



УНИВЕРЗИТЕТ „СВ. КИРИЛ И МЕТОДИЈ“ ВО СКОПЈЕ

МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ - СКОПЈЕ



ИНСТИТУТ ЗА ЗАВАРУВАЊЕ И ЗАВАРЕНИ КОНСТРУКЦИИ

ПРВ ЦИКЛУС ЧЕТИРИГОДИШНИ СТУДИИ

Павел Петровски

**МИГ И ТИГ ЗАВАРУВАЊЕ НА ЕЛЕМЕНТИ
ОД ВИСОКОЛЕГИРАН ЧЕЛИК**

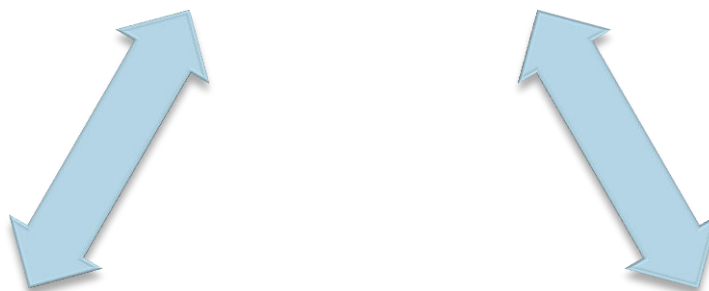
**Ментор:
Проф. д-р. Добре Рунчев**

Дипломска работа

Скопје 2021

Челици

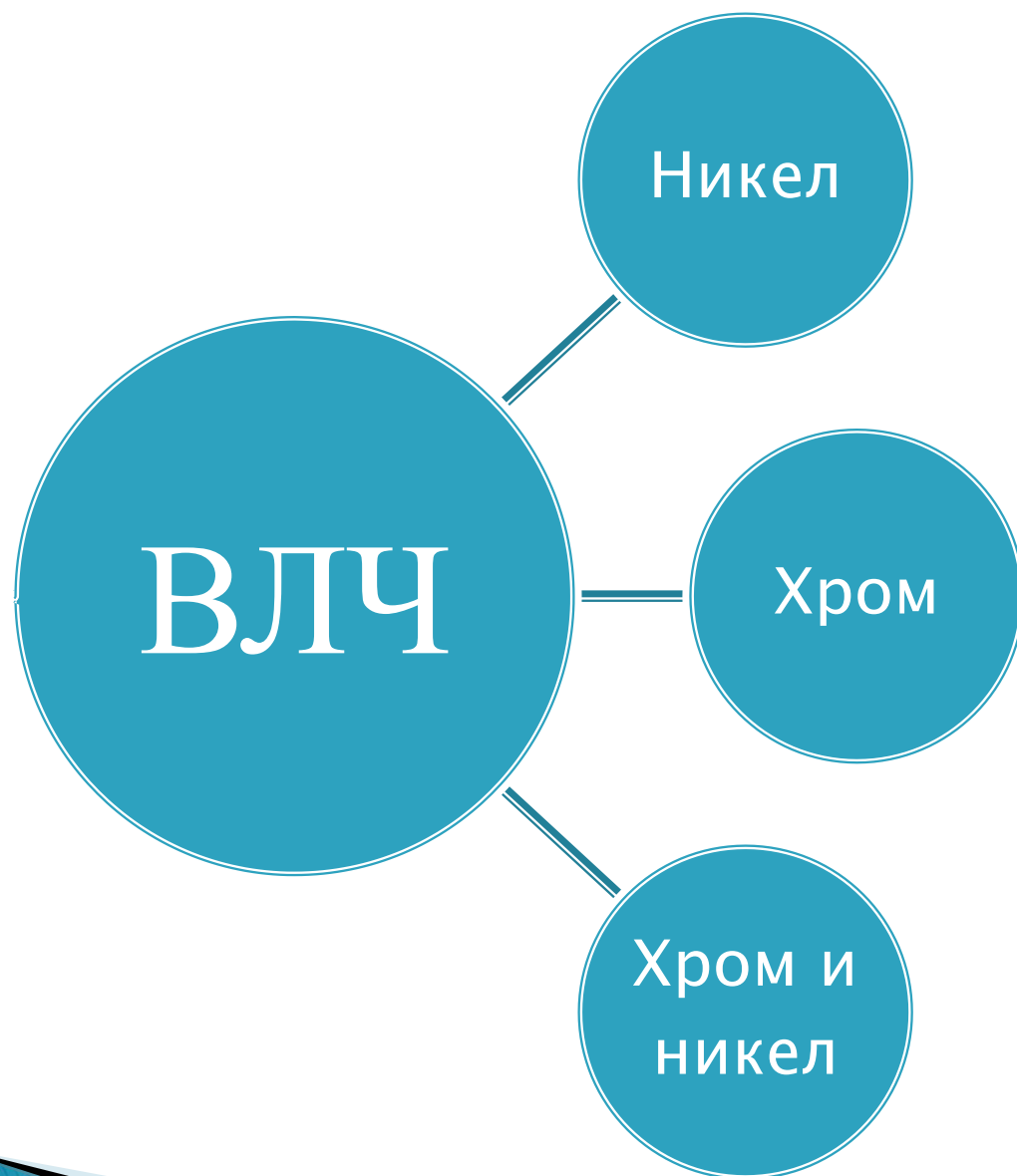
Легиран челик



Нисколегирани
челици



Високолегирани
челици



Високолегиран хром феритен челик (EN X6Cr17/AISI 430)

► Хемиски состав

C% _{max}	Mn% _{max}	Cr% _{max}	P% _{max}	S% _{max}	Si% _{max}
0.12	1	17	0,040	0,030	1

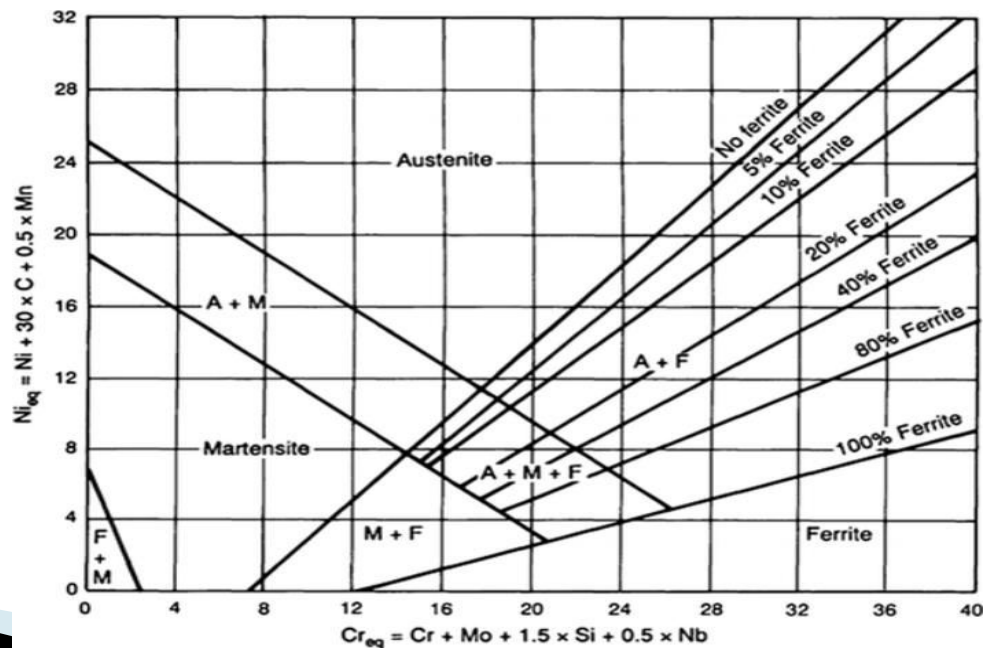
► Механички особини

Тврдост	RB	90
Мах.затегачка јакост	N/mm ²	586
Граница на течење	N/mm ²	483
Релативно издолжување	%	20

Нерѓосувачкиот челик EN 1.4016 исто така познат и како AISI 430 по американскиот стандард. Челикот има добра корозивна отпорност добра формабилност и еластичност. Тој е феритен, тврд материјал кој има голем квалитет на завршна обработка.

Заварување на високолегиран челик

- Високолегираните челици се легури кои содржат повеќе од 45% железо, со тоа да збирот на сите легирачки елементи не е помал од 10% и содржината на еден од легирачките елементи биде најмалку 8%. Најголем проблем во заварувањето на високолегираните челици е намалувањето на пластичноста со порастот на содржината на јагленород, или на некои други пратечки елементи во челикот.



A close-up photograph of a welder working in a dark industrial setting. The welder is wearing a dark protective suit and a helmet. A bright, intense light from the welding torch is visible, creating a strong glare and illuminating the work area. The background is dark and out of focus, showing some structural elements of the facility.

МИГ и ТИГ техника на заварување

МИГ техника на заварување



MIG (Metal- Inert- Gas)
GMAW(Gas-Metal-Arc-
Welding)

Класификација според механизацијата



Полуавтоматизирано МИГ
заварување

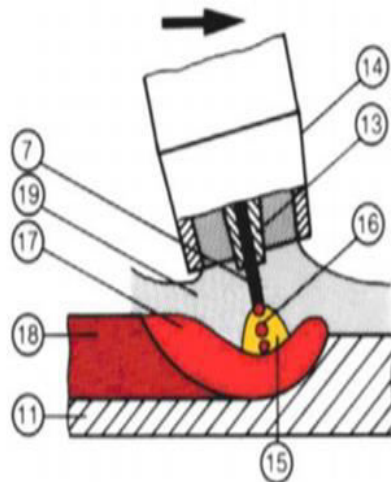
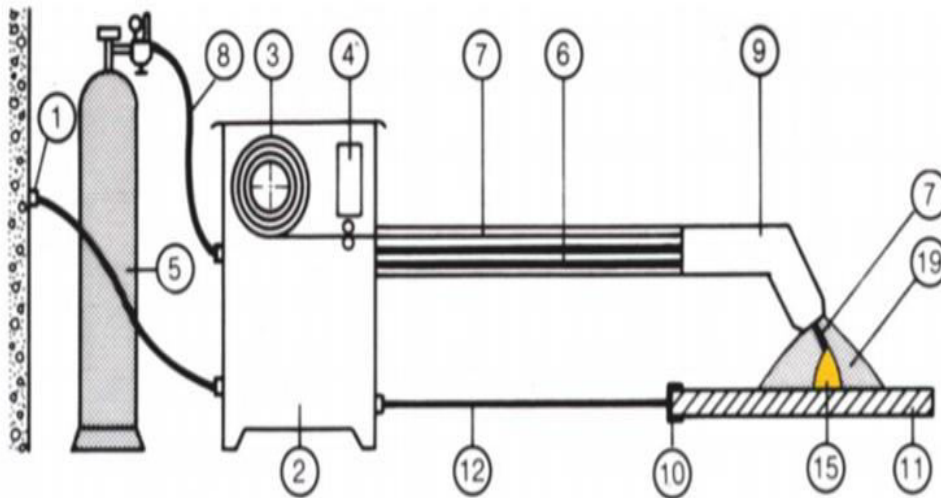


Автоматизирано МИГ
заварување



Роботизирано МИГ
заварување

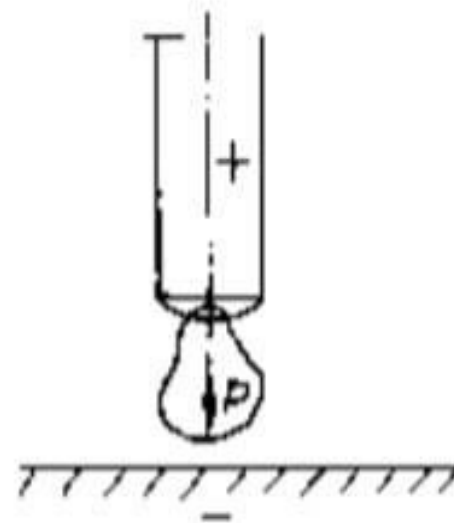
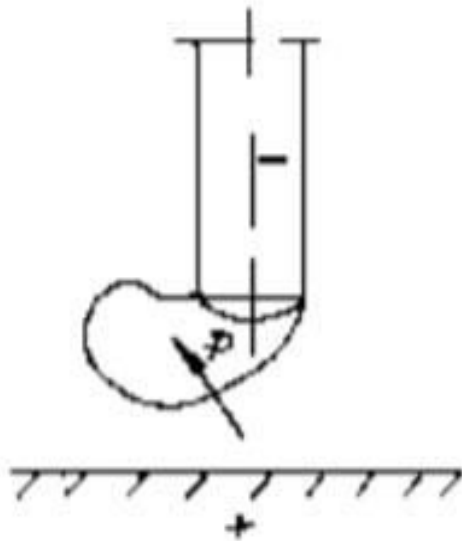
Уред за МИГ заварување



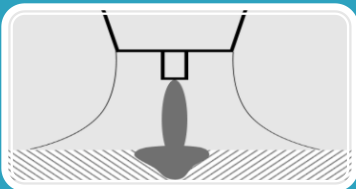
1. Приклучок за градска мрежа
2. Уред за заварување
3. Макара со додатен материјал
4. Уред за континуирано додавање на жицата
5. Шише со заштитен гас
6. Електричен проводник за електродна жица
7. Електродна жица
8. Црево за водење на заштитен гас од шишето
9. Горилник
10. Приклучок за работен предмет
11. Работен предмет
12. Електричен проводник за работен предмет
13. Контактна чаура
14. Чаура за довод на заштитен гас-млазник
15. Електричен лак
16. Капки од растопен материјал
17. Заварувачко купатило
18. Стврднат метал на заварот
19. Заштитен гас

Вид на електрична струја и поларитет

- ▶ Еднонасочна струја
 - Директен поларитет
 - Индиректен поларитет

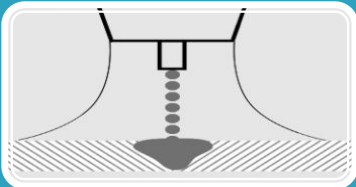


Пренос на додатниот врз основниот метал



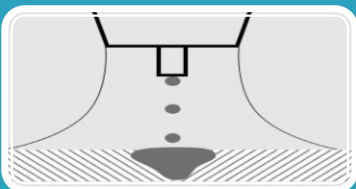
Заварување со кус лак

- Истопената капка од електродата ја допира растопената зона од основниот метал за време на преносот на капката.



Заварување со распрскувачки лак

- Преносот на растопените капки се врши со трансфер низ столбот на лакот од работниот предмет



Заварување со пулсирачки лак

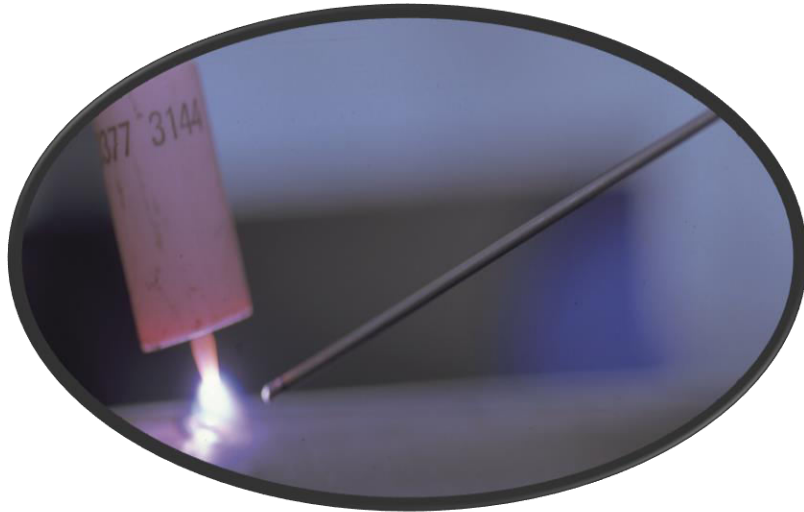
- Овој начин на пренос на металот е сличен на преносот со распрскувачки лак, разлика е во контролата на преносот на додатниот материјал. Струјата протекува пулсно, променливо по интензитетот со текот на времето.



Заварување со ЦМТ(CMT-Cool Metal Transfer)

ЦМТ техниката претставува модификуван начин на пренос на металот со краток спој при што се применува „механичко“ решение наречено повратно движење на жицата.

ТИГ техника на заварување



TIG (Tungsten-Inert-Gas)

WIG (Wolfram-Inert-Gas)

GTAW (Gas-Tungsten-Arc-Welding)

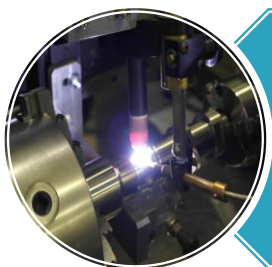
Класификација според механизација



Рачно ТИГ заварување

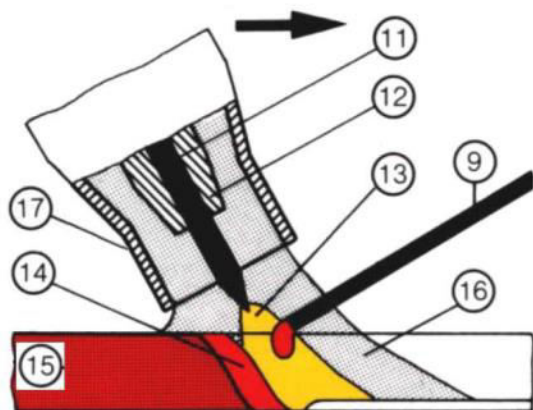
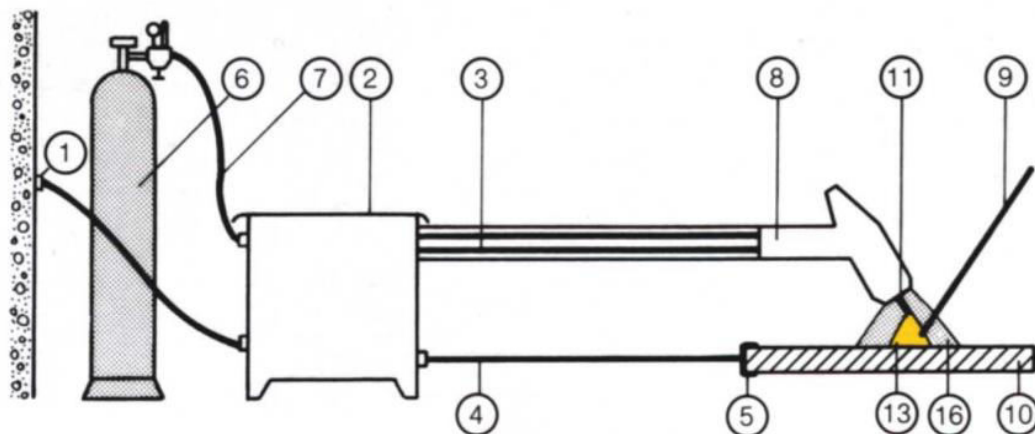


Полуавтоматизирано ТИГ
заварување



Автоматизирано ТИГ
заварување

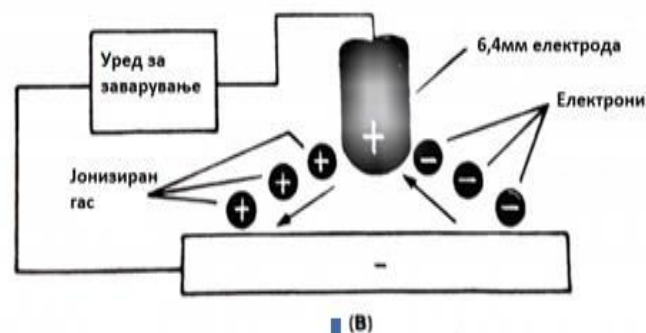
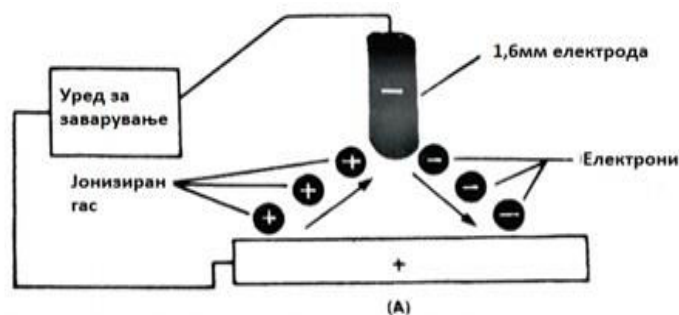
Уред за ТИГ заварување

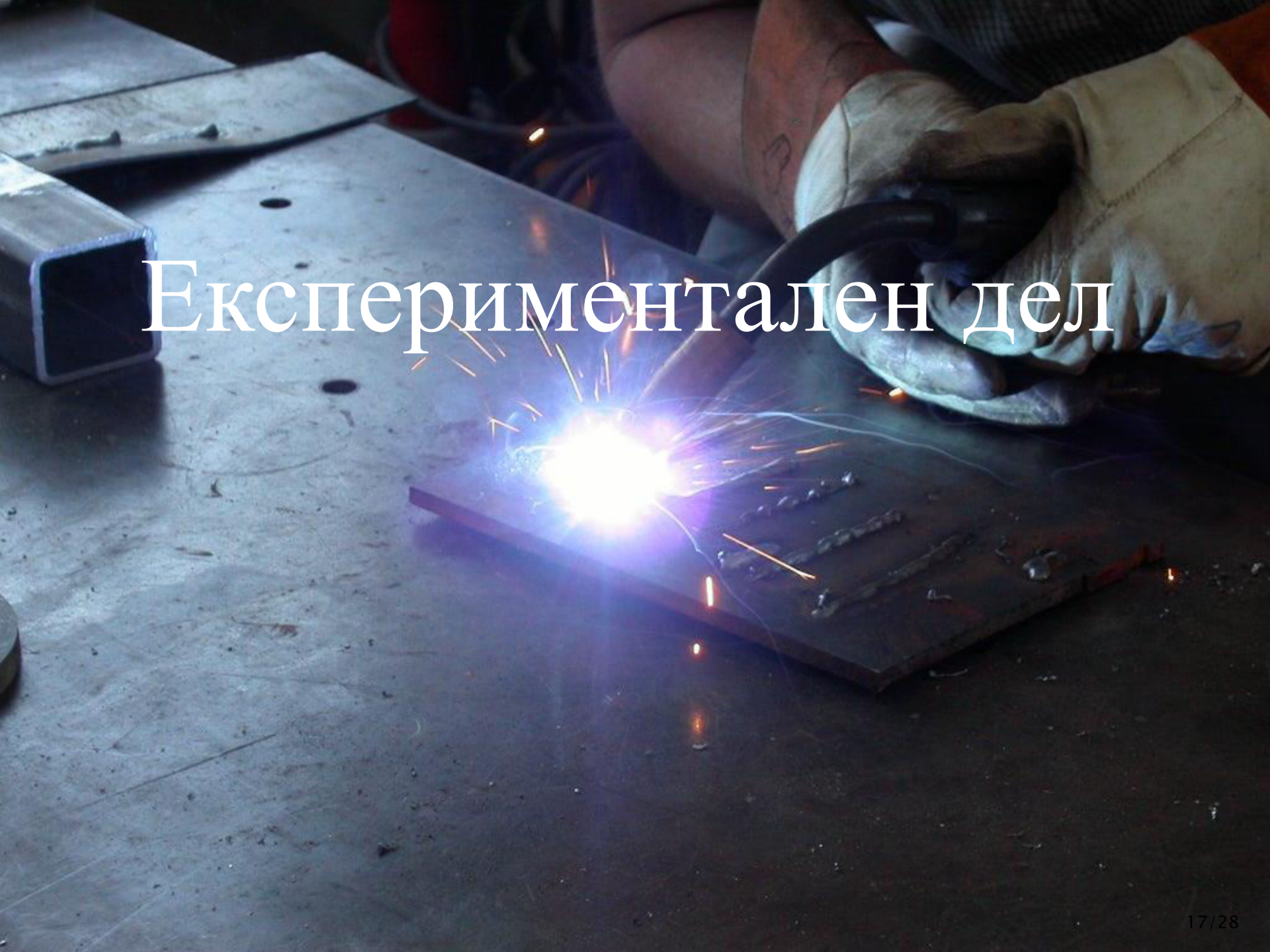


1. Приклучок за градска мрежа
2. Уред за заварување
3. Црево со електрични и командни кабли, црева за заштитен гас и вода за ладење
4. Електричен проводник за работен предмет
5. Приклучок за работен предмет
6. Шише со заштитен гас
7. Црево за заштитен гас
8. Горилник
9. Додатен материјал-прачка
10. Работен предмет
11. Нетоплива волфрамова електрода
12. Контактна чаура- цевка за довод на струја
13. Електричен лак
14. Заварувачко купатило-растопен метал
15. Стврднат метал за заварот
16. Заштитен гас
17. Керамичка чаура за довод на заштитен гас

Извор на струја за ТИГ заварување

- ▶ Наизменичена струја
- ▶ Еднонасочна струја
 - Директен поларитет
 - Индиректен поларитет





Експериментален дел

- Високолегиран хром феритен челик EN X6Cr17/ AISI 430
- Дебелина 2мм
- 4 Заварени проби
- Ar 100%
- Епрувети за испитување

Технички податоци за основен материјал

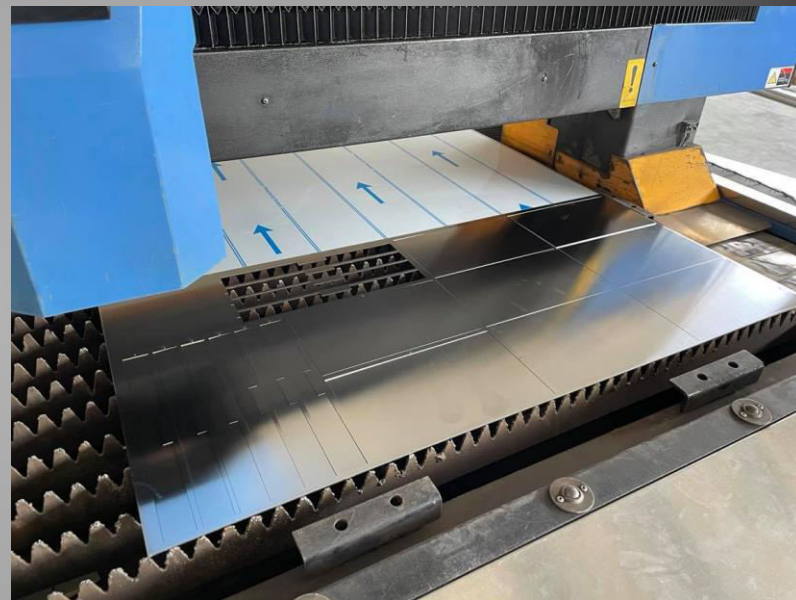
Хемиски состав

C _{max}	0.12%
Mn _{max}	1%
Cr	17%
P	0.040%
S	0.030%
SI	1%

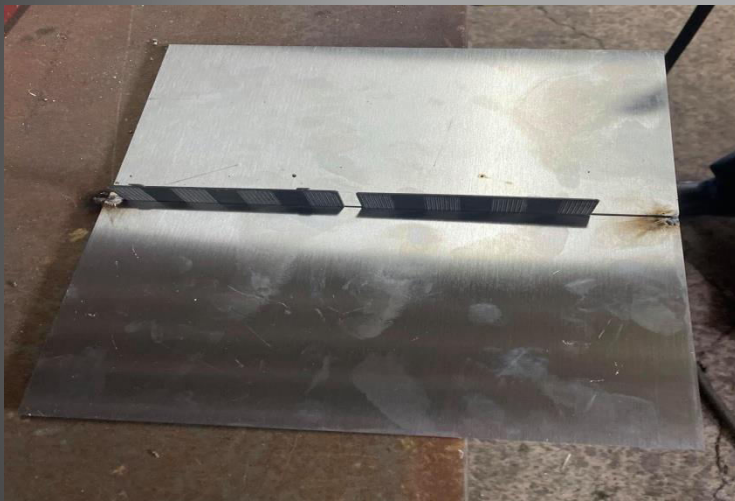
Механички особини

Затегачка јакост	586(N/mm ²)
Граница на течење	483(N/mm ²)
Релативно издолжување	20%

Сечење на елементите



Припојување на елементите



Заварување на елементите

► Параметри за заварување

◦ МИГ заварување

Iz (струја за заварување)	120 (A)
U (напон за заварување)	17 (V)
Vz (брзина на заварување)	4(m/min)
Проток на гас за заварување	14 (l/min)

◦ ТИГ заварување

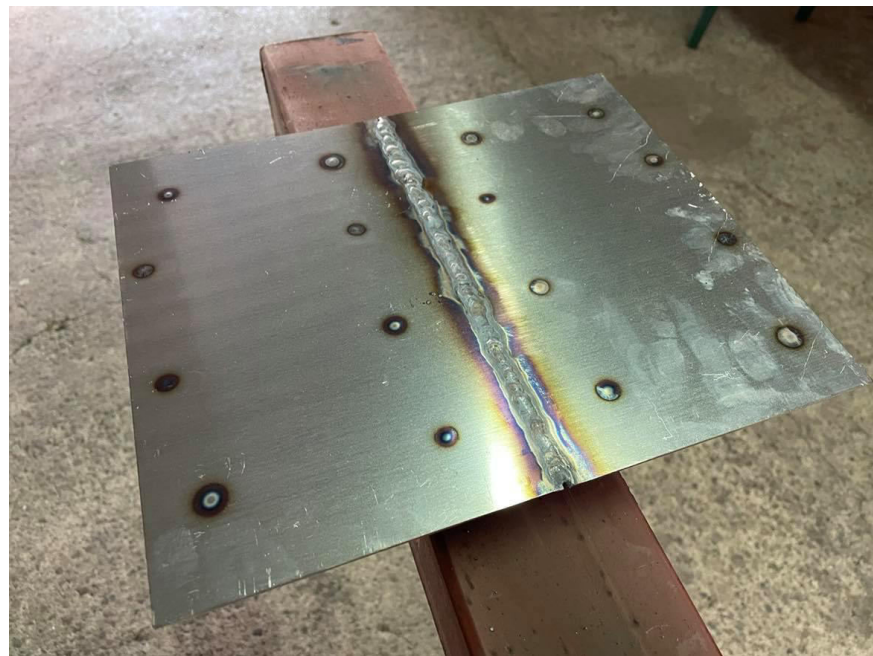
Iz (струја за заварување)	80 (A)
Проток на гас за заварување	7 (l/min)

Заварени проби

МИГ заварени елементи

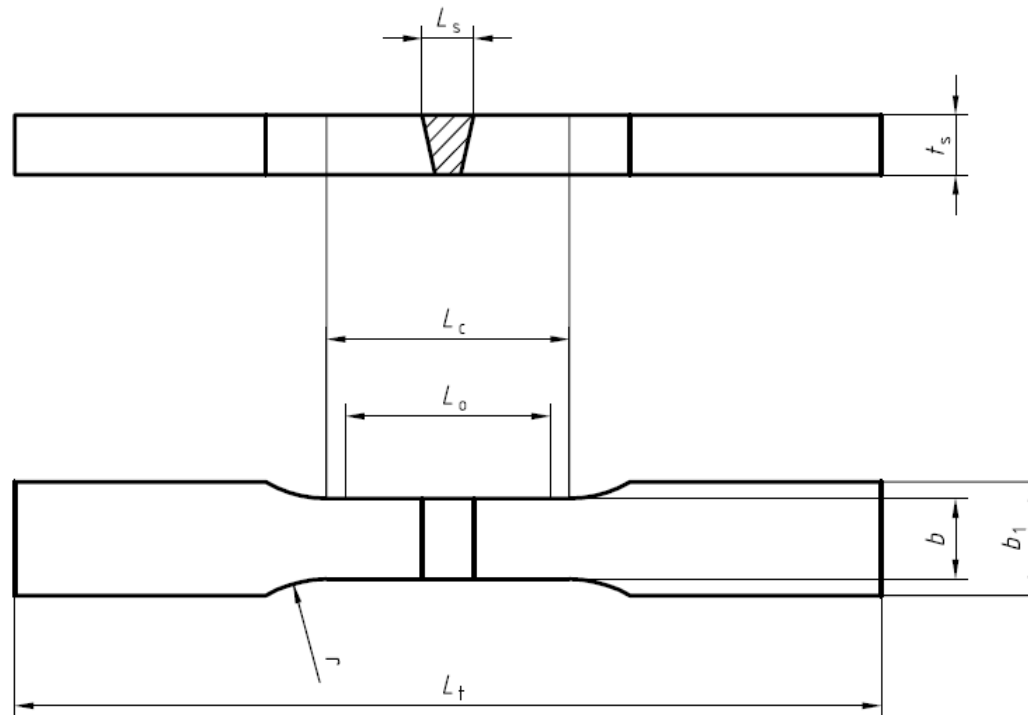


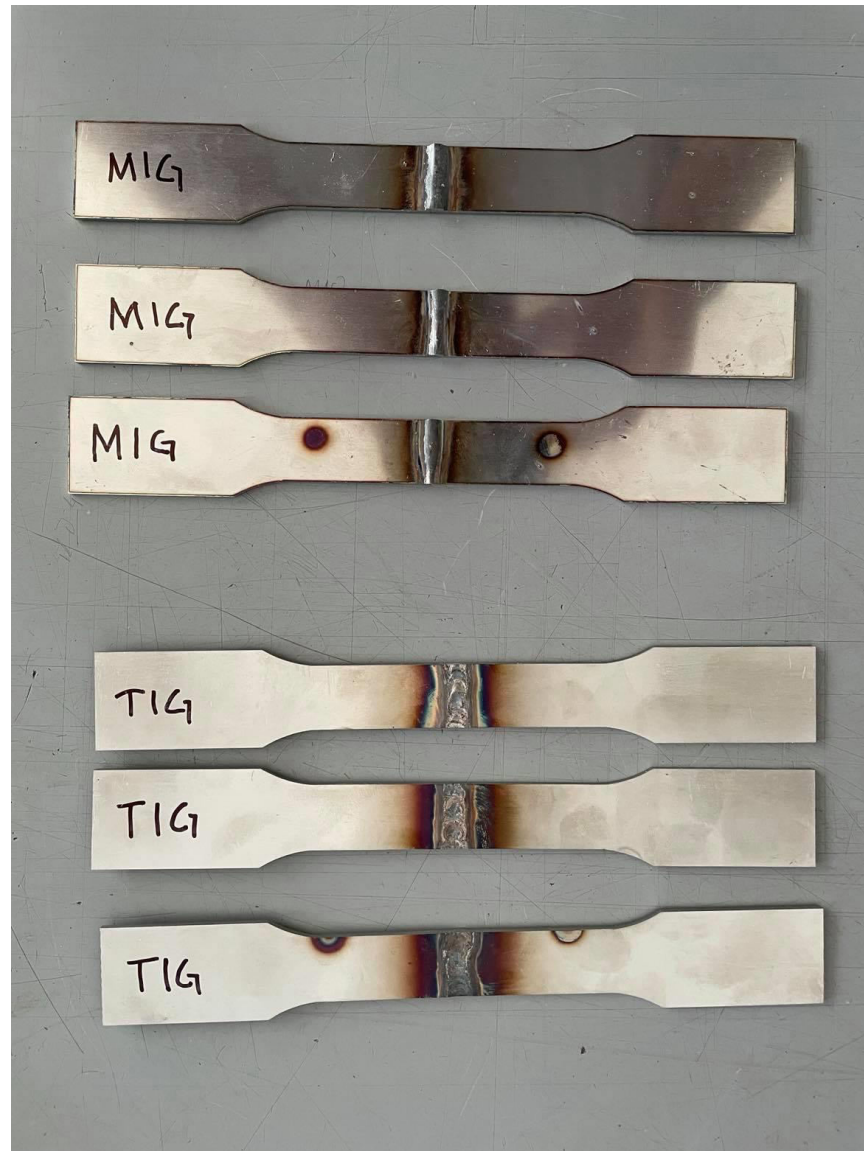
ТИГ заварени елементи



Испитување на затегнување

- ▶ Епрувети за испитување





Затегнување и кинење на епруветите



Вредности кои се добиени при испитување

Вредности кои се добиени при испитување на елементи заварени со ТИГ техника

	F[N]	A ₀ [mm ²]	R _m [N/mm ²]	Место на лом
E1	16800	39,4	426,39	Во заварен спој
E2	12500	39,6	315,65	Во заварен спој
E3	12750	39,6	321,96	Во заварен спој

Вредности кои се добиени при испитување на елементи заварени со МИГ техника

	F[N]	A ₀ [mm ²]	R _m [N/mm ²]	Место на лом
E1	17600	39,6	444,44	Во заварен спој
E2	15800	39,6	398,98	Во заварен спој
E3	17600	39,6	444,44	Во заварен спој



Ви благодарам на
вниманието

