



УНИВЕРЗИТЕТ „СВ. КИРИЛ И МЕТОДИЈ“ ВО СКОПЈЕ
МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ – СКОПЈЕ
ПРВ ЦИКЛУС



МИГ/МАГ ЗАВАРУВАЊЕ НА КОНСТРУКТИВЕН ЧЕЛИК
ДИПЛОМСКА РАБОТА

Ментор:
Проф. Д-р Добре Рунчев

Изработил:
Драган Лазаров 1420 МПИ

Скопје, 2021

1. ВОВЕД

- Означување и поделба на челиците според стандардите
- Заварливост на конструктивните челици
- Опишување на МИГ/МАГ постапка на заварување
- Експериментален дел – заварување и испитување на заварени проби



2. ОЗНАЧУВАЊЕ И ПОДЕЛБА НА ЧЕЛИЦИТЕ

Означување на челиците според EN и ISO стандардите

- Челици означени според примената и според механичките и физичките особини
- Челици кои се означуваат според хемискиот состав

Поделба на челиците според EN и ISO стандардите

- Генерална поделба на челиците
- Поделба на материјалите за спојување со заварување

3. ЗАВАРЛИВОСТ НА КОНСТРУКТИВНИТЕ ЧЕЛИЦИ

Според препораки на IIW се разликуваат 4 различни класи на квалитет на челиците

- Класа А
- Класа Б
- Класа Ц
- Класа Д

Согласно стандардите заварливоста на материјалите се дели на 3 дела.

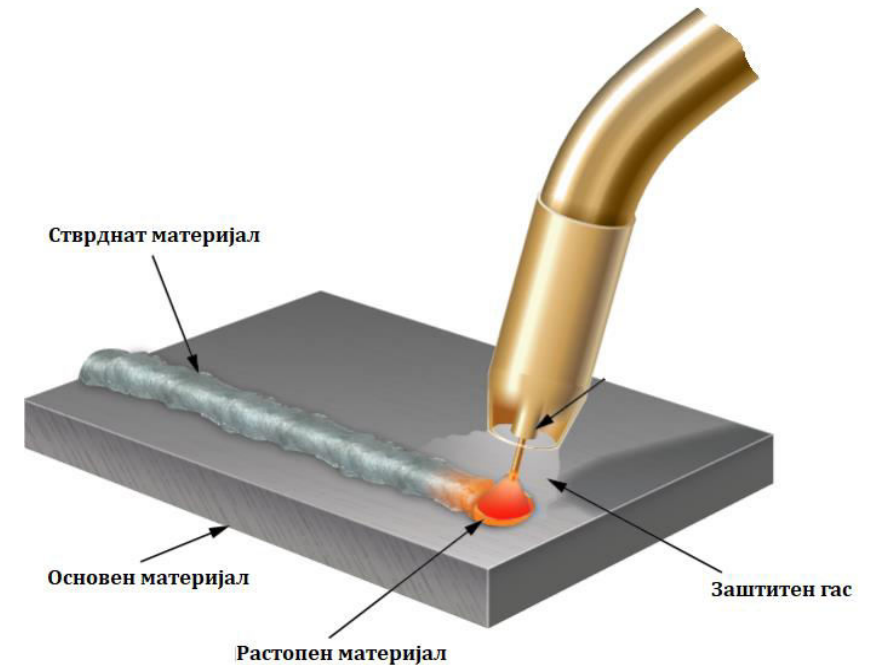
- **Металуршка заварливост** – кога хемиските, физичките и металуршките особини на материјалот овозможуваат изведба на квалитетен заварен спој
- **Конструктивна заварливост** – кога со примена на одреден материјал на елементот му се овозможува нормално функционирање под предвидените оперативни услови.
- **Оперативна заварливост** – кога заварените споеви може правилно да бидат изведени со примена на одбраните услови на производство.

3.1 ОЦЕНА НА ЗАВАРЛИВОСТ

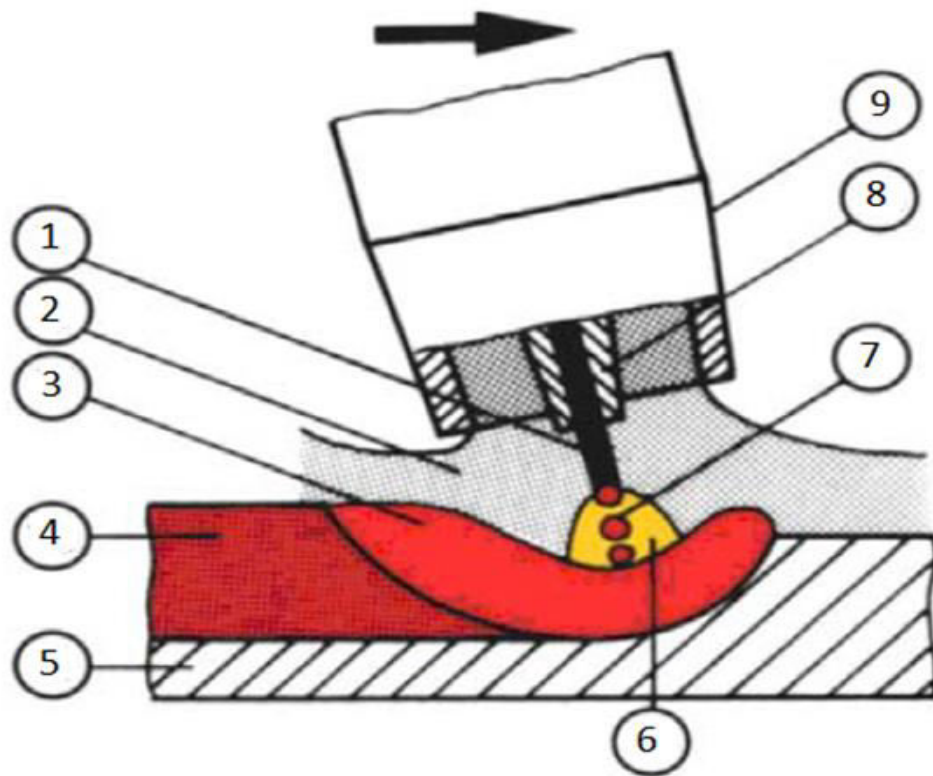
Елемент за оцена	Гранична вредност	Последица	Противмерки; забелешки
Издолжување А (%)	< 10	крт лом	
Ударна жилавост (J)	< 27	крт лом при пониски температури	
C (%)	0,2 - 0,25	закалување	Голем внес на топлина; Предгревање
P	0,05	пукнатини	Се очекува формирање на топли пукнатини само кај постари челици
S	0,05	топли пукнатини	
N	0,01	стареење	
Ni	1,5	Влијае на закалувањето	Освен C, само уште еден елемент може да биде блиску до граничната вредност; Прегревање
Mn	1		
Cr	0,3		
Mo	0,3		

4. МИГ/МАГ ТЕХНИКА НА ЗАВАРУВАЊЕ

- Техника која се одликува со голема ефикасност
- Добивање на високо квалитетни заварени споеви
- Можност за заварување на голем број на различни материјали
- Лесна изводливост во споредба со РЕЛ техниката
- Можност за заварување со големи брзини притоа задржувајќи го високиот квалитет на заварените споеви
- Лесно иницирање на електричниот лак

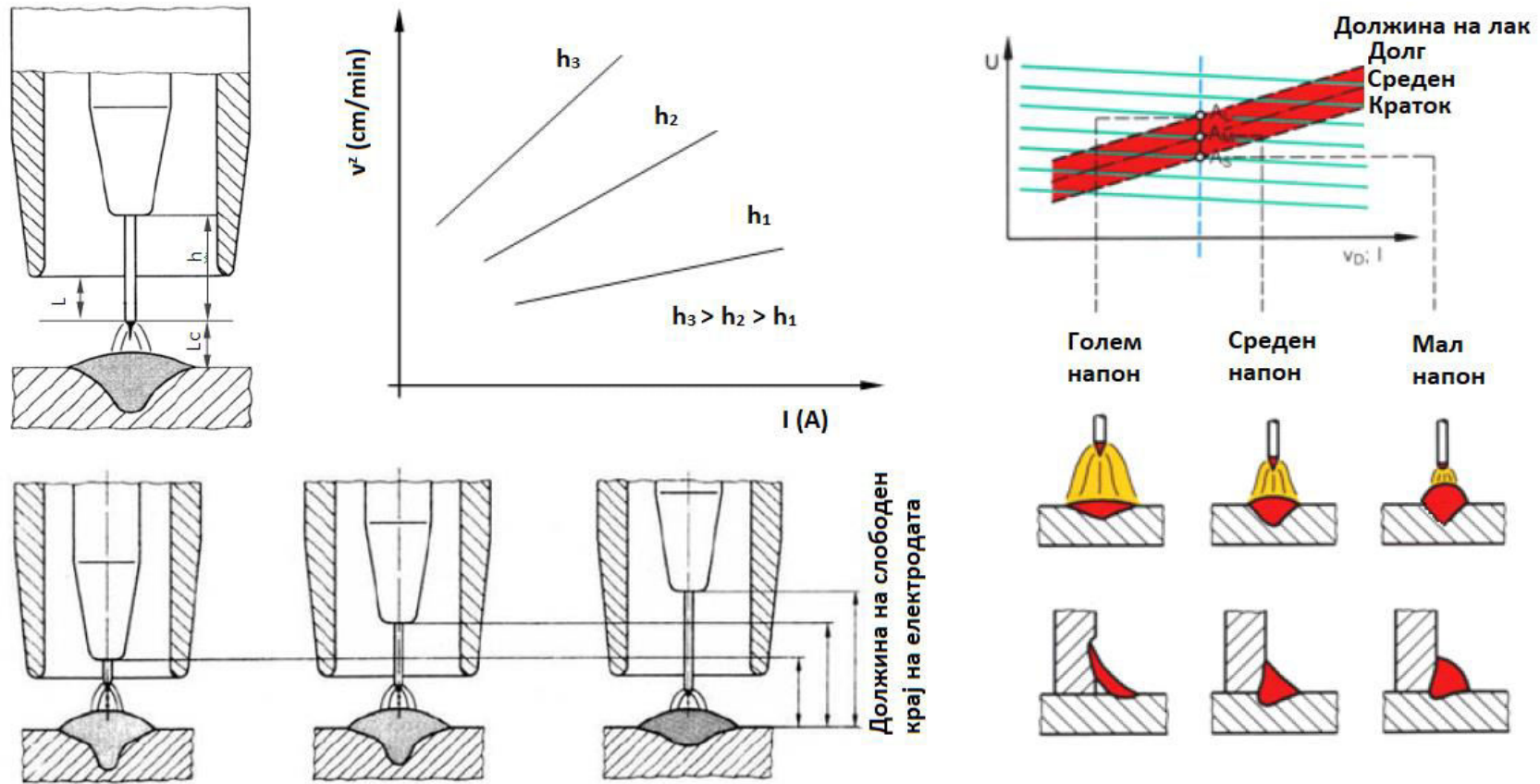


4.1 ПРОЦЕС НА ЗАВАРУВАЊЕ



1. Електродна жица
2. Заштитен гас
3. Заварувачко купатило – растопен метал
4. Стврднат метал на заварот
5. Работен предмет - основен материјал
6. Електричен лак
7. Капки од растопен додатен материјал
8. Контактна чаура – цевка за довод на струја
9. Чаура за довод на заштитен гас – млазник

4.2 ВЛИЈАНИЕ НА ЕЛЕКТРИЧНАТА СТРУЈА НА ПРОЦЕСОТ НА ЗАВАРУВАЊЕ

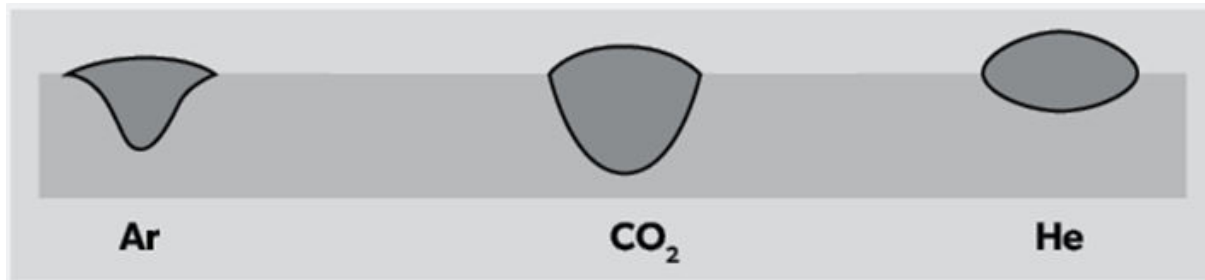


4.3 ВИДОВИ НА ЗАШТИТЕН ГАС

- Применетиот заштитен гас мора да обезбедува соодветна заштита со цел да се изведе квалитетно заварување
- Зависно од видот на материјалот што ќе се заварува се избира соодветниот заштитен гас

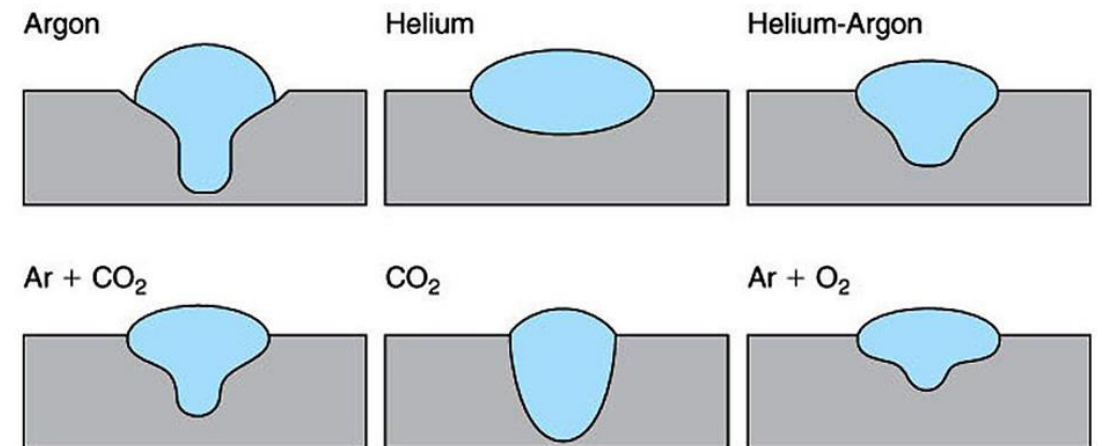
Тип на гас	Хемиски симбол	При температура од 0° C и притисок од 1 bar (0,101MPa)		Температура на вриење при притисок од 1,013 bar (°C)	Однесување за време на заварувањето
		Густина (воздух = 1,293 kg/m ³)	Релативна густина со воздух		
Аргон	Ar	1,874	1,38	-185,9	Инертен
Хелиум	He	0,178	0,138	-268,9	Инертен
Вуглероден диоксид	CO ₂	1,977	1,529	-78,5	Оксидирачки
Кислород	O ₂	1,429	1,105	-183	Оксидирачки
Азот	N ₂	1,251	0,968	-195,8	Променлив
Водород	H ₂	0,09	0,07	-252,8	Редуцирачки

4.4 ВЛИЈАНИЕ НА РАЗЛИЧНИТЕ ВИДОВИ НА ГАСОВИ



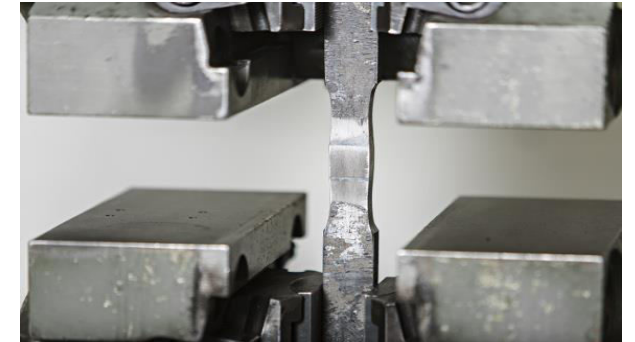
- Заварување во заштитна средина од смеса од гасови
- Се разликуваат двокомпонентни и трокомпонентни гасни смеси

- Заварување во заштитна средина од Аргон, Јаглерод диоксид и Хелиум
- Голем удел во избирањето на заштитниот гас има цената на гасот



5. ИСПИТУВАЊЕ НА ЗАВАРЕНИ СПОЕВИ

- Испитување со разрушување – (DT)
 - Испитување на затегнување
 - Испитување на жилавост
 - Испитување на свиткување
 - Испитување на тврдост
- Испитување без разрушување – (NDT)
 - Испитување со визуелен преглед
 - Радиографско испитување
 - Испитување со магнетни честички
 - Ултразвучно испитување
 - Испитување со пенетранти



6. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЕН ДЕЛ

- Заварување на плочи од материјал S355JR со дебелина од 10 мм и 20мм
- МИГ/МАГ техника на заварување со полна жица во заштитна средина од смеса од гасови со 82% Аргон и 18% Јаглерод диоксид.
- Заварувањето е изведено од страна на сертифициран заварувач за заварување со оваа техника
- Испитување на заварените проби на затегнување и на свиткување

6.1 ПОДАТОЦИ ЗА ОСНОВНИОТ И ДОДАТНИОТ МАТЕРИЈАЛ

Материјал	Минимален напон на течење R_e (N/mm ²)		Затегнувачка јакост R_m (N/mm ²)	Издолжување A (%)
	$d \leq 16$ (mm)	$16 < d \leq 40$ (mm)	$3 \leq d \leq 100$ (mm)	
S355JR	355	345	470 - 630	22

Содржина на хемиски елементи %							
Материјал	C	Si	Mn	P	S	Cu	N
S355JR	0,24	0,55	1,60	0,035	0,035	0,55	0,012

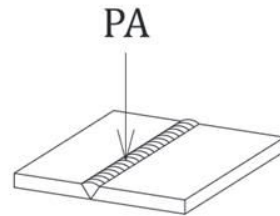
Материјал	Минимален напон на течење R_e (N/mm ²)	Затегнувачка јакост R_m (N/mm ²)	Издолжување A (%)
G 42 2 C 3Si1	430	540	28

Хемиски состав на додатниот материјал					
Додатен материјал	C	Si	Mn	P	S
G 42 2 C 3Si1	0,07	0,83	1.48	0,017	0,02

7. ИЗРАБОТКА НА ЗАВАРЕНИТЕ ПРОБИ



Положба на заварување



- Заварување во PA положба на заварување според ISO стандардот

- Соодветна припрема согласно дебелината на секоја плоча



7.1 ПАРАМЕТРИ НА ЗАВАРУВАЊЕ НА ПРВАТА ПРОБА



Премин	Јачина на струјата за заварување (А)	Напон на струјата за заварување (V)	Брзина на заварување (mm/min)	Брзина на додавање на жица (mm/min)
1	100-110	16	109	1500
2	227-235	24	296	6000
3	250-260	25-27	217	7000
4	250-260	25-27	175	7000

7.2 ПАРАМЕТРИ НА ЗАВАРУВАЊЕ НА ВТОРАТА ПРОБА



Премин	Јачина на струјата за заварување (A)	Напон на струјата за заварување (V)	Брзина на заварување (mm/min)	Брзина на додавање на жица (mm/min)
1	130-135	18-19	155	2500
2	220-230	25-26	267	6000
3,4,5,6	270-280	27-28	210	8000

8. ИСПИТУВАЊЕ НА ЗАТЕГНУВАЊЕ



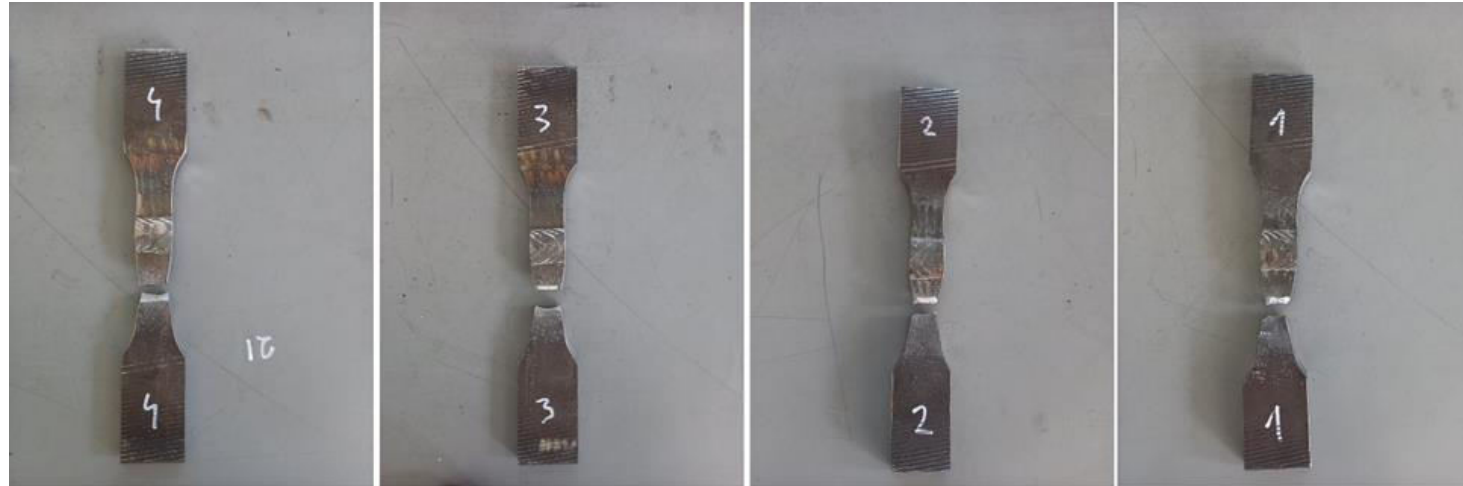
- Епрувети 1 и 2 со дебелина од 20 мм
- Епрувети 3 и 4 со дебелина од 10 мм
- Изработка на епрувети со машина за обработка со глодање - глодалка

9. ИСПИТУВАЊЕ НА СВИТКУВАЊЕ

- Поставувањето на епруветите на машината за испитување на свиткување се изведува според ISO стандарди.
- Испитувањето на свиткување беше изведено само на епрувети со дебелина од 10 мм од страна на корен и од страна на лице на заварениот спој.



10. АНАЛИЗА НА ДОБИЕНИТЕ РЕЗУЛТАТИ



Број на епрувета	Дебелина t_s (mm)	Широчина b (mm)	Површина на попречен пресек A (mm ²)	Сила на кинење (N)	Максимална затегачка цврстина R_m (N/mm ²)	Подрачје на кинење
1	20	25	500	276547	553	основен материјал
2	20	24	480	276547	576	основен материјал
3	10	24	240	139254	580	основен материјал
4	10	26	260	139254	535	основен материјал

10.1 АНАЛИЗА НА ДОБИЕНИТЕ РЕЗУЛТАТИ



- При испитувањето на свиткување **не беше** забележена пукнатина во заварот.

11. ЗАКЛУЧОК

- МИГ/МАГ техниката на заварување претставува техника со која се постигнуваат квалитетни заварени споеви со одлични механички особини.
- Најдобра заштита и најдобри заварени споеви се добиваат со комбинација на гасови.
- Заштитниот гас кој се применува во експерименталното испитување обезбедува одлична заштита за време на процесот на заварување со тоа што се постигнува одлична пенетрација на заварот во однос на широчината на заварот како и одличен изглед на заварениот спој.
- При испитувањето на затегнување кинењето на епруветите од заварените проби се случува во основниот материјал, а не во заварениот спој што докажува дека со оваа техника се добиваат високо квалитетни споеви.
- Испитувањето на свиткување изведено на епруветите од заварените проби исто така потврдува одличен заварен спој, односно при испитувањето на свиткување не се забележани пукнатини во лицето или во коренот на изведените заварени споеви.

БЛАГОДАРАМ НА ВНИМАНИЕТО