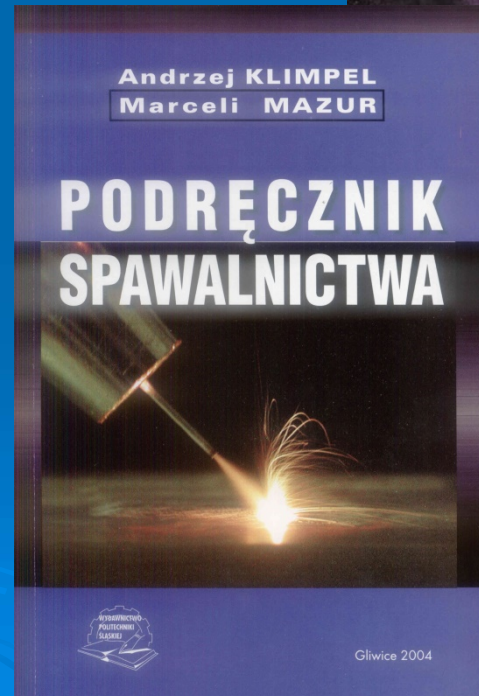
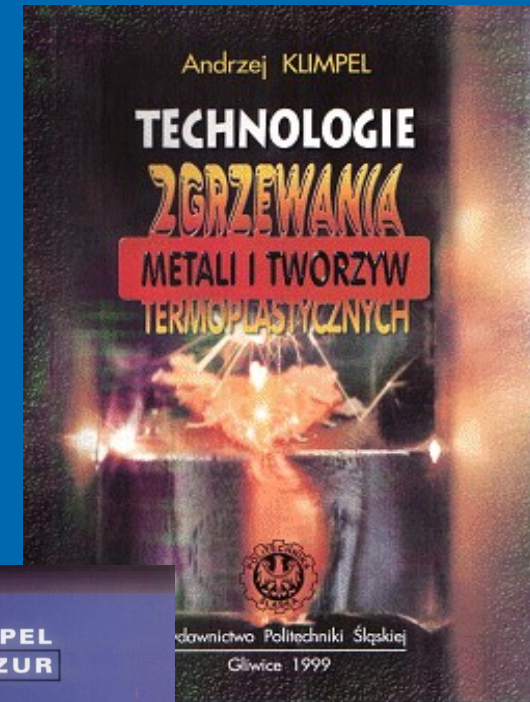


SPAWALNICTWO



Literatura



A. Czupryński Podstawowe technologie spawalnicze w ćwiczeniach laboratoryjnych cz. 1

Artur CZUPRYŃSKI

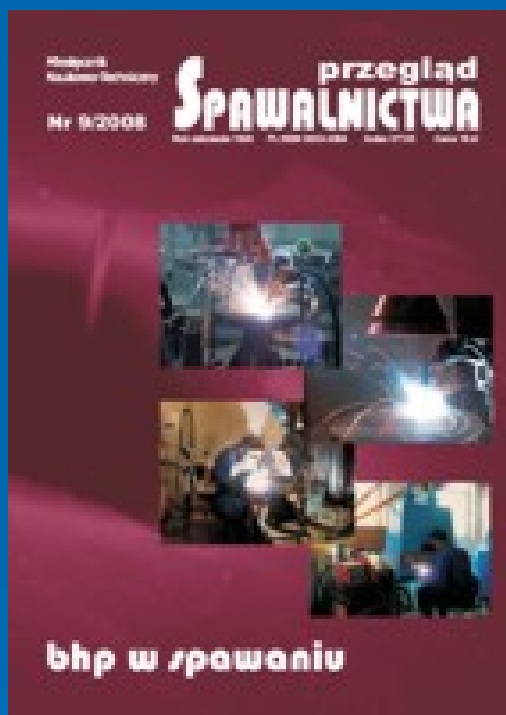
PODSTAWOWE TECHNOLOGIE SPAWALNICZE W ĆWICZENIACH LABORATORYJNYCH



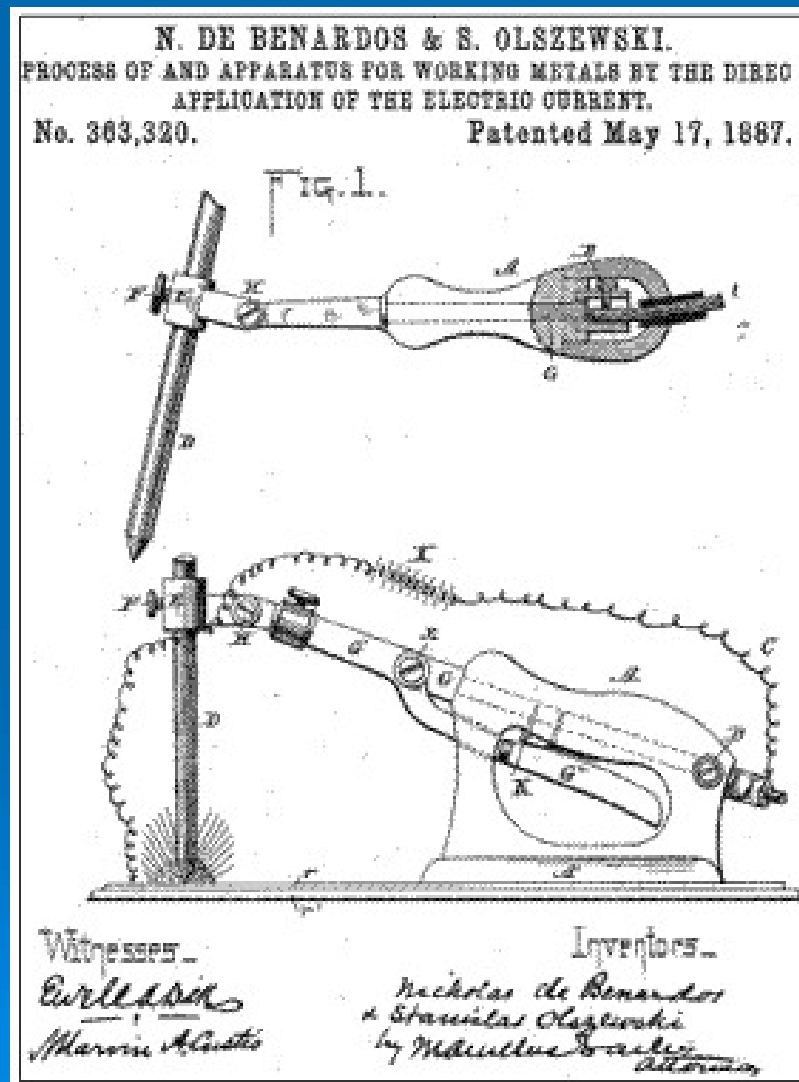
Część pierwsza



GLIWICE 2017



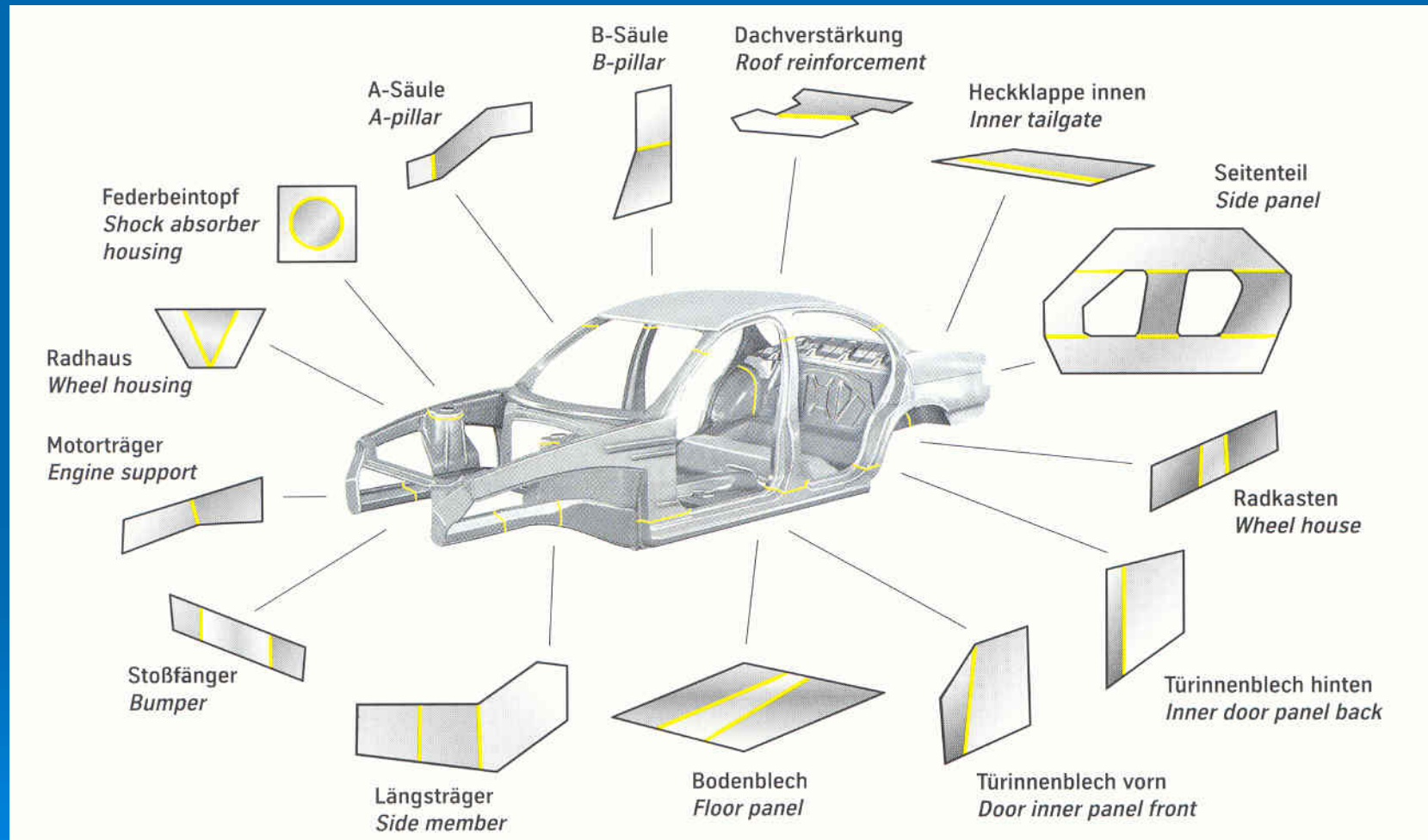
Kopia patentu na spawanie elektryczne, udzielonego M. Benardosowi i
S. Olszewskiemu w 1887 r.



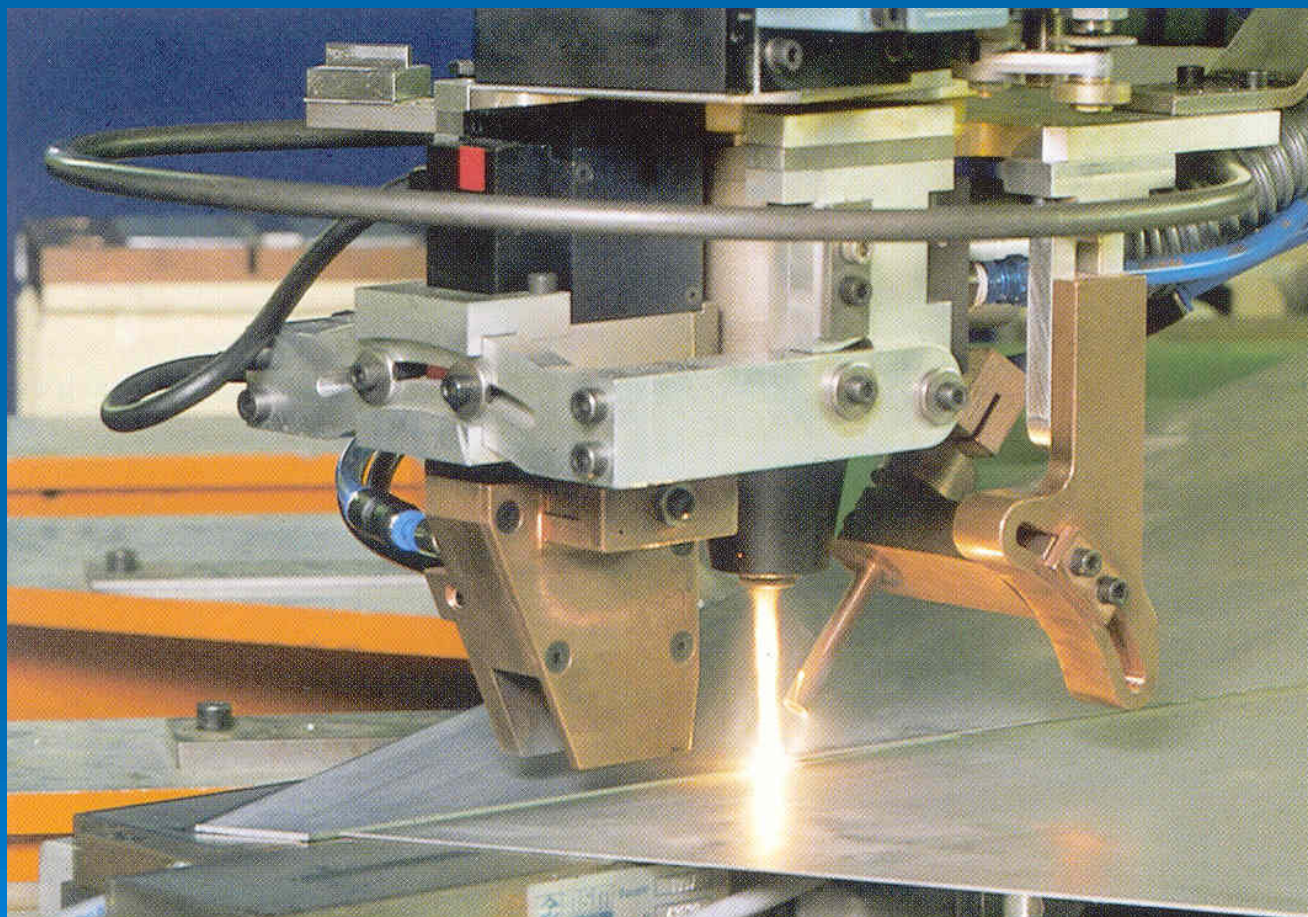
Pierwszy na świecie most spawany na rzece Słudwi pod Łowiczem (1928 r.),
projektu prof. Stefana Bryły



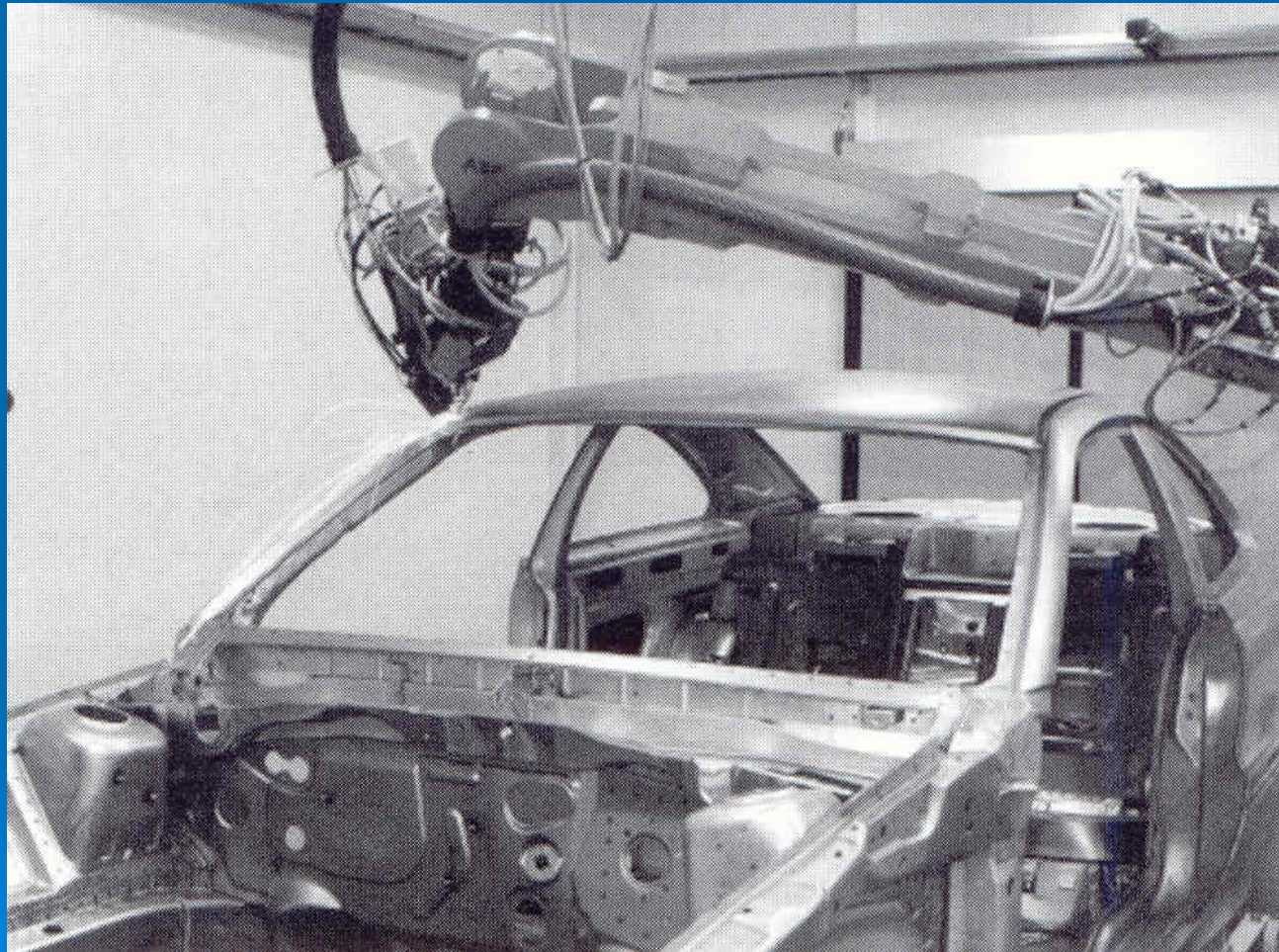
Tailored blanks



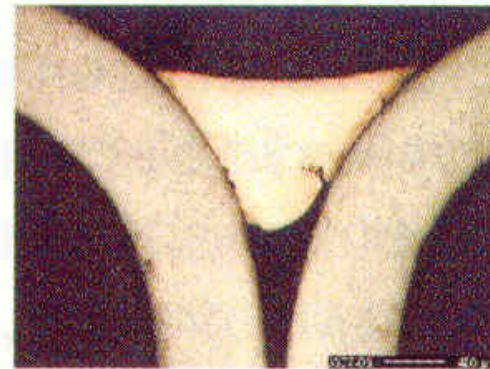
Spawanie laserowe tailored blanks



Spawanie hybrydowe laser Nd:YAG + MIG dachu samochodu



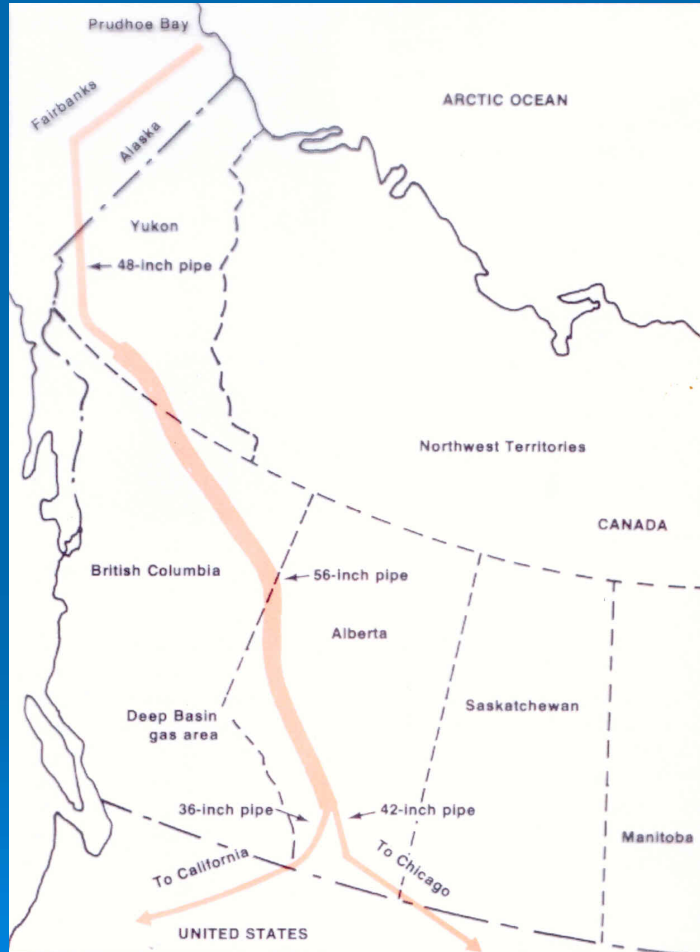
Połączenie lutospawane laserowo słupka tylnego Audi TT lutem CuSi3



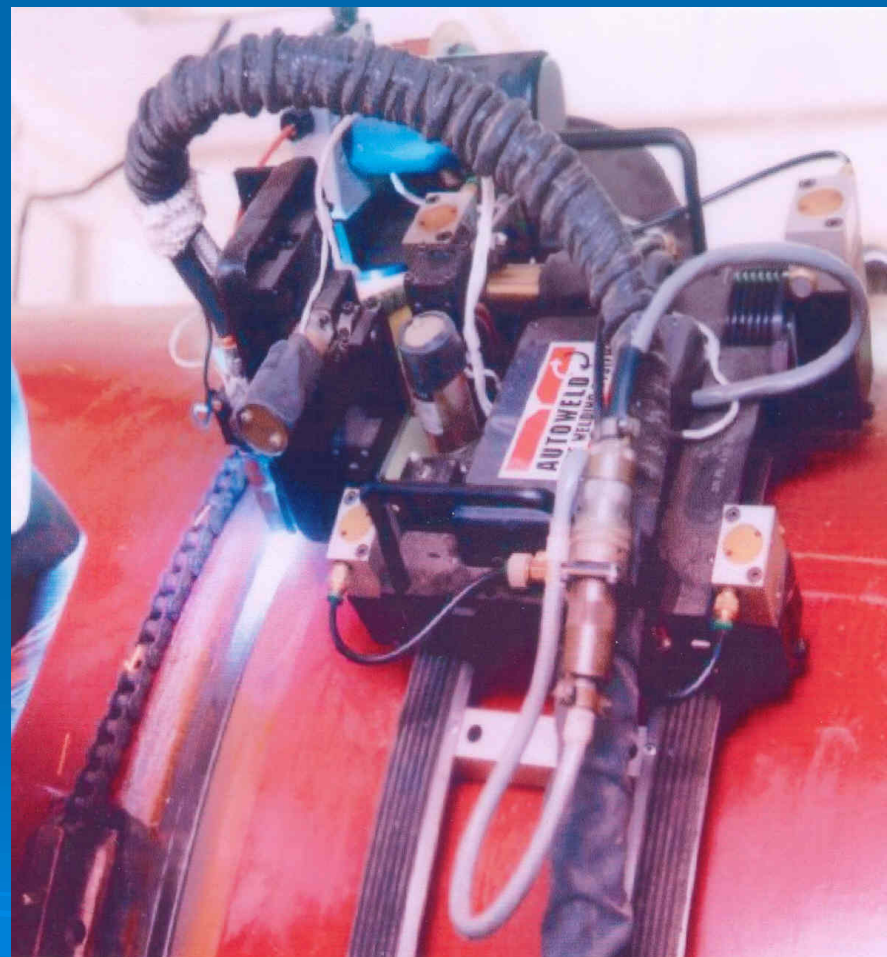
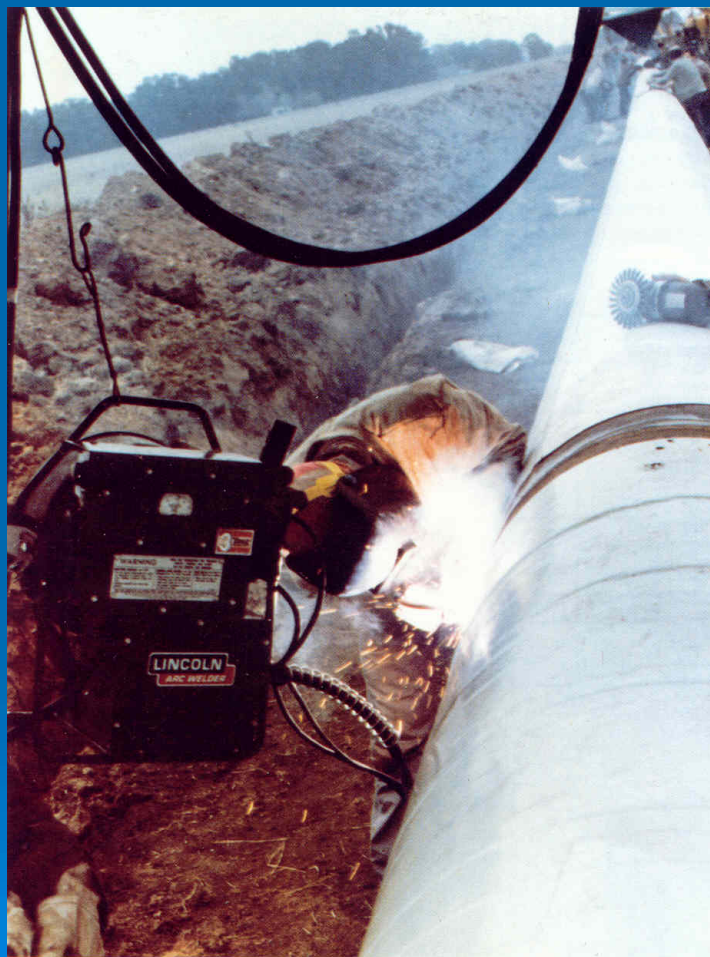




Trans Alaska Pipeline System (TAPS) – najdłuższy rurociąg na świecie



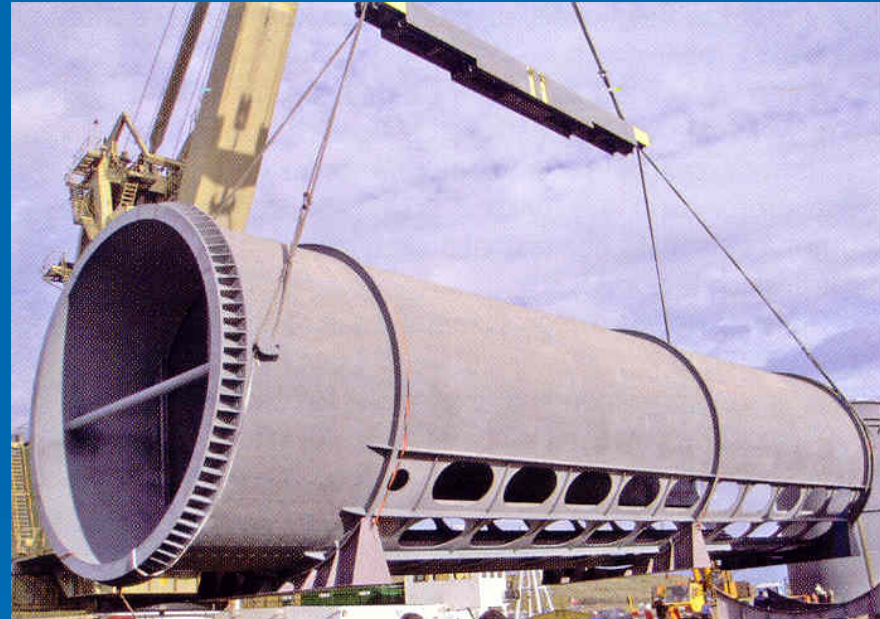
Spawanie rurociągu







Wieża chłodnicy







Konstrukcja dachu Banku Centralnego Irlandii



Konstrukcja służąca do wydzielenia ropy z piasków roponośnych w Kanadzie



Proces napawania SSA drutem proszkowym TeroMatec



Widok procesu napawania produkcyjnego SSA drutem proszkowym TeroMatec



Widok odcinka rury transportu pneumatycznego materiałów sypkich o powierzchni wewnętrznej wyłożonej pyłą ścierną

Widok wentylatora hutniczego z łopatomy pokrytymi płytami ściernymi



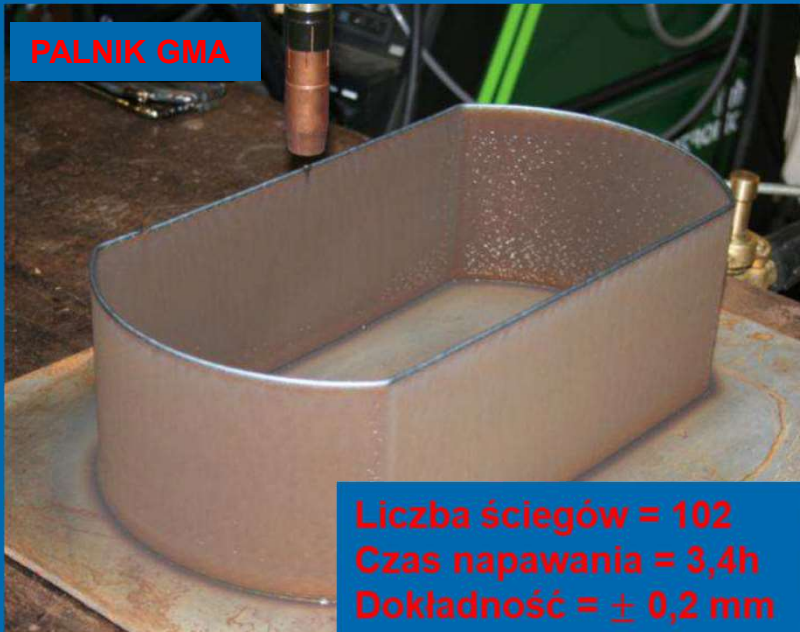
Widok stanowiska do napawania laserowego zaworów silników lotniczych



Ślimak transportujący tłuczkę szklaną do pieca



Zastosowanie napawania GTA i GMA do drukowania 3D konstrukcji ze stali, tytanu, miedzi i aluminium WAAM (Wire + Arc Additive Manufacturing)



Napawanie laserowe coraz powszechniej stosowane
jest w procesach drukowania 3D

Endoproteza
kolana z cyrkonu



Części wykonane z cermetu WC-Co 88-12.



Złączka drukowana
laserowo 3D ze stopu tytanu



Patent z 1926 roku – zastosowanie łuku elektrycznego
do wytwarzania przedmiotów 3D

Spawalnicze technologie łączenia

Spawanie

Wiązką o dużej mocy

Elektryczne

Elektrożużłowe

Gazowe

Termitowe

Lutospawanie

Zgrzewanie

Oporowe

Ultradźwiękowe

Tarciowe

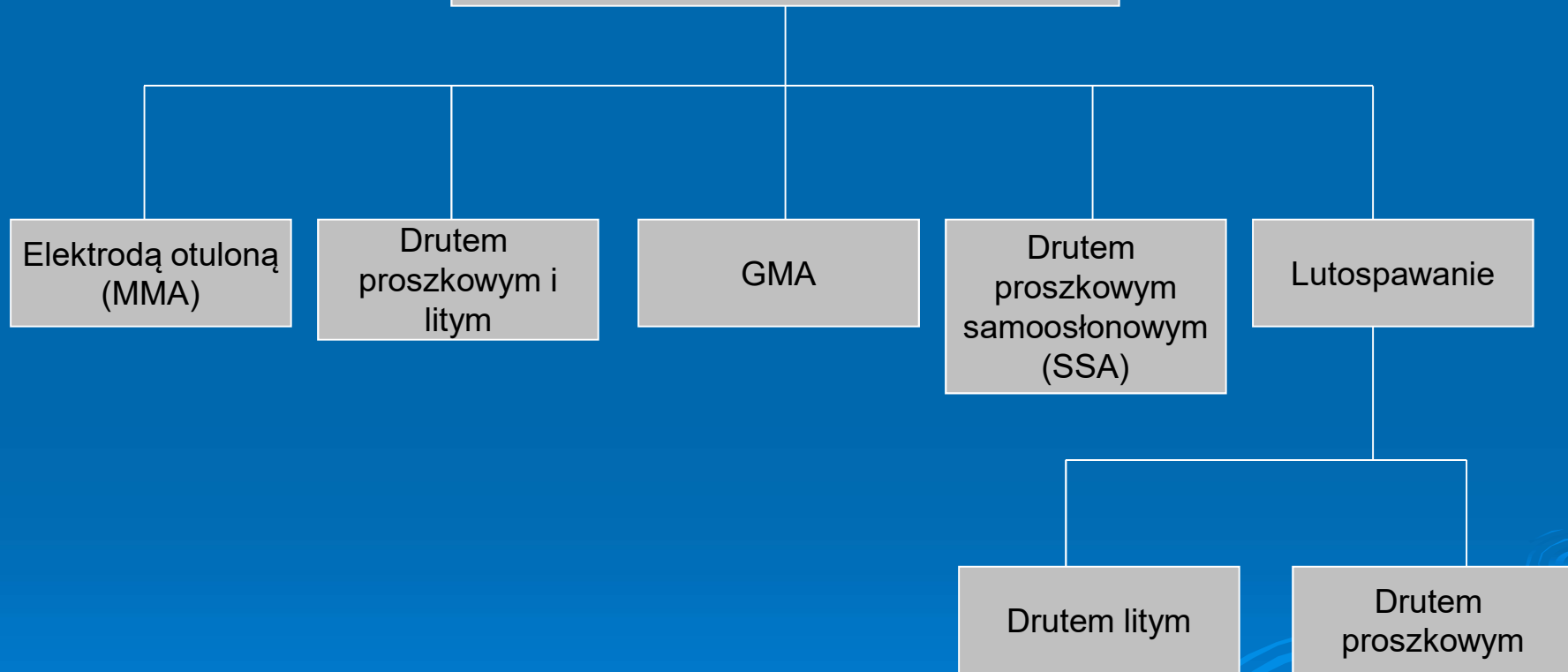
Inne

Lutowanie

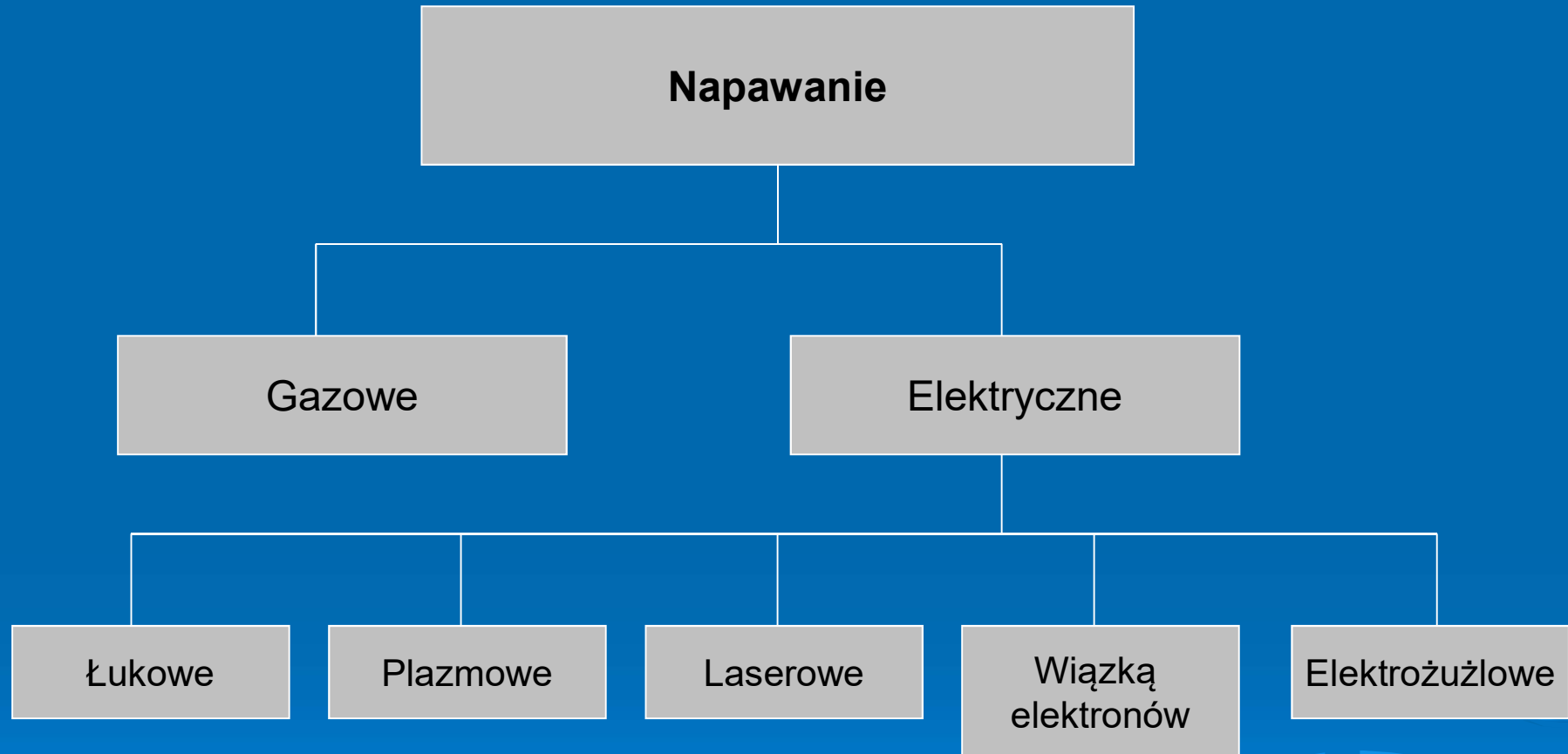
Twarde

Miękkie

Metody spawania elektrodą topliwą



Metody spawalnicze nakładania warstw wierzchnich



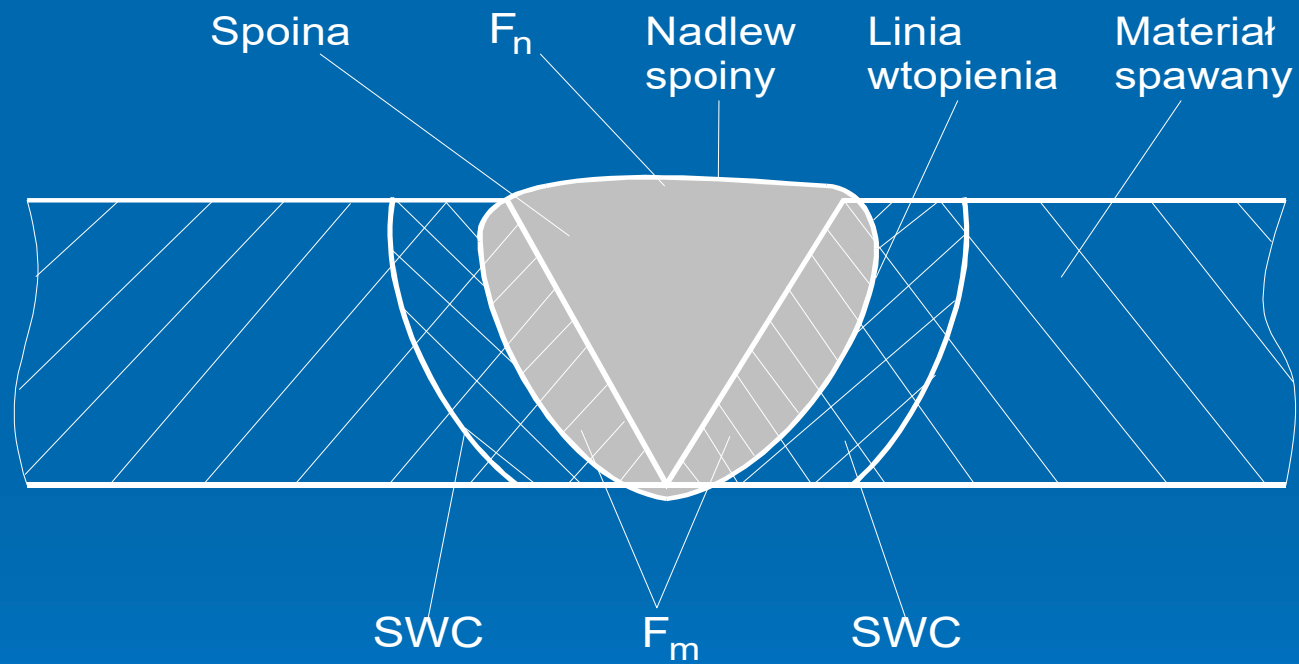
Natryskiwanie ciepłe



Podział metod cięcia

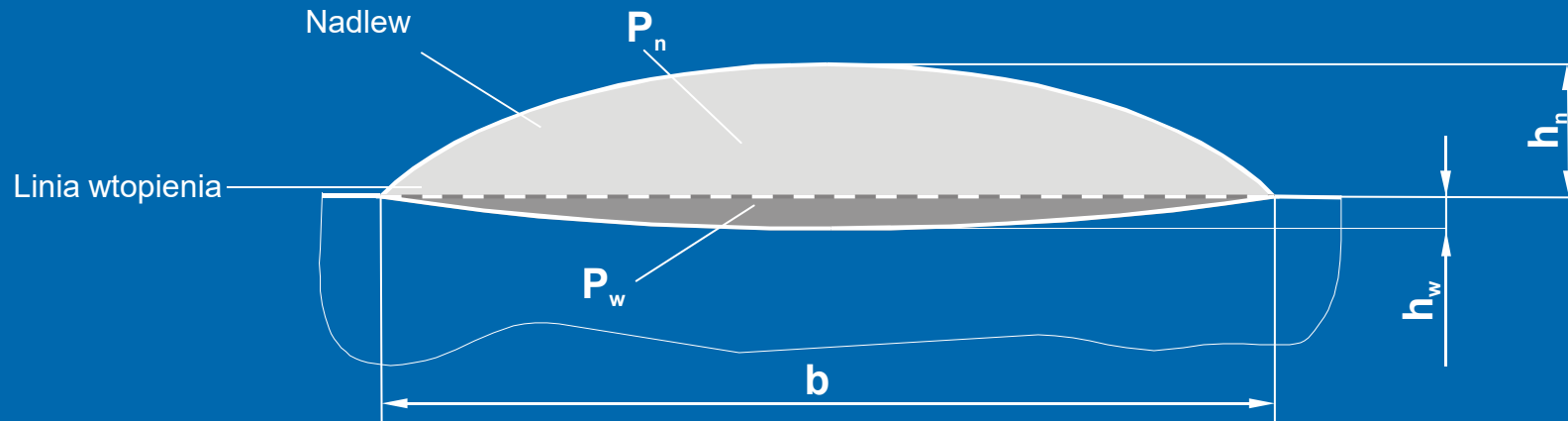


Złącze spawane



F_n – obszar metalu stopiwa, F_m – obszar metalu rodzimego który uległ stopieniu

Napoina

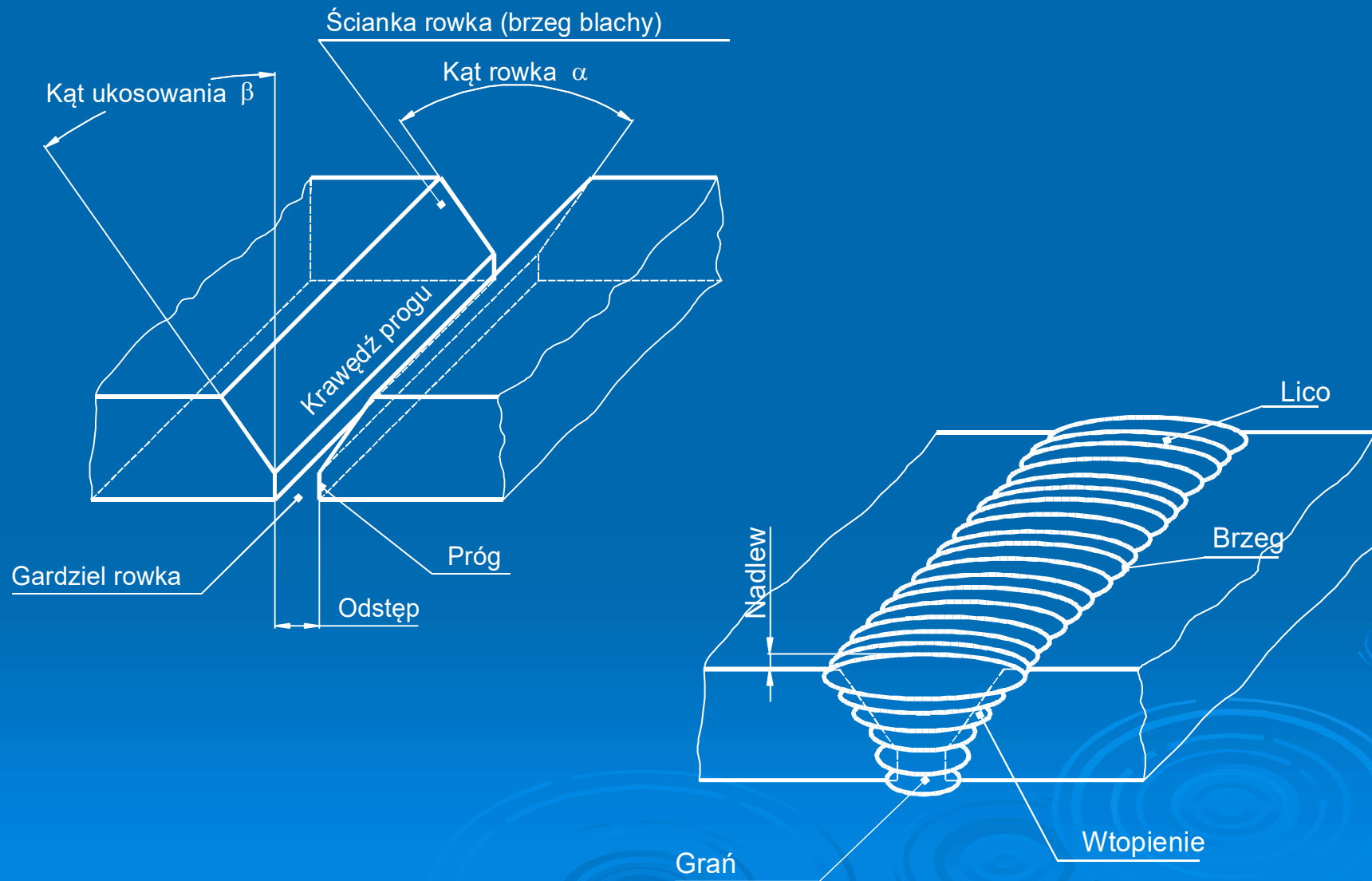


Udział materiału podłoża w napoinie:

$$\gamma = \frac{P_w}{P_n + P_w} \cdot 100\%$$

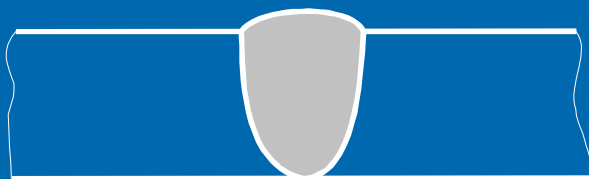
gdzie: P_n – pole powierzchni nadlewu, P_w - pole powierzchni wtopienia, b – szerokość napoiny, h_n – wysokość napoiny, h_w – głębokość wtopienia

Elementy rowka i spoiny

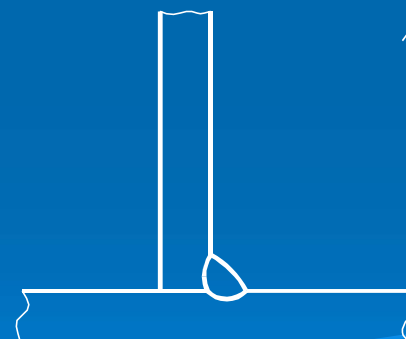
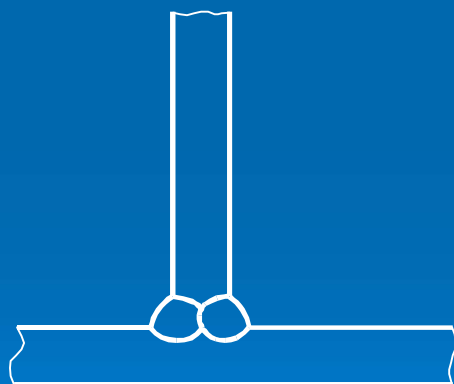
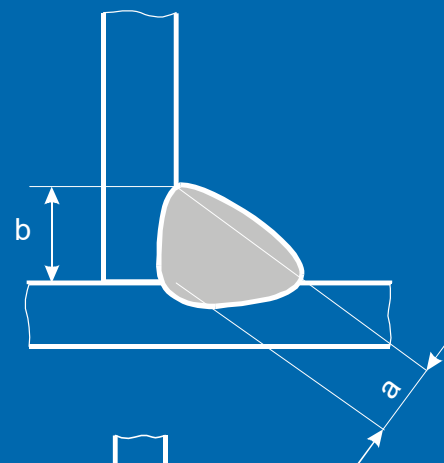


Rodzaje spoin

Spoina czołowa



Spoina pachwinowa



czołową

Złącze teowe ze spoiną

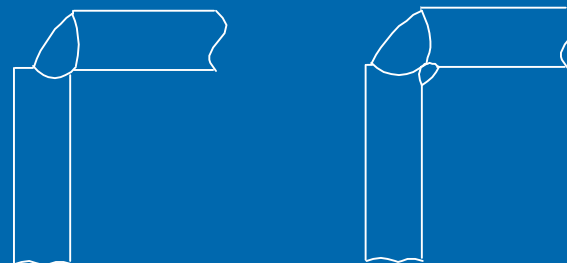
pachwinową

Lp.	Typ złącza	Rodzaj spoiny	Kształt złącza
1	doczołowe	czołowa	
2	teowe	pachwinowa czołowa odcinkowa	
3	krzyżowe	pachwinowa czołowa	

4

narożne

pachwinowa
czołowa



5

zakładkowe

pachwinowa
otworowa



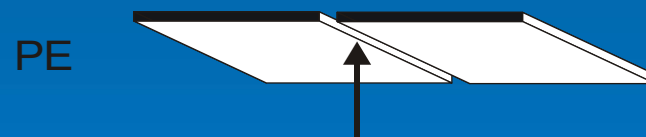
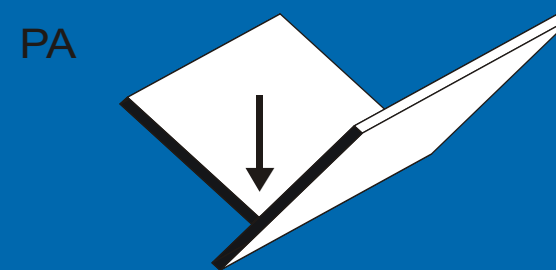
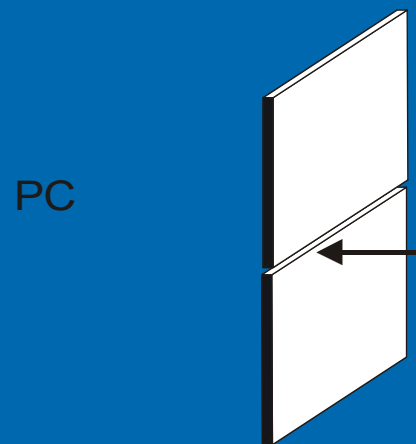
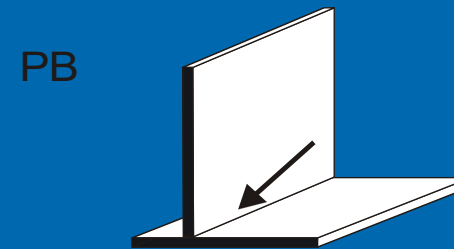
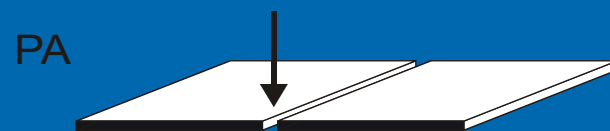
6

grzbietowe

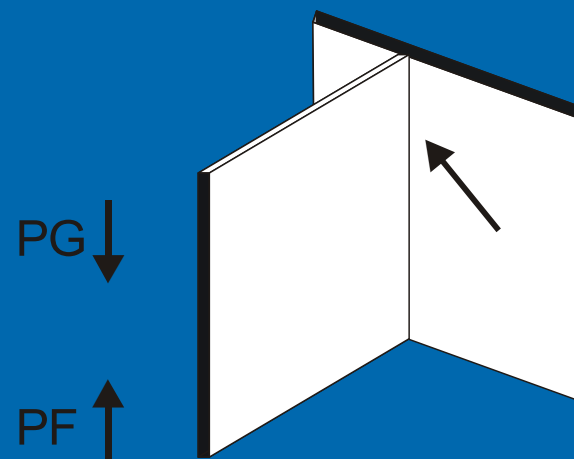
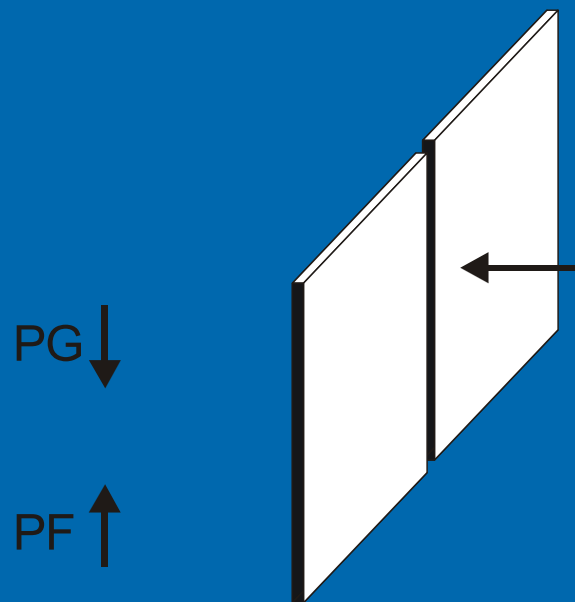
brzeżna



Podstawowe pozycje spawania

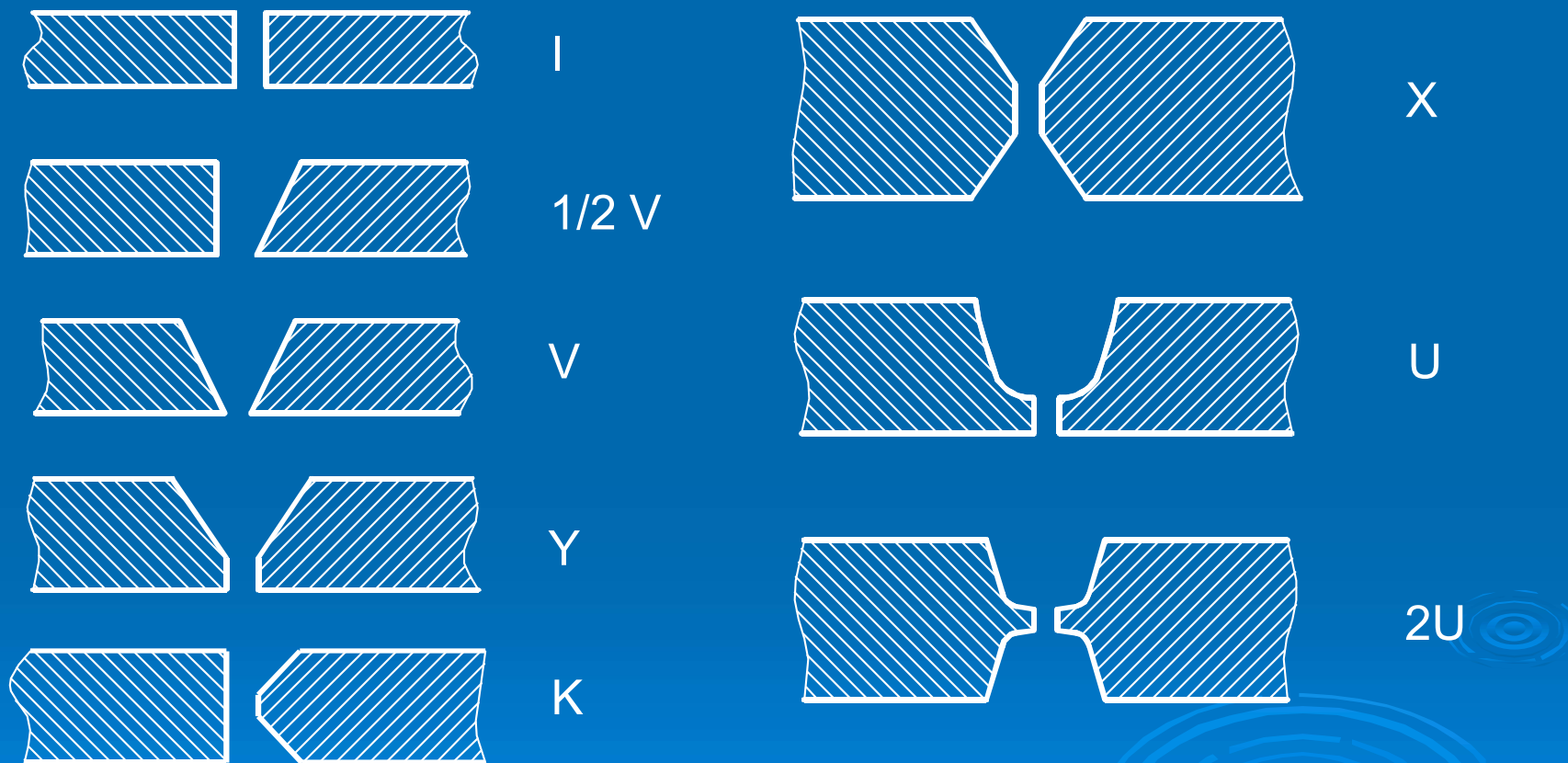


- PA** - pozycja podolna,
- PC** - pozycja naścienna,
- PE** – pozycja sufitowa,
- PB** - pozycja naboczna,
- PD** - pozycja okapowa,




PG - pozycja pionowa, z góry w dół,
PF - pozycja pionowa, z dołu do góry;

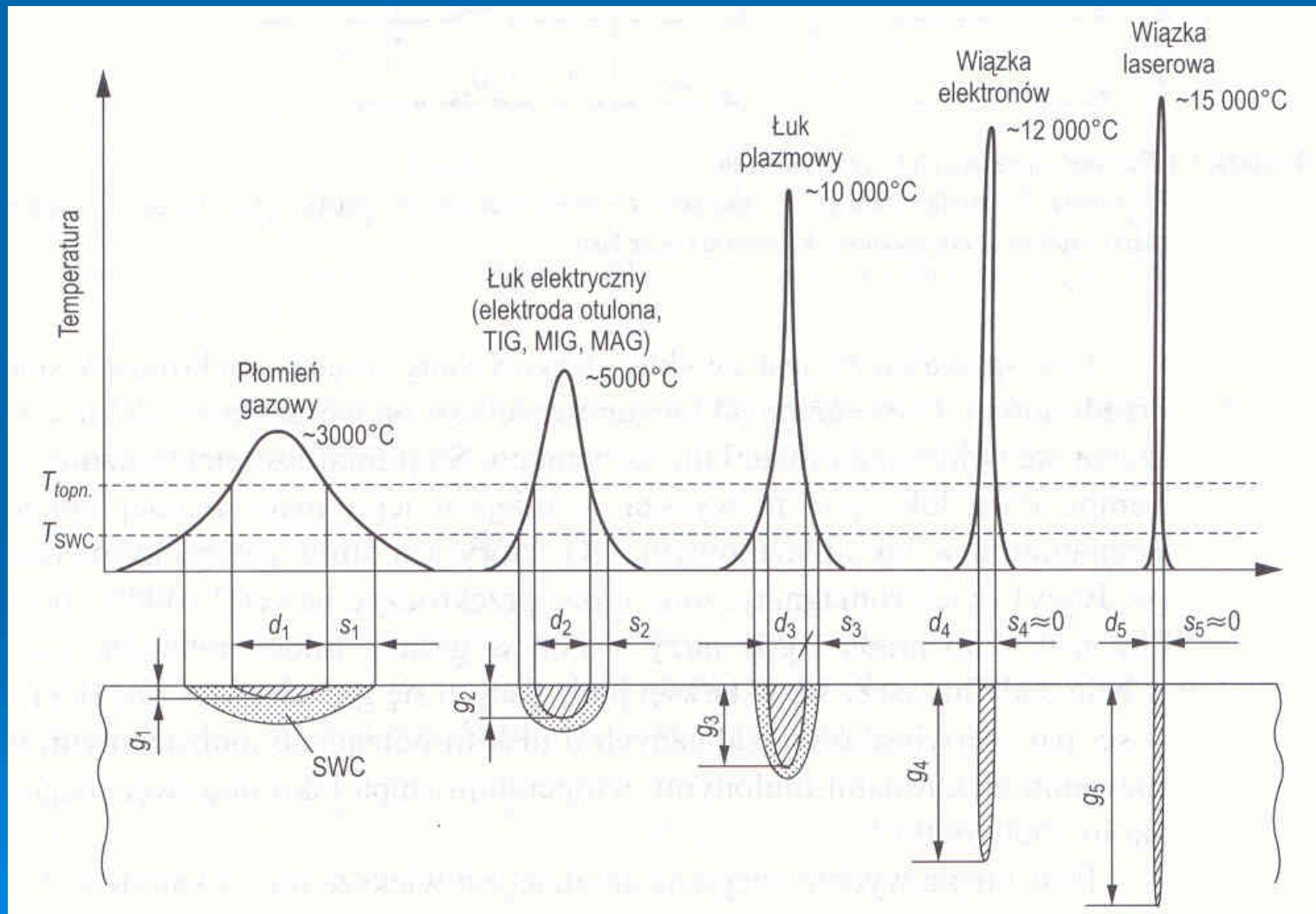
Przykłady ukosowania brzegów przed spawaniem



Spawalnicze źródła energii łączenia

1. Płomień acetylenowo - tlenowy
 2. Oporność elektryczna obszaru styku łączonych elementów
 3. Tarcie mechaniczne
 4. Drgania ultradźwiękowe
 4. Łuk elektryczny
 5. Łuk plazmowy
 6. Wiązka elektronów
 7. Wiązka laserowa
- 

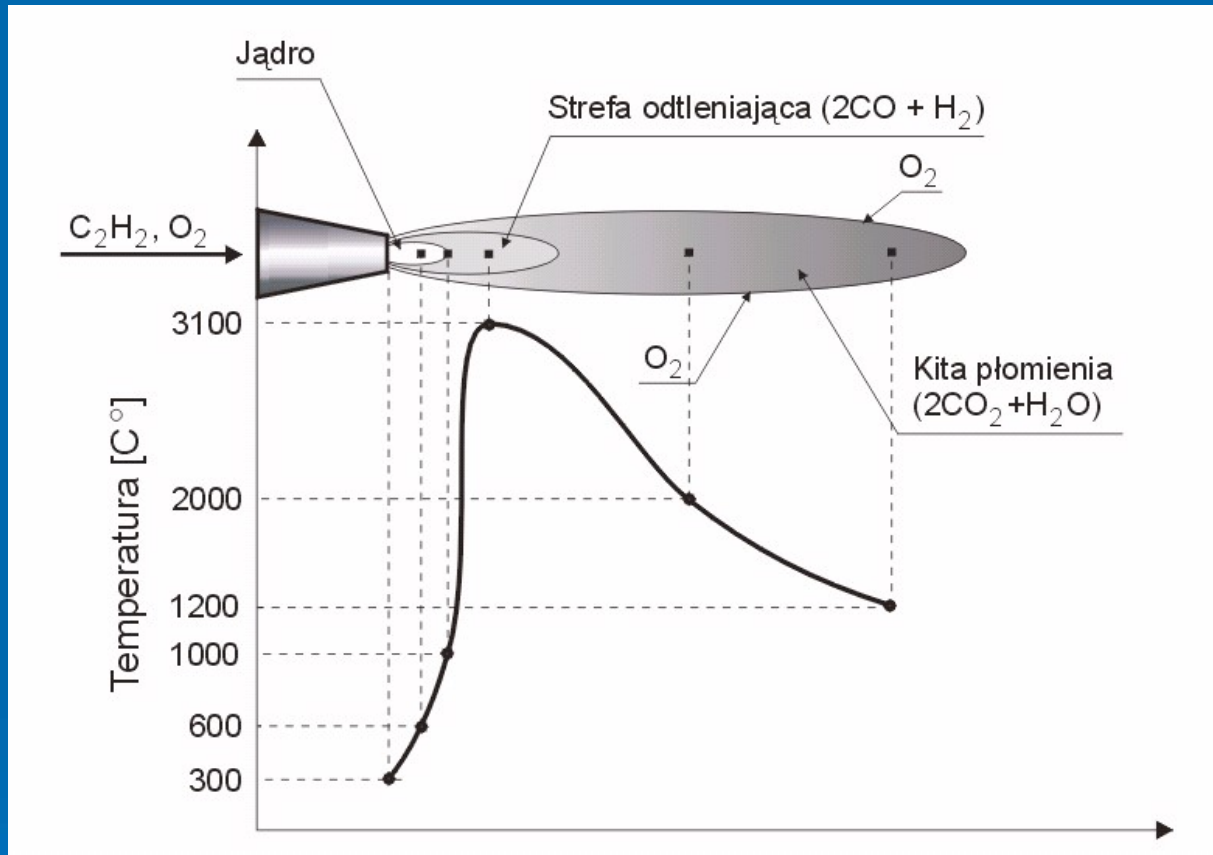
Wpływ energii cieplnej procesów spawalniczych na temperaturę obszaru spawania, głębokość wtopienia g , szerokość stopionego metalu d i strefę wpływu ciepła s



Temperatura płomienia podstawowych gazów palnych stosowanych do spawania gazowego

	Acetylen	Propan	Propylen	Propadien metylo-acetyleny	Metan
Wzór chemiczny	C_2H_2	C_3H_8	C_3H_6	C_3H_4	CH_4
Temperatura płomienia obojętnego - °C	3100	2520	2870	2870	2540

Rozkład temperatury w płomieniu acetylenowo - tlenowym



- *Spalanie zupełne acetyleny w tlenie:*
- $C_2H_2 + 2,5O_2 = 2CO_2 + H_2O + 1264 \text{ kJ}$
- *Spalanie niezupełne acetyleny w tlenie:*
- $C_2H_2 + O_2 = 2CO + H_2 + 446 \text{ kJ}$

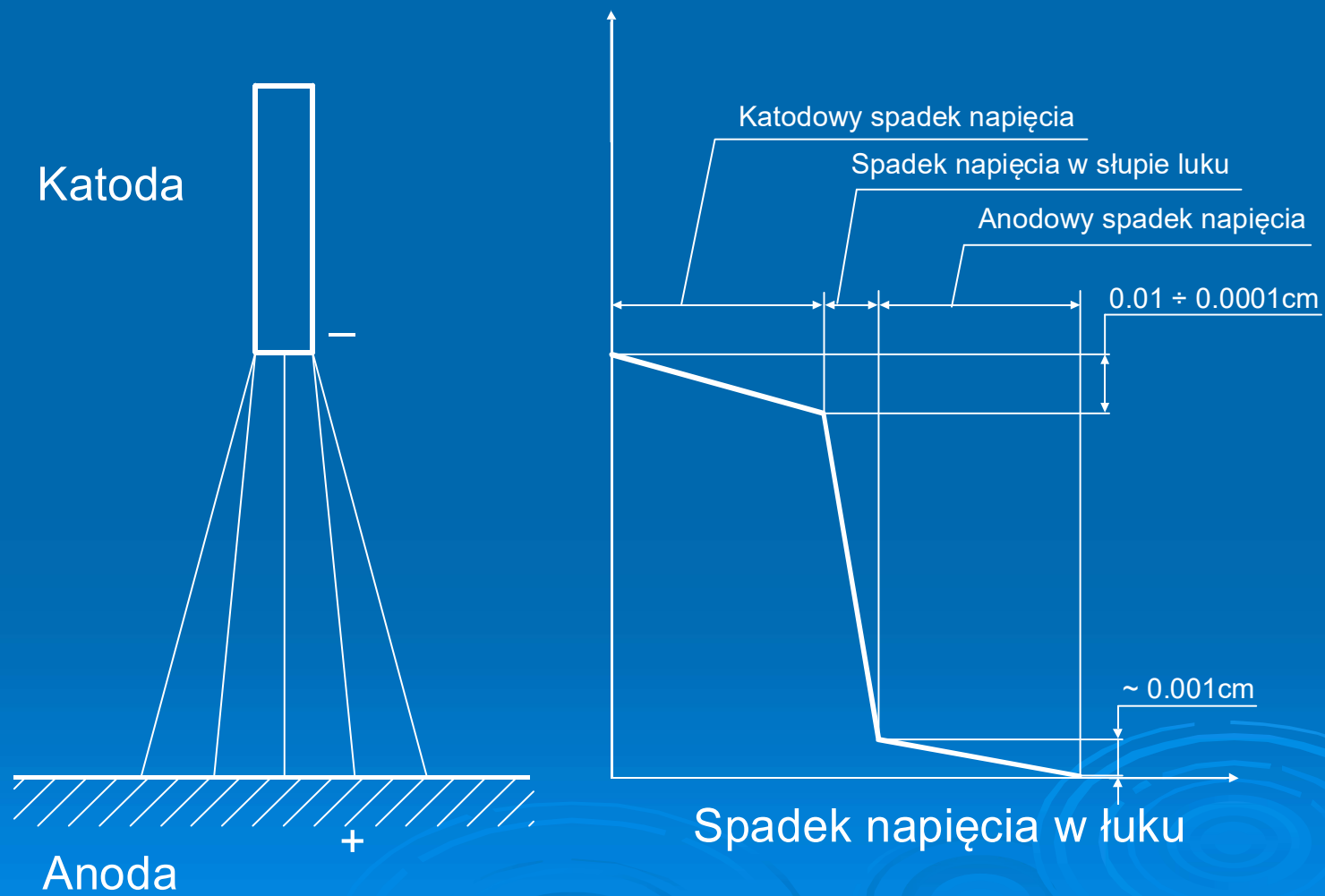
Regulacja płomienia – charakter płomienia

neutralny $\lambda = \frac{\text{O}_2}{\text{C}_2\text{H}_2} = 1,0 \div 1,2$

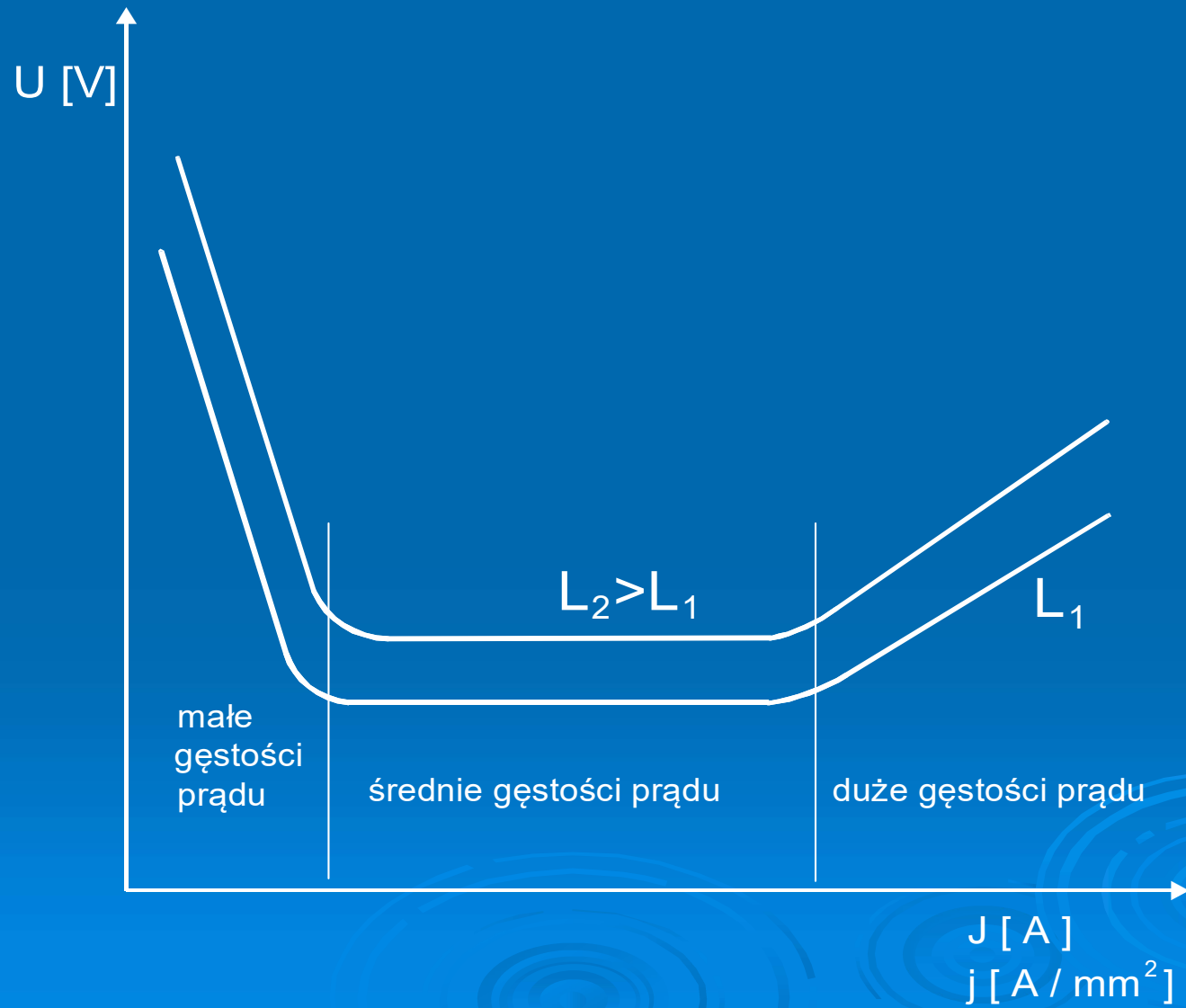
utleniający $\lambda > 1,2$

nawęglający $\lambda < 1$

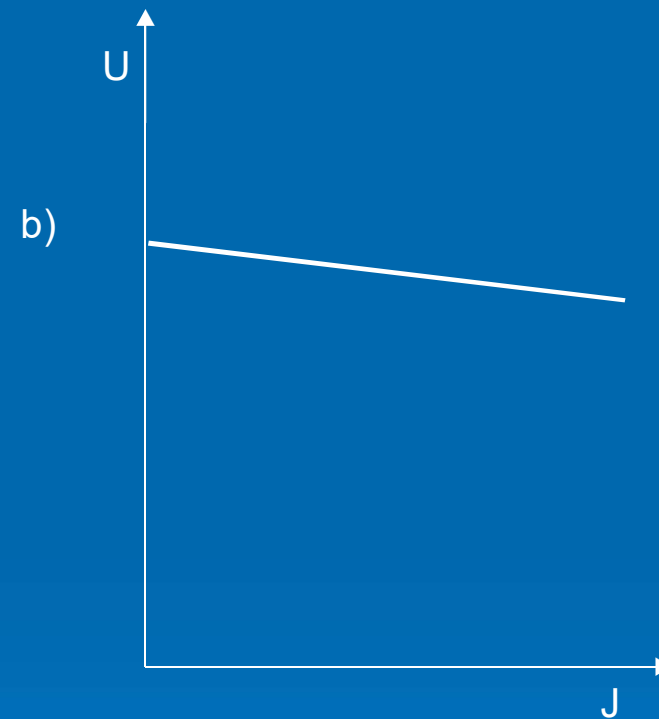
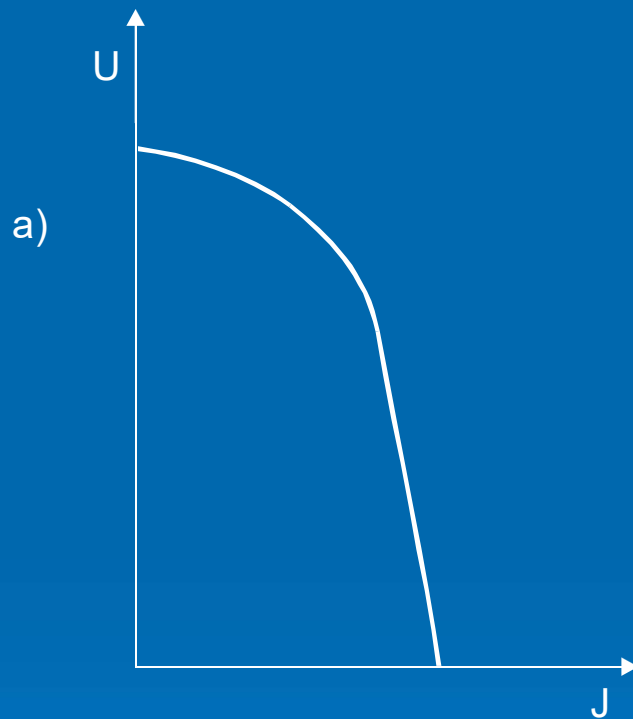
Rozkład spadków napięć w łuku elektrycznym



Charakterystyka statyczna łuku

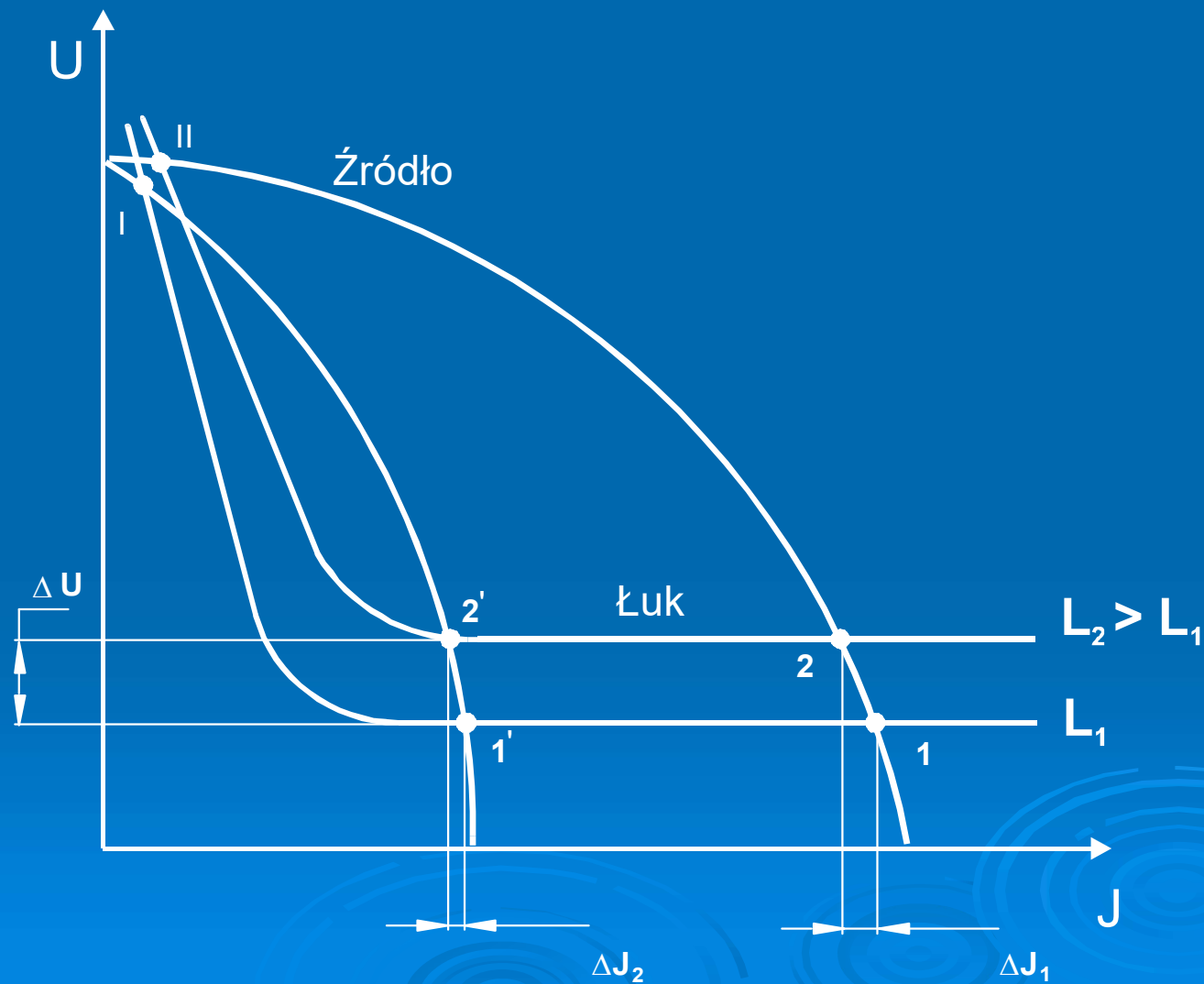


Charakterystyki statyczne źródeł prądu



a - opadająca, b - sztywna

Zmiany parametrów w przypadku spawania średnimi gęstościami prądu



Zmiany parametrów w przypadku spawania dużymi gęstościami prądu

