- lutospawanie blach aluminiowych ze stalowymi.

Główne obszary praktycznego zastosowania metody CMT i ColdArc

- Przemysł motoryzacyjny
- Przemysł chemiczny
- Wytwarzanie konstrukcji dla przemysłu spożywczego
- Budownictwo i architektura
- Wytwarzanie konstrukcji dla ochrony środowiska

Materiały: FRONIUS INTERNATIONAL GMBH
EWM HIGHTEC WELDING GmbH

ZGRZEWANIE

- Rezystancyjne → Przemysł samochodowy, Przemysł lotniczy, Przemysł okrętowy, AGD
- Tarciowe metoda FSW
- Ultradźwiękowe → Przemysł elektrotechniczny, Telekomunikacja, Przemysł samochodowy
- Wibracyjne → Przemysł samochodowy, AGD

Grupę zgrzewaczy i osób obsługujących ręczne, zmechanizowane i zrobotyzowane zgrzewarki można szacować na około 15 tys. osób.

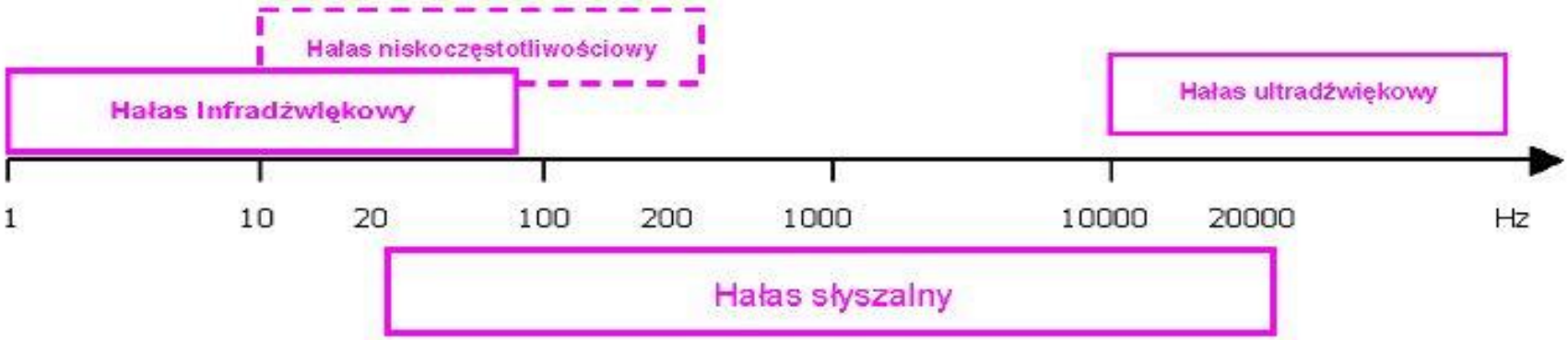
Zagrożenia bezpieczeństwa i higieny pracy przy spawaniu i procesach pokrewnych

- Zagrożenia chemiczne i pyłowe
  - Dym spawalniczy
- Zagrożenia fizyczne
  - Hałas
  - Promieniowanie optyczne
  - Promieniowanie laserowe
  - Pola elektromagnetyczne
- Zagrożenie urazami mechanicznymi
- Zagrożenie prądem elektrycznym
- Zagrożenie pożarem
- Zagrożenie wybuchem

Czynniki kształtujące środowisko pracy:

- Mikroklimat
- Ergonomia stanowiska pracy

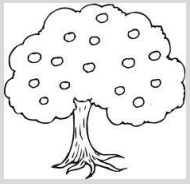
Hałas - wszelkie niepożądane, nieprzyjemne, dokuczliwe, uciążliwe lub szkodliwe drgania ośrodka sprężystego, oddziaływujące za pośrednictwem powietrza na narząd słuchu i inne zmysły oraz elementy organizmu człowieka.



Klasyfikacja hałasu ze względu na:

- Zakresy częstotliwościowe
  - Infradźwiękowy
  - Słyszalny
  - Ultradźwiękowy
- Przebieg czasowy
  - Ciągły
  - Przerywany
  - Impulsowy
- Charakterystykę oddziaływania
  - Uciążliwy
  - Szkodliwy
- Środowisko występowania
  - Przemysłowy
  - Komunalny
  - Komunikacyjny
- Źródło powstawania
  - Aerodynamiczny
  - Mechaniczny
  - Mieszany

Wartości ciśnienia akustycznego oraz odpowiadające mu poziomy hałasu wraz z przykładowymi źródłami dźwięku

Ciśnienie akustyczne [Pa]	Poziom mocy [dB]	Źródło dźwięku
100	140	granica bólu
	130	
10	120	
	110	procesy cięcia plazmowego
	100	
1	**90**	
0,1	**80**	procesy spawania
	70	
0,01	60	
	50	
	40	
0,001	30	
0,0001	20	
	10	
0,00001	0	próg słyszenia

Wpływ hałasu na organizm człowieka

Dokuczliwy, działanie hałasu bezpośrednie

- niezadowolenie
- dyskomfort
- zmęczenie
- trudności w koncentracji

Szkodliwy

Słuchowy
działanie hałasu **bezpośrednie**

- działanie na ucho środkowe i wewnętrzne powodujące upośledzenie słuchu bądź głuchotę

Pozasłuchowy
działanie hałasu **pośrednie**

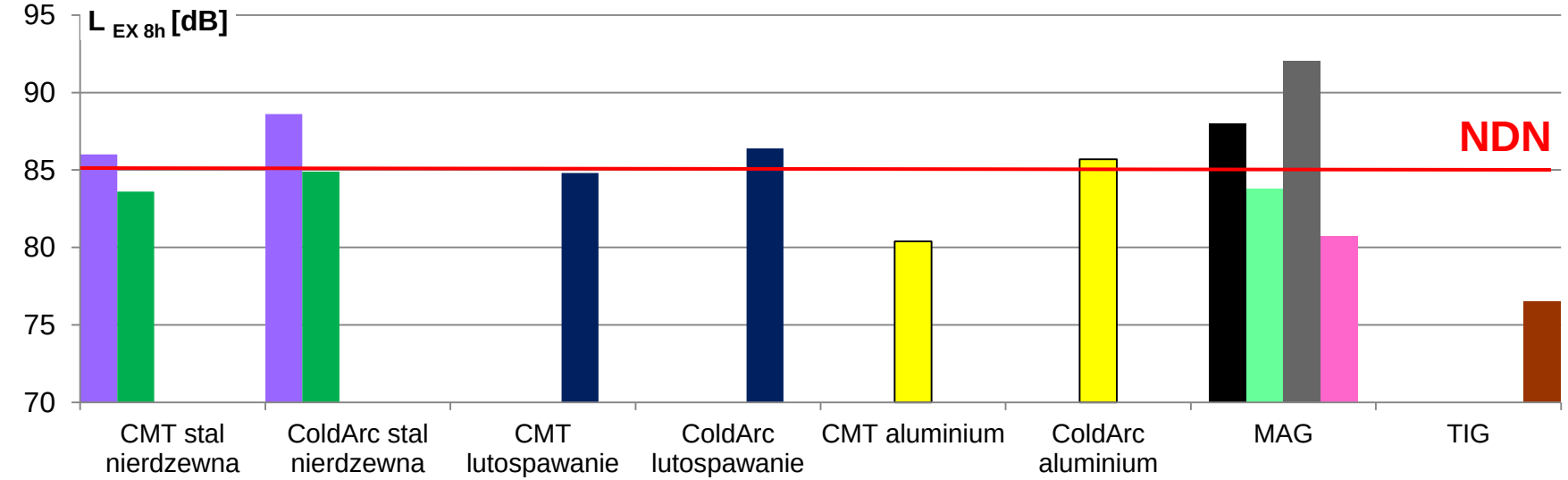
- działanie na układ nerwowy, krążeniowy, reakcje stresowe

Dopuszczalne wartości hałasu w środowisku pracy

Wartości hałasu słyszalnego w środowisku pracy		Dopuszczalne wartości hałasu zgodne z rozporządzeniem MPiPS (Dz.U. 217/2002 poz. 1833)
Równoważny poziom dźwięku A w odniesieniu do:	8-godzinnego dobowego wymiaru czasu pracy	85 dB
	tygodnia pracy	85 dB
Maksymalny poziom natężenia dźwięku A		115 dB
Szczytowy poziom dźwięku C		135 dB

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 (Dz. U. nr 217, poz. 1833 z 2002 r.)

Poziom ekspozycji na hałas słyszalny odniesiony do 8-godzinnego wymiaru czasu pracy przy spawaniu/lutospawaniu różnych materiałów konstrukcyjnych tradycyjnymi metodami MIG/MAG i TIG oraz innowacyjnymi metodami niskoenergetycznymi CMT/ColdArc



- spawanie stali X5CrNi 18-10 w osłonie 98%Ar+2%O2
- spawanie stali X6Cr17 w osłonie 82%Ar+18%CO2
- spawanie stopu aluminium EN AW 5251
- lutospawanie stali DX 54D Z100 MBO
- spawanie stali w osłonie Ar
- spawanie stali w osłonie MIX 18, drut proszkowy, metalowy
- spawanie stali w osłonie MIX 18, drut proszkowy, zasadowy
- spawanie stali w osłonie MIX 18, drut lity
- spawanie stali w osłonie CO2, drut lity

HAŁAS

- **Procesy spawalnicze przy produkcji konstrukcji spawanych nie są jedynym źródłem hałasu.**

HAŁAS

- Cały proces wytwórczy oparty na spawaniu i innych operacjach towarzyszących,
np. czyszczenie mechaniczne, szlifowanie, transport elementów, kształtowanie i prostowanie elementów na zimno powoduje, że pomiary prowadzone dla stanowisk spawalniczych wykazują bardzo często przekroczenia najwyższych dopuszczalnych norm.

HAŁAS

- Walka z hałasem w środowisku pracy przy wytwarzaniu konstrukcji spawanych powinna obejmować z jednej strony analizę warunków spawania, a z drugiej kompleksową ocenę innych źródeł zagrożeń z wyszczególnieniem źródeł najgroźniejszych.

Działania zmierzające do ograniczenia narażenia pracowników na hałas

Metody technicznego ograniczania poziomu natężenia hałasu na stanowisku pracy:

- **zastosowanie cichszych technologii,**
- **likwidacja zbędnych źródeł hałasu,**
- **stosowanie tłumików hałasu,**
- **stosowanie obudów dźwiękochłonnych,**
- **stosowanie ekranów dźwiękochłonnych,**
- **adaptacja akustyczna pomieszczeń.**

Działania zmierzające do ograniczenia narażenia pracowników na hałas

Działania organizacyjne zmierzające do ograniczania poziomu natężenia hałasu na stanowisku pracy:

- **skracanie czasu narażenia,**
- **rotacja pracowników, tak by pracowali na maszynach o różnej emisji hałasu,**
- **rozgęszczenie źródeł hałasu i stanowisk pracy,**
- **wyprowadzenie poza hale części źródeł hałasu,**
- **tworzenie stref ciszy,**
- **stosowanie ochronników słuchu,**
- **oznakowanie stref i stanowisk zagrożonych hałase**m.

Promieniowanie optyczne

Źródłem promieniowania optycznego w procesach spawania i cięcia jest łuk elektryczny i płomień gazowy.

W skład tego promieniowania wchodzą:

- intensywne promieniowanie widzialne,
- promieniowanie nadfioletowe,
- promieniowanie podczerwone,
- linie lub pasma promieniowania charakterystyczne dla pierwiastków wchodzących w skład spawanych lub ciętych materiałów (z zakresu od około 300 nm do 700 nm),
- promieniowanie termiczne rozgrzanych do wysokiej temperatury gazów spawalniczych.

Zakres promieniowania występującego podczas procesów spawania

Rodzaj promieniowania	Oznaczenie	Przedział długości fal [nm]
Promieniowanie nadfioletowe	UV-C	100-280
	UV-B	280-315
	UV-A	315-400
Promieniowanie widzialne (światło)	VIS	400-480
Promieniowanie podczerwone	IR-A	780-1400
	IR-B	1400-2000

Uszkodzenia związane z nadmierną ekspozycją na promieniowanie

Zakres długości fal	Rodzaj uszkodzenia	
	oko	skóra
UV-A UV-B, UV-C	Zaćma fotochemiczna (pojawia się po wielu latach ciągłej ekspozycji) Zapalenie rogówki lub uszkodzenia rogówki, zapalenie spojówek	Zaczerwienienie (rumień), poparzenie, pigmentacja skóry, fotostarzenie przednowotworowe i nowotworowe zmiany skórne, rak skóry
VIS (Światło widzialne – niebieskie)	Fotochemiczne i termiczne uszkodzenie siatkówki, olśnienie, zapalenie spojówek	Uszkodzenia termiczne: zaczerwienienie
IR-A IR-A, IR-B, IR-A, IR-B	Termiczne uszkodzenie siatkówki Poparzenia i uszkodzenia rogówki, Zaćma termiczna (pojawia się po wielu latach ciągłej ekspozycji)	Uszkodzenia termiczne: zaczerwienienie, poparzenie

ŚRODKI OCHRONY INDYWIDUALNEJ SPAWACZY
OCHRONA OCZU

Podczas spawania i cięcia metali oczy, twarz i szyja spawaczy narażone są na promieniowanie optyczne oraz na gorące odpryski metalu.

W celu ograniczenia niekorzystnego działania tych czynników należy stosować:

- tarcze spawalnicze
- przyłbice z filtrami spawalniczymi
- okulary spawalnicze

ŚRODKI OCHRONY INDYWIDUALNEJ SPAWACZY
OCHRONA OCZU

Wybór filtru ochronnego odpowiedniego dla procesu spawania łukowego zależy od następujących czynników:

- natężenia prądu, rodzaju materiału podstawowego oraz metody spawania (MAG,MIG,TIG)
- ustawienia operatora względem miejsca spawania lub łuku
- lokalnego oświetlenia
- czynnika ludzkiego

Wymagania dotyczące dobory filtrów spawalniczych ujęto w normie PN-EN 169:2005 „Ochrona indywidualna oczu. Filtry spawalnicze i filtry dla technik pokrewnych”

INSTYTUT SPAWALNICTWA
Polskie Spawalnicze Centrum Doskonałości
Zagrożenia w środowisku pracy przy spawaniu i lutospawaniu łukowym metodami niskoenergetycznymi
Dr inż. Jolanta Matusiak
Mgr inż. Joanna Wyciślik
Zalecenia do profilaktyki zagrożeń zdrowia pracowników z uwzględnieniem modyfikacji warunków materiałowo-technologicznych przy spawaniu i lutospawaniu łukowym metodami niskoenergetycznymi stali odpornych na korozję i blach stalowych z powłokami
Publikacja opracowana na podstawie wyników II etapu programu wieloletniego „Poprawa bezpieczeństwa i warunków pracy", finansowanego w latach 2011-2013 w zakresie badań naukowych i prac rozwojowych ze środków Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego/Narodowego Centrum Badań i Rozwoju.
Koordynator programu: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy
Gliwice, 2011

INSTYTUT SPAWALNICTWA
Polskie Spawalnicze Centrum Doskonałości
Zagrożenia w środowisku pracy przy zgrzewaniu rezystancyjnym, ultradźwiękowym, wibracyjnym oraz tarciowym z mieszaniem materiału zgrzeiny
dr inż. Jolanta Matusiak
mgr inż. Joanna Wyciślik
dr Hanna Krztoń
dr Jerzy Szdzuj
mgr Piotr Szłapa
Zalecenia do profilaktyki zagrożeń zdrowia pracowników przy zgrzewaniu rezystancyjnym, tarciowym z mieszaniem materiału zgrzeiny oraz zgrzewaniu ultradźwiękowym i wibracyjnym z uwzględnieniem modyfikacji warunków technologicznych
Publikacja opracowana na podstawie wyników II etapu programu wieloletniego „Poprawa bezpieczeństwa i warunków pracy", finansowanego w latach 2011-2013 w zakresie badań naukowych i prac rozwojowych ze środków Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego/Narodowego Centrum Badań i Rozwoju.
Koordynator programu: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy
Gliwice, 2012

Przeszłość
3D

- Dirty
- Dusty
- Dangerous

Teraźniejszość i przyszłość
3C

- Cool
  - innowacyjność
- Clever
  - ciągły rozwój i doskonalenie urządzeń, technologii i materiałów,
- Clean
  - dążenie do ciągłej poprawy warunków pracy.

INSTYTUT SPAWALNICTWA
Polskie Spawalnicze Centrum Doskonałości

dr inż. Jolanta Matusiak
e-mail: Jolanta.Matusiak@is.gliwice.pl

mgr inż. Joanna Wyciślik
e-mail: Joanna.Wycislik@is.gliwice.pl

ul. Błogosławionego Czesława 16-18
44-100 GLIWICE

tel.: 32 33 58 267; fax: 32 231 46 52

http://www.is.gliwice.pl