

Разработване и изследване на нови тръбно-флюсови телове (ТФТ) за заваряване под вода.

доц.док. Н.Ников, инж. Д.Ников, инж. Б.Ников

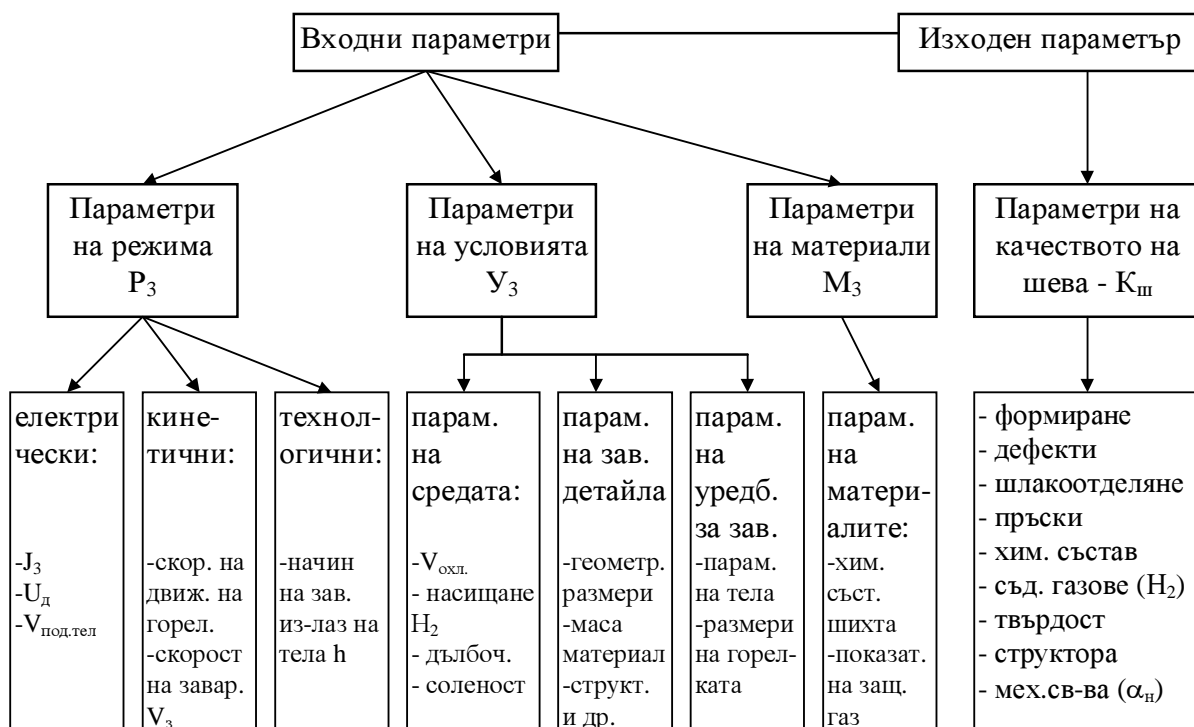
Съвременните самозащитни ТФТ за заваряване под вода трябва да удовлетворява следните изисквания:

- механичните свойства на заваръчното съединение заварено с ТФТ да не са по-ниско от това на основния метал;
- количеството на разтворения в метала на шева H_2 да е минимално;
- да осигуряват възможност за заваряване във всички пространствени положения.

Необходимо е отчитането на следните изисквания при подбора на компонентите на ТФТ:

- да се осигури правилно формиране на заваръчния шев;
- да се осигури защита на заваръчната вана;
- да се неутрализира въздействието на H_2, O_2, CO_2 в парогазовия мехур;
- да се обезпечи легирането на метала на шева;
- да се намали скоростта на охлаждане;
- да се обезпечи технологична здравина на заваръчните шевове;
- да се намалят дефектите в заваръчния шев.

На фигура 1 е дадена схемата на факторите влияещи на процеса на заваряване под вода с ТФТ.



Фиг.1 Схемата на факторите влияещи на процеса на заваряване под вода с ТФТ

Извършените предварителни експерименти със стандартни ТФТ за заваряване показаха удовлетворителни резултати. Качеството на получените шевове не бе достатъчно добро за да се осъществи практическото им приложение за заваряване в подводни условия. Независимо от получените резултати е възможно използването на стандартните български ТФТ марки - ТЕТ-КЗУ-3-01 и ТЕТ-КЗУ-3-11, за подводно заваряване при аварийно-спасителни операции.

Необходимо е да се разработи нов състав на шихтата на ТФТ отговарящ на сложните условия при метода на подводно заваряване. Правилното подбиране на компонентите на шихтата и установяване на оптималното съотношение между тях е гаранция за получаване на качествен шев.

С цел осигуряване на стабилно горене на дъгата е необходимо шихтата да съдържа стабилизиращи материали съдържащи елементи с нисък йонизационен потенциал (К, Са, Na) такива като мрамор, флушпат и др.

Силната окислителна среда около дъгата от една страна и високата концентрация на топлината в дъгата горяща под вода, от друга страна са причина за изгарянето на легиращите елементи от основния метал и телта. За това чрез шихтата е необходимо да се осигурява повишено съдържание на легиращи елементи. Като легиращи компоненти в състава на телта се ползват феросплави или чисти метали (FeCr, FeMn, FeSi). Както бе отбелязано метала на шева е значително окислен. Като дезоксидатори могат да се използват FeMn, FeTi, FeSi, Al и др., като изискванията към тях са при минимално съдържание да дезоксидират метала и да образуват неразтворими окиси, които лесно да коагулират и да изплуват от течната вана.

Основната част на състава на самозащитния тел е газо-шлакообразуваща композиция, определяща типа на шихтата на тела. За газо-шлаковата защита на дъгата и ваната при ТФТ могат да се използват: мрамор, магнезит, рутил, сидерит, флушпат, фелдшпад, криолит, слюда, целулоза и др.[1]

Осигуряването на непрекъсната шлакова кора на шева е от голямо значение при подводното заваряване /ПЗ/, високата скорост на охлаждане на заваръчното съединение затруднява рафинирането на метала и е причина за образуване на неравновесни структури с голяма твърдост.

Присъствието на железен прах в шихтата има двойко значение. От една страна се цели да се повиши производителността на процеса, а от друга в известна степен действа върху газовия състав в пара газовия мехур /ПГМ/.

Анализът на литературните данни за съществуващите телове с различни типове шихти позволи да се заключи, че при подводното

заваряване е за предпочитане да се работи с рутилосъдържащи елементи в шихтата[1].

Извършеният анализ на литературните данни и проведените собствени изследвания даде възможност да се изясни и отрази таблично /таблица 1/ въздействието на различните компоненти върху механичните и технологични характеристики на заваръчното съединение и процеса на заваряване.

Таблица 1

Свойства	TiO ₂	CaCO ₃	CaF ₂	FeSi	FeMn	FeTi	Fe _{прах}	Al
Твърдост на шева	↗	→	↘	↗	↗	↗	↘	↗
Твърдост на ЗТВ	↗	↗	↘	↗	↗	↗	↘	↗
Стабилност на дъгата	↗	↘	↗	→	→	→	↘	↘
Съдържание на водород	↗	↗	↘	↘	↗	↘	↗	↗
Коефициент на загуби (разпръскване)	↘	↗	↗				↘	
Коефициент на общи загуби	↗	↗	↘					

Избора на диапазона на вариране на съставните компоненти е направен въз основа на подобен анализ на състава им, като са взети под внимание условията в които протича заваръчния процес и посочените в литературата данни.

За по-голяма нагледност методиката за разработване и изследване на ТФТ за ПЗ е дадена на фигура 5.45.

С цел уточняване на необходимото съотношение между съставните елементи на шихтата на ТФТ бе проведен планиран експеримент. В таблица 2 са дадени съставите на изготвените седем марки тел.

Таблица 2

№	TiO ₂	CaF ₂	CaCO ₃	CaO	FeMn	FeSi	FeTi	F _{прах}	K _s
1	32	-	44,5	4	-	-	-	19,5	18,5
2	51	-	-	10,7	7,8	5	12,7	12,8	20
3	38,2	38,2	-	-	2,3	1,5	3,8	16	29
4	26,6	10,9	53,2	-	2,8	1,8	4,7	-	29

5	35,6	24,5	29,2	10,7	-	-	-	-	18
6	20,6	18,1	36,3	5,4	2,7	1,8	4,6	10,8	19
7 _{доп}	A 3,6	4,65	41,4	44,15	3,65	0,94	0,5	0,013	20

От проведената серия експерименти бяха получени следните резултати:

1. Изследваните телове (марка 1, 2, 3, 4) показаха нестабилно горене с чести прекъсвания, при което възбуждането на дъгата е затруднено;
2. Добри резултати показаха теловете № 3 и 6, но са с ниска ударна жилавост;

На базата на направеното изследване бе коригиран състава на шихтата и бе изготвена втора серия от четири тела (таблица 3). Формата на напречното сечение е проста тръбна.

Таблица 3

компоненти №	FeMn	FeSi	FeTi	TiO ₂	CaCO ₃	CaF ₂	Fe _{прах}
1	4,0	2,0	6,0	20,0	7,0	23,0	38,0
2	4,0	2,0	6,0	23,0	6,0	17,0	42,0
3	4,0	2,0	6,0	27,0	5,0	20,0	36,0
4	4,0	2,0	6,0	30,0	3,0	13,0	42,0

Резултатите от експерименталните данни от втората серия дават възможност да се направи следния извод:

Изследваните телове, показаха лесно възбуждане и стабилно горене на дъгата. Формирането на шева е значително по-добро от това на първата серия. Особено добри резултати се получиха при тел № 1 и 2.

В табл. 4 са дадени резултатите от механичните изпитания и измерената твърдост по Бринел на заваръчния шев получен с тел № 1.

Извършения рентгенов анализ установи наличието на голямо количество пори и шлакови включвания, на което се дължат и ниските показатели на механичните свойства.

Таблица 4

№	Механични свойства на шева и заваръчното съединение	Наварен метал	Заваръчно съединение
1	Якост на опън R _m , МПа	455	426
2	Граница на провлачване R _e , МПа	445	243
3	Относително свиване Z, %	6,5	21,03
4	Относително удължаване A, %	4,8	57,3

5	Ударна жилавост Ак, kgf/cm ²	20°	5	
		0°	3,75	
		-35°	2,25	
6	Твърдост на Бринел	OM	156	
		ЗТВ	337	
		ЗТ	275	

В третата серия от експериментите бяха изследвани телове с различни типове шихти. Изследвани са седем марки ТФТ както следва:

- два тела с рутил-ограничен тип на шихтата (по аналогия с тел ППС-АН1);
- три тела с рутил-флуоритен тип на шихтата и сложно напречно сечение на конструкцията на шева;
- два тела с рутил-флуоритен тип на шихтата и сложно сечение на тела.

Използването на сложно напречно сечение на конструкцията на тела е с цел да се намали разликата в скоростта на топенето между металната обвивка и шихтата. Процентното съдържание на отделните компоненти е дадено в табл.5.

Таблица 5

№	TiO ₂	CaF ₂	CaCO ₃	FeTi	FeMn	FeSi	Fe _{прах}	Нишесте
1	16,0	10,0	-	-	10,0	0,8	59,2	8,0
2	18,0	15,0	-	-	6,0	6,0	48,0	8,0
3	18,0	10,0	10,0	5,0	14,0	10,0	33,0	-
4	22,0	14,0	14,0	9,0	18,0	8,0	15,0	-
5	20,0	12,0	12,0	7,0	16,0	12,0	19,0	-
6	20,0	23,0	7,0	6,0	4,0	2,0	38,0	-
7	23,0	17,0	6,0	6,0	4,0	2,0	42,0	-

За двата тела № 4 и 5 с най-добри технологични показатели бяха направени изпитания на механичните свойства, резултатите от които са показани в табл.6.

Таблица 6

№ тел	R _m , kg/mm ²	R _e , kg/mm ²	A, %	Z, %	A _k при 0°С
4	52	50,42	3,81	3,2	4,8
5	49,3	47,7	5,75		6,82

Анализа на направените експерименти позволи да се направят следните констатации:

1. Всички изследвани телове показаха лесно възбуждане и стабилно горене на дъгата.

Най-добро формиране на шева се получи при тел № 5, 4 и 3. При работа с тел № 5 се получиха шевове без подрези, плътни и с малко количество пръски.