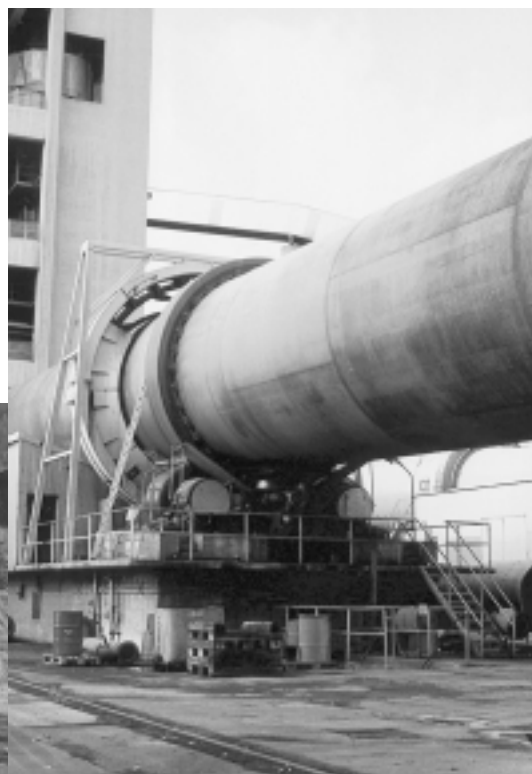


Наръчник по заваряване при ремонт и възстановяване



Превод от английски език: Валентин Ангелов, EWE
код: ХА00868ВВ
06 2001г.

Упътване за избор и приложение на добавъчните заваръчни материали ESAB при ремонт и възстановяване



	Страница
Предговор	3
Съкращения	4
Пробиване, рязане, дълбаене и рубене	5
Подгръване и температура при изпълнение на междинните слоеве	6
Контрол на смесването на основния и добавъчния материал	8
Използване на буферни и изграждащи слоеве	10
Заваряване	
• чугун	14
• “трудни за заваряване стомани”	18
• разнородни метали	22
• манганови стомани	26
• инструментални стомани и стомани за високотемпературни приложения	30
Наваряване	34
• видове натоварване	34
• основни материали	37
• заваръчни процеси	38
• типове материали за наваряване	39
• упътване към класификацията на добавъчните материали за наваряване съгласно DIN 8555	40
• материали за наваряване	41
• упътване за избор на добавъчен материал	42
Примери за приложение на добавъчните материали и илюстрации	45
Таблицы с данни за добавъчните материали	89
• чугун	таблица 1 90
• буферни слоеве и изграждащи слоеве	таблица 2 91
• “трудни за заваряване стомани”	таблица 2 91
• разнородни метали	таблица 2 91
• манганови стомани	таблица 3 93
• инструментални стомани и стомани за високотемпературни приложения	таблица 4 95
• наваряване и изграждане	таблица 5 98
• цветни метали	таблица 6 105
Препоръчителни температури на подгръване	таблица 7 108
Сравнение на скалите за твърдост	таблица 8 109
Насоки за определяне вида на основният метал	таблица 9 110
Азбучен указател на приложенията на добавъчните материали	112
Указател на добавъчните материали	115

Всеки ден заварчиците по целия свят срещат инициалите ОК върху заваръчните материали и машини, които използват. ОК са инициалите на Оскар Килберг, основателя на ESAB. Оскар Килберг пръв открива нова техника за заваряване и я развива под формата на обмазаните електроди. Тези изобретения са направени от ESAB.

Оскар Килберг е завършил инженерство и е работил на няколко шведски парахода. През този период, в края на 90те години на 19ти век той се сблъсква с проблем, за който по онова време няма решение. Нитовите връзки на парните котли често изпускат. Правени са опити връзките да се уплътнят с пирони, смачкани във формата на малки клинове. Използвало се е просто електро-заваряване, но резултатите от ремонтите извършени чрез заваряване, които Оскар Килберг вижда са лоши, с пукнатини и пори.

Той разбира, че метода може да бъде усъвършенстван и получава подкрепата на водещите корабостроителници. Оскар Килберг създава малка експериментална работилница в пристанището на Гьотеборг.

Методът бързо предизвиква голям интерес в корабостроителниците в Гьотеборг. Станало е очевидно, че има изключителни преимущества при заваряването и ремонтирането на кораби. От тогава техниката за извършване на ремонти се развива и в други отрасли.

Днес ESAB може да предложи добавъчни материали за повечето методи на заваряване и видове метали; в този наръчник вие ще намерите материалите за ремонт и възстановяване, както и част от техните приложения.

Описаните приложения на всеки от добавъчните материали представляват общи препоръки и трябва да се използват само като насока.

За допълнителна информация може да направите справка в "ESAB Welding Handbook", или да се обърнете към най-близкия представител на ESAB.

Rm	= якост на опън
Rp _{0.2}	= граница на провлачване
A	= удължение при скъсване
HRC	= твърдост по Роквел - С
HB	= твърдост по Бринел
HV	= твърдост по Викерс
a w	= без обработка след заваряване
w h	= след наклепване при работа
SMAW	= ръчно електродъгово заваряване (РЕДЗ)
FCAW	= заваряване с тръбен тел
GMAW	= заваряване в среда от защитен газ (МИГ/МАГ)
SAW	= подфлюсово заваряване
DC +	= постоянен ток – обратна полярност
DC -	= постоянен ток – права полярност
AC	= променлив ток
OCV	= напрежение на празен ход

Символи на химически елементи

Al	Алуминий
B	Бор
C	Въглерод
Cr	Хром
Co	Кобалт
Cu	Мед
Mn	Манган
Mo	Молибден
Nb	Ниобий
Ni	Никел
P	Фосфор
S	Сяра
Si	Силиций
Sn	Калай
Ti	Титан
W	Волфрам
V	Ванадий

Общи сведения

ОК 21.03 е електрод, специално разработен за пробиване, рязане и рубене на конструкционни, неръждаеми и манганови стомани, чугун, както и на всички метали с изключение на чиста мед.

Обмазката на електрода формира силна газова струя, която изхвърля разтопения материал.

Не е необходим съгъстен въздух, газ или специална ръкохватка – използва се стандартното оборудване за заваряване. Получените канали са с равномерни и гладки стени, така че заваряването може да започне и без допълнителна обработка. При обработка на неръждаеми и манганови стомани се изисква леко шмиргелене.

Забележка: Електрода не е предназначен за влагане като добавъчен материал. Произвежда се с диаметри Φ 3.25, 4.0 и 5.0 милиметра.

Приложение

ОК 21.03 се използва, когато се налага рубене преди заваряване в полеви условия и когато не е практично използването на апаратура за рубене с въгленови електроди.

Превъзходен е за подготовка при ремонти на чугун, тъй като изсушава и изгаря примесите и графита на повърхността и по този начин намалява риска от появяване на пукнатини и пори по време на заваряване.

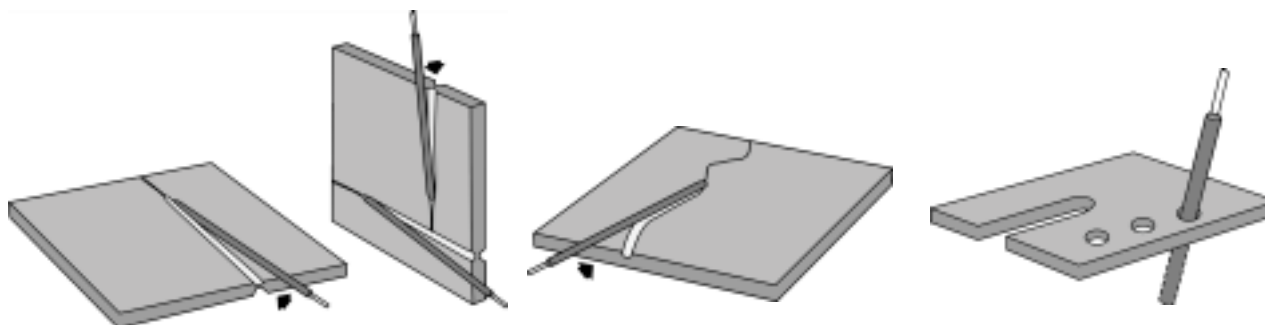
Друго подходящо приложение е рубенето на манганови стомани.

Процедура

Използва се предимно постоянен ток при права полярност или променлив ток. Постоянен ток при обратна полярност се препоръчва при пробиване и рязане.

Дъгата се запалва, като електрода се държи перпендикулярно на детайла, след което електрода трябва да бъде наклонен и придвижван в подходящата посока, под ъгъл $5-10^\circ$ спрямо детайла. Електрода се държи в контакт с детайла и се движи като при рязане с трион. Ако е необходима по-голяма дълбочина, процедурата се повтаря до нейното достигане.

Пробиването на отвори е много лесно. Електродът се държи вертикално, запалва се дъгата и електрода се натиска надолу докато премине през материала. За разширяване на отвора се правят режещи движения с електрода.



Подгръвяването, както и температурата при изпълнение на междинните слоеве са много важни за предпазване на метала на шевове от пукнатини.

Подгръвяването намалява:

- риска от водородни пукнатини
- напреженията от свиване
- твърдостта в зоната на термично влияние (ЗТВ)

Необходимостта от предварително подгръвяване се увеличава в зависимост от следните фактори:

- съдържание на въглерод в основния материал
- съдържание на легиращи елементи в основния материал
- размер на детайла
- първоначална температура на детайла
- скорост на заваряване
- диаметър на заваръчния електрод

Как да определим температурата на подгръвяване

За да се определи правилната температура на подгръвяване, трябва да бъде известен химическия състав на основния материал, тъй като температурата на подгръвяване зависи от два основни фактора:

- съдържанието на въглерод в основния материал
- съдържанието на легиращи елементи в основния материал

По принцип, колкото по-голямо е съдържанието на въглерод в основния материал, толкова по-висока трябва да бъде температурата на подгръвяване. Това е в сила и за съдържанието на легиращи елементи, но в по-малка степен.

Един от начините да се определи температурата на подгръвяване е да се изчисли въглеродния еквивалент, Seq , на база химическия състав на основния материал:

$$Seq = \%C + \%Mn/6 + (\%Cr + \%Mo + \%V)/5 + (\%Ni + \%Cu)/15$$

Колкото по-висок е въглеродния еквивалент, толкова по-висока е необходимата температура на подгръвяване.

Друг основен фактор за определяне на температурата на подгръвяване е дебелината и размера на детайла. Температурата на подгръвяване се увеличава при по-голяма дебелина и размери на детайла.

Когато се определи температурата на подгръвяване, от голямо значение е тя да бъде достигната и поддържана по време на заваряването.

По време на подгръвяването е важно времето на разпространение на топлината, за да може целия детайл да бъде нагрят до една и съща температура. Обикновено заварените детайли, които са били подгръвявани трябва да се охладят бавно.

В таблицата са показани температурите на подгръвяване за някои материали.

Препоръчителни температури на подгряване

Основен материал	Добавъчен материал	Дебелина на ламарината, мм	Стомана	Ниско легирана	Инструментална	Хромова стомана	Хромова стомана	Не-ръждаема	Манганова стомана
			C _{eq} < 0.3 < 180 HB °C	C _{eq} 0.3-0.6 200-300HB °C	C _{eq} 0.6-0.8 300-400HB °C	5-12% Cr 300-500HB °C	>12% Cr 200-300HB °C	18/8 Cr/Ni ~200 HB °C	14% Mn 250-500HB °C
Ниско легирана 200-300 HB	≤20	-	100	150	150	100	-	-	
	>20≤60	-	150	200	250	200	-	-	
	>60	100	180	250	300	200	-	-	
Инструментална стомана 300-450 HB	≤20	-	100	180	200	100	-	-	
	>20≤60	-	125	250	250	200	-	○	
	>60	125	180	300	350	250	-	○	
12% Хромова стомана 300-500 HB	≤20	-	150	200	200	150	-	x	
	>20≤60	100	200	275	300	200	150	x	
	>60	200	250	350	375	250	200	x	
Неръждаема стомана 18/8 25/12, 200 HB	≤20	-	-	-	-	-	-	-	
	>20≤60	-	100	125	150	200	-	-	
	>60	-	150	200	250	200	100	-	
Mn стомана 200 HB	≤20	-	-	-	x	x	-	-	
	>20≤60	-	-	●100	x	x	-	-	
	>60	-	-	●100	x	x	-	-	
На Co- основа тип 6 40 HRC	≤20	100	200	250	200	200	100	x	
	>20≤60	300	400	●450	400	350	400	x	
	>60	400	400	●500	●500	400	400	x	
Карбиди тип (1) 55 HRC	≤20	-	○-	○-	○-	○-	○-	○-	
	>20≤60	-	100	200	●200	●200	○-	○-	
	>60	○-	200	250	●200	●200	○-	○-	

(1) Максимум два слоя наварен метал.
Освобождаващо напреженията напукване е нормално.

- Без подгряване или подгряване под 100°C

x Използва се много рядко или не се използва

○ Подгрява се при наваряване на големи площи

● За да се предотврати спукването се използва буферен слой или жилав неръждаем добавъчен материал

При заваряване неизбежно се получава смесване на основния и на добавъчния метал.

За постигане на оптимални резултати при наваряване се цели смесването да бъде минимално.

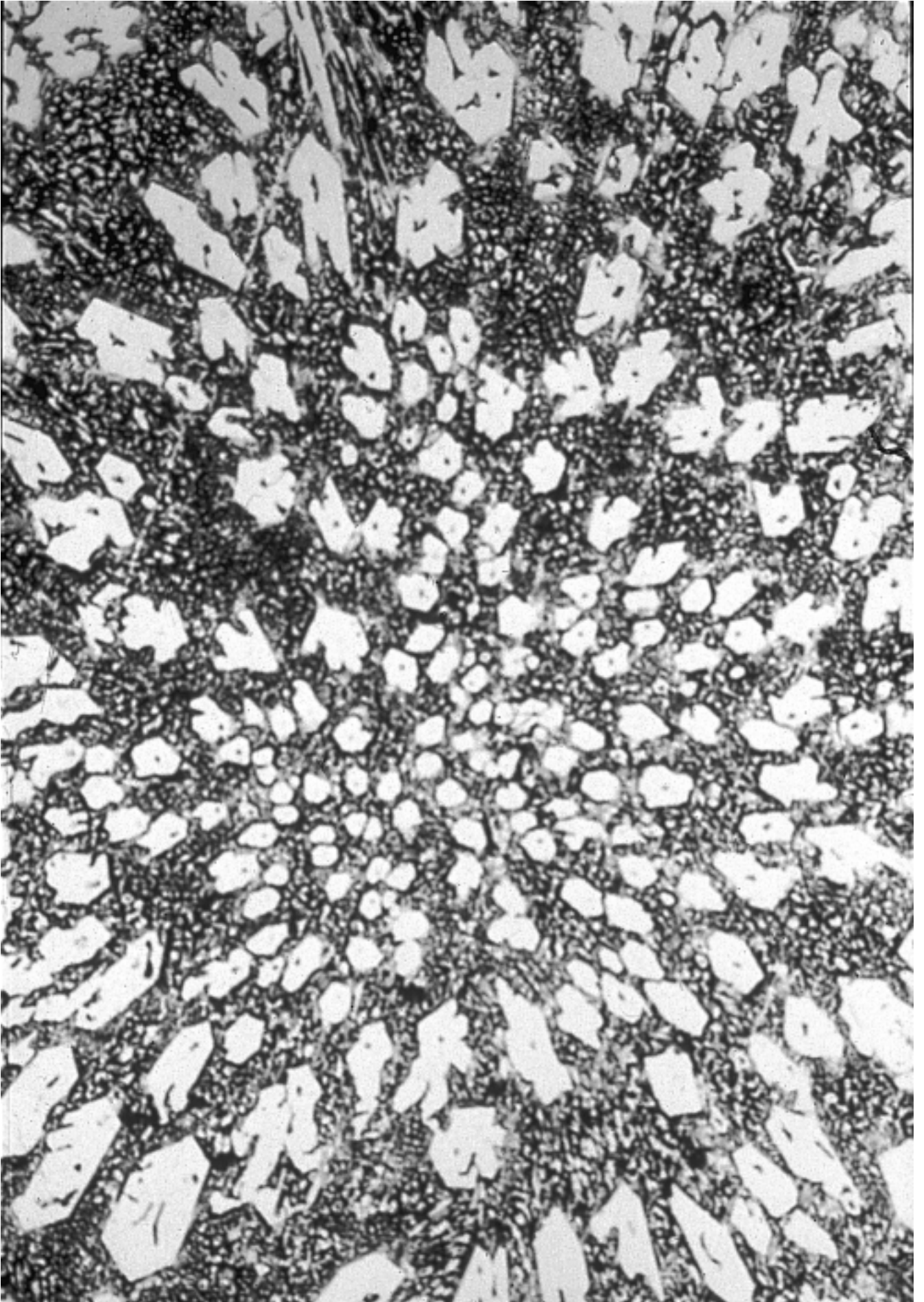
По-меките материали за наваряване показват увеличение на твърдостта, когато се смесят с по-високо легиран основен метал. Това се дължи на проникването на въглерод и легиращи елементи от основния материал.

Често основния материал е нелегирана или нисколегирана стомана и за достигане на необходимата твърдост се налага нанасяне на няколко слоя. Обикновено два или три слоя са достатъчни.

Тъй като степента на смесване зависи от процедурата на заваряване, тя трябва да бъде изпълнена така, че да се получи минимално смесване.

Фактори, които оказват влияние върху смесването:

- Скорост на заваряване
Ниска скорост – силно смесване
Висока скорост – слабо смесване
- Полярност на тока
Постоянен ток, права полярност – слабо смесване
Променлив ток – средно смесване
Постоянен ток, обратна полярност – силно смесване
- Количество топлина
Малко – слабо смесване
Голямо – силно смесване
- Техника на заваряване
Без вълнообразни движения – слабо смесване
С движения – силно смесване
- Положение на заваряване
Вертикално нагоре – силно смесване
Хоризонтално, вертикално надолу – слабо смесване
- Брой слоеве
С всеки следващ слой смесването намалява
- Тип на наварения метал
По-високо легиран наварен метал – по-слабо чувствителен към смесване с основния материал
- Излаз на електродния тел
Голям излаз на тела – по-слабо смесване



Микроструктура на наварен метал: ОК 84.78, хромови карбиди

Буферни слоеве

Буферните слоеве се нанасят между основния материал и метала с който всъщност се наварява, с цел:

- осигуряване на добра връзка с основния материал
- избягване на дължащите се на водород пукнатини непосредствено под шева, дори при подгрятни детайли
- намаляване на последствията от възникналите напрежения
- намаляване на ефекта от смесването на основния с добавъчния материал
- избягване на спукването в следващите по-твърди слоеве
- избягване на проникването на пукнатини от наварения слой в дълбочина в основния материал

При наваряването е широко разпространено използването на пластични буферни слоеве от аустенитен материал. Изборът на материал за буферния слой зависи от типа на основния материал и типа наваряване (виж таблицата).

Добавъчни материали за буферни слоеве

Основен материал	Приложение	Обмазани електроди	Тръбен, плътен тел
14% Mn стомана	Износени повърхности	OK 67.45	OK Tubrodur 14.71
	Ремонт на пукнатини	OK 68.82	OK Autrod 16.75
Ниско легирани	1 слой наваряване, без ударно натоварване	Без буферен слой	
	2 слоя наваряване, с ударно натоварване	OK 67.45	OK Tubrodur 14.71
	2 слоя Co или Ni сплав	OK 67.45 или OK 68.82	OK Tubrodur 14.71 или OK Autrod 16.75
Закаляеми стомани	1 слой наваряване, без ударно натоварване	Без буферен слой	
	2 слоя наваряване, с ударно натоварване	OK 67.45	OK Tubrodur 14.71
	2 слоя Co или Ni сплав	OK 67.45 или OK 68.82	OK Tubrodur 14.71 или OK Autrod 16.75
5-12% Cr стомани	широки повърхностни слоеве Co или Ni сплав	OK 67.45	OK Tubrodur 14.71
2-17% Cr стомани	съответстваща сплав за наваряване	Подгриване – виж таблица 7 на стр.108. Без буферен слой	
	1-2 слоя наваряване с твърда сплав	OK 67.45 или OK 68.82	OK Tubrodur 14.71 или OK Autrod 16.75
Чугун	Наваряване с твърда сплав	OK 92.60	OK Tubrodur 15.66

За допълнителна информация – виж таблица 2 на стр.91

Когато върху мек материал, като например строителна стомана, се навари слой от твърд материал, при условия на високо натоварване се появява тенденция към потъване на наварения слой (Фиг.А). В резултат на това навареният материал може да се напука и отчупи. За да се предотврати това е необходимо преди наваряването с твърда сплав да се нанесе слой от жилав и як материал (Фиг. В).



ОК 83.28 и ОК Tubrodur 15.40 са подходящи като изграждащ/буферен материал. В зависимост от типа на основния материал е възможно да се препоръча и друг тип буферен слой.

Когато се наварява с крехки сплави, като тези съдържащи хромови карбиди или сплави на кобалтова основа, се препоръчва първо да се нанесат един два слоя от аустенитен материал. Това предизвиква напрежения на свиване в следващите слоеве и по този начин намалява риска от пукнатини в твърдия наварен метал.

Често в твърдите наварени слоеве има пукнатини, получени при освобождаване на напреженията. Те най-често не са вредни за наваряването, но съществува опасност при силен удар или огъване пукнатините да се разпространят в дълбочина на основния материал (Фиг.С). Тази тенденция е най-силно изразена в случаите, когато основния материал е стомана с висока якост. Използването на жилав и як буферен слой предотвратява разпространението на пукнатините (Фиг.Д). Подходящи добавъчни материали са ОК 67.45 или ОК Tubrodur 14.71 или ОК Autrod 16.75 (Фиг.В).



Изграждащи слоеве

Ако детайла е силно износен, преди наваряването на повърхността му с твърда сплав е необходимо възстановяване на първоначалната му форма с материал от същия тип като основния материал. Друга възможност е да се редуват твърди и пластични слоеве (виж фигурата).

Добавъчни материали за изграждане

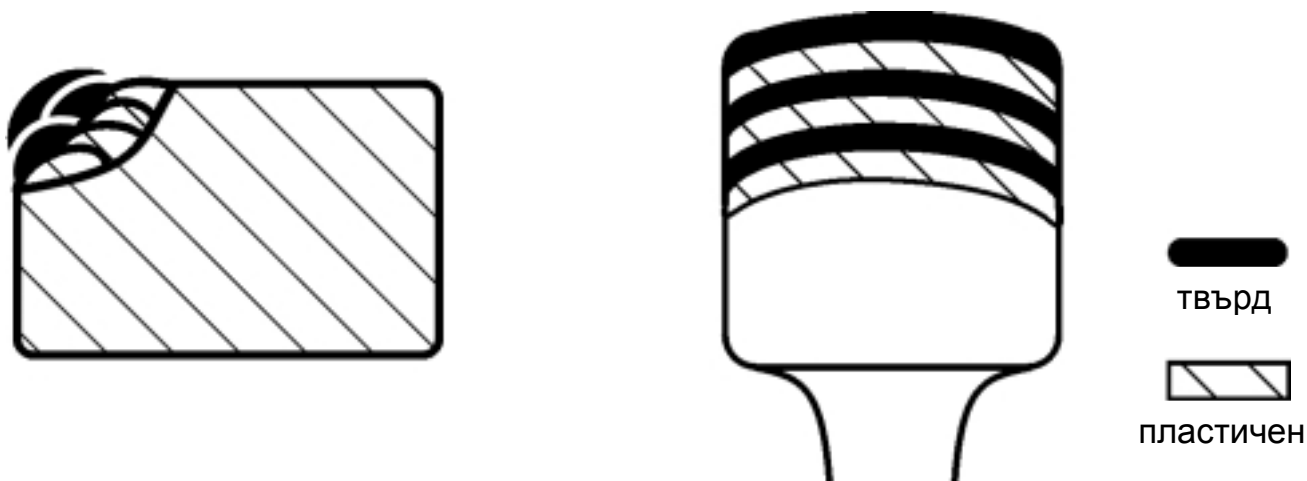
Тип сплав	Електроди за РЕДЗ	МАГ тръбен тел	Подфлюсово заваряване	МИГ/МАГ плътен тел
Ниско въглеродна /ниско легирана	OK 83.28 OK 83.29	OK Tubrodur 15.40	OK Tubrodur 15.40/ OK Flux 10.71	OK Autrod 13.89

Изграждащите слоеве имат добра устойчивост по отношение на ударни натоварвания, но естествено, умерена устойчивост на абразивни натоварвания.

В зависимост от типа на основния материал могат да бъдат препоръчани други материали за изграждащи слоеве.

Приложения:

- чукове
- трошачки
- багерни зъби
- инструменти за студено рязане





Двигателен блок. Ремонт на чугунена отливка с ОК 92.18 и ОК 92.60

Общи положения

Чугуни са всички сплави на желязото с въглеродно съдържание от 2 до 5%, съдържание на силиций от 1 до 3% и до 1% манган.

Чугуна има ниска пластичност, ниска твърдост и ниска якост и по принцип е много крехък материал. За подобряване на тези характеристики чугуна често се легира или термообработва.

Типовете чугун, които се използват най-често са:

- сив чугун
- сферографитен чугун
- темперован чугун
- модифициран чугун
- бял чугун

Високото въглеродно съдържание се отразява значително на заваряемостта на чугуна. В зависимост от типа на чугуна съответно се различава и неговата заваряемост. Всички изброени по-горе чугуни се заваряват успешно, с изключение на белия чугун, поради неговата изключителна крехкост.

Добавъчни материали за заваряване на чугун

Тип	Електроди за РЕДЗ	МИГ – тръбен тел Ar/2%O ₂
Чист никел	OK 92.18	
Желязо-никел	OK 92.58	
Желязо-никел	OK 92.60	OK Tubrodur 15.66
Никел-мед	OK 92.78	
Нелегирана стомана	OK 91.58	

Електроди от тип чист никел

Като правило, чугуна се заварява с електроди от чист никел. Никела има свойството да приема значително количество въглерод без да се изменят свойствата му. Коефициентите на температурното разширение на никела и на чугуна са подобни. Никелът е по-пластичен от останалите материали за заваряване на чугун и лесно се поддава на механична обработка. Той се използва за запълване на кухини и общи поправки, където е необходима твърдост от около 150 НВ. Не се препоръчва при чугуни с високо съдържание на фосфор и сяра.

Добавъчни материали от тип желязо-никел

За повишаване на якостта при заваряване на чугун и чугун към стомана се използват желязо-никелови добавъчни материали. В сравнение с чистия никел, твърдостта на шева се повишава поради съдържанието на ферит в добавъчния материал. Шевовите са обработваеми.

Желязо-никеловият добавъчен материал е по нечувствителен от чисто никеловия тип към смесване с фосфор и сяра.

Никел-меден тип електроди

Когато се изисква наварения метал да съответства по цвят на чугуна се използват електроди от типа никел-мед. Шевовете се обработват лесно.

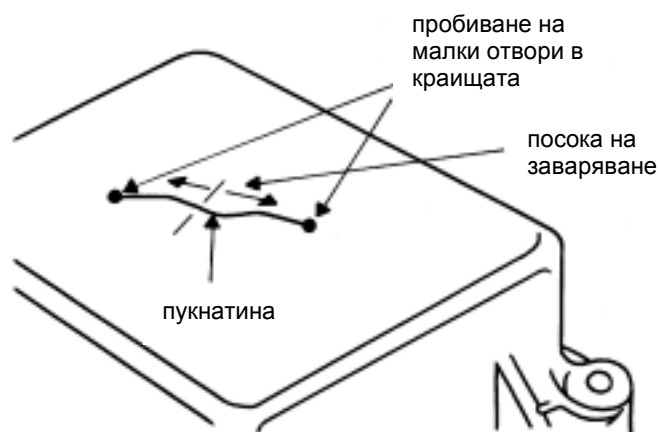
Електроди от нелегирана стомана

Този тип електроди могат да се използват когато работата не е много отговорна и когато не се изисква последваща обработка.

За допълнителна информация виж таблица 1 на стр.90.

Подготовка на шева при чугуна

- Ъгъла на скосяване трябва да бъде по-широк, отколкото при строителната стомана
- Всички остри ръбове трябва да бъдат закръглени
- За предпочитане е U – скосяване на шева
- Пукнатините трябва да бъдат напълно разкрити за осигуряване на добър достъп
- При ремонт на пукнатини се пробива по един малък отвор в двата края на пукнатината (виж фигурата).



Процедура при ремонт на пукнатина

Тъй като чугуният има пореста структура, той поглъща масла и течности, които значително влошават заваряемостта и преди заваряване трябва да бъдат отстранени. С цел изгарянето на тези течности се изисква нагриване. В доста случаи обаче това не е възможно поради формата на детайла или поради ограничения на времето.

Един начин за заобикаляне на този проблем е използването на електрода за рубене ОК 21.03, стр.5. Той е превъзходен за подготовка на ремонти на чугун, тъй като изсушава и изгаря графита и примесите на повърхността и по този начин намалява риска от спукване и образуване на пори при заваряване. При нормалното шмиргелене примесите се замазват в скосената част и могат да предизвикат проблеми при заваряването.

При някои шевове може да бъде полезно нанасянето на буферен слой по челото на повърхностите за заваряване. Това означава върху едната или двете повърхности, преди съединяването им да бъде нанесен междинен слой. Тази техника се използва за избягване на образуването на крехки фази. Напреженията от свиване при застиване на следващите шевове ще се поемат до известна степен от пластичния междинен слой, вместо от крехката зона на термично влияние в основния материал.



Нанасяне на междинен слой

Фигура 1



Многослойно заваряване след нанасяне на междинен слой

Фигура 2

Студено заваряване на чугун

Повечето от ремонтите на чугун се извършват ръчно електродъгово и напоследък най-често се използва техниката на студено заваряване, като обикновено се следва следната процедура:

- Заварява се с тесни и къси шевове (20-30мм) без напречни вълнообразни движения, в зависимост от дебелината
- Заварява се с електроди с малък диаметър и с малка сила на тока
- Температурата при изпълнение на междинните слоеве трябва да бъде поддържана непрекъснато под 100°C.
- Непосредствено след заваряването се проковава със закръглен инструмент



Зъбна предавка. Изграждане с ОК 68.82



Много стомани в областта на ремонтните и възстановителни работи могат да се разглеждат като трудни за заваряване поради тяхната висока закаляемост. Такива стомани са:

- стомани с високо въглеродно съдържание
- високоякостни стомани
- инструментални стомани
- пружинни (ресорни) стомани
- термообработени стомани
- износоустойчиви стомани
- стомани с неизвестен химически състав

Стоманите с неизвестен химически състав трябва да се разглеждат като стомани с ограничена заваряемост с цел да се избегне възможно неуспешно заваряване.

По принцип всички тези стомани могат да бъдат заварявани с добавъчни материали на желязна основа със съответстващ химически състав, като се използва подгръване и термообработка след заваряването с цел избягване на водородни пукнатини в зоната на термично влияние (ЗТВ).

Когато става дума за ремонти обаче, подгръване и термообработка след заваряване често не са възможни.

В този случай се смята, че един от най-добрите методи е заваряване с аустенитен неръждаем добавъчен материал или добавъчен материал на никелова основа. Риска от спукване е намален поради по-голямата разтворимост на водорода и по-голямата пластичност на наварения метал.

Най-използвани типове:

Тип	Електроди за РЕДЗ	МИГ/МАГ плътен/тръбен тел
29Cr 9Ni	OK 68.81, OK 68.82	OK Autrod 16.75
18Cr 9Ni 6Mn	OK 67.42, OK 67.45, OK 67.52	OK Tubrodur 14.71
на Ni основа	OK 92.26	OK Autrod 16.95 OK Autrod 19.85

OK 68.81 / OK 68.82 / OK Autrod 16.75

Имат голяма способност за смесване с основния материал и се използват когато се изисква висока якост. Феритното съдържание често е по-голямо от 40%, което може да доведе до окрежкостяване при работа при повишени температури.

Този тип е най-подходящ за заваряване на материали с неизвестен химически състав.

OK 67.42 / OK 67.45 / OK 67.52 / OK Tubrodur 14.71 / OK Autrod 16.95

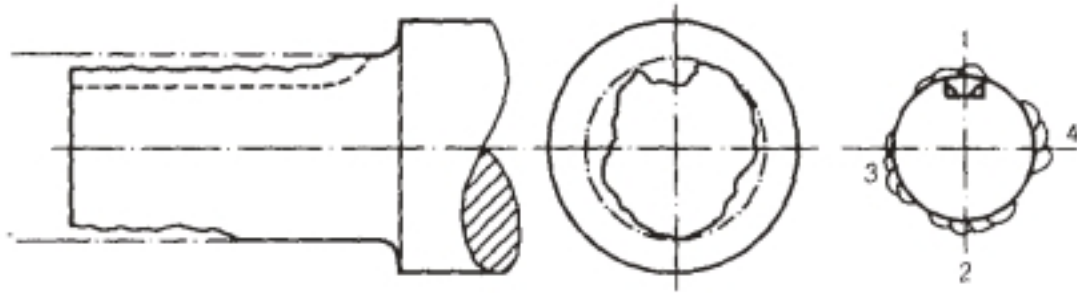
Дават напълно аустенитен наварен метал със сравнително ниска якост, но с изключително висока издръжливост към спукване при застиване. Този сравнително мек метал намалява напреженията върху евентуално появилия се мартензит, като по този начин намалява риска от водородни пукнатини. Този тип добавъчен материал е по-добър, когато по-ниската якост е приемлива.

OK 92.26 / OK Autrod 19.85

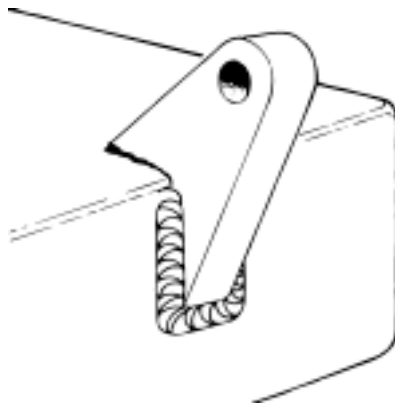
Използват се за съединения с висока якост и за работа при повишени температури (над 200°C), като свързване на устойчиви на пълзене Cr-Mo стомани с неръждаеми стомани. Този тип добавъчни материали не са чувствителни към окрежкостяване при термообработка и по-малко ограничават свиването на шева, поради тяхното високо относително удължение. Този тип също е много подходящ за заваряване на дебели материали (>25мм) при многослойно заваряване.

За допълнителна информация виж таблица 2 на стр. 91-92.

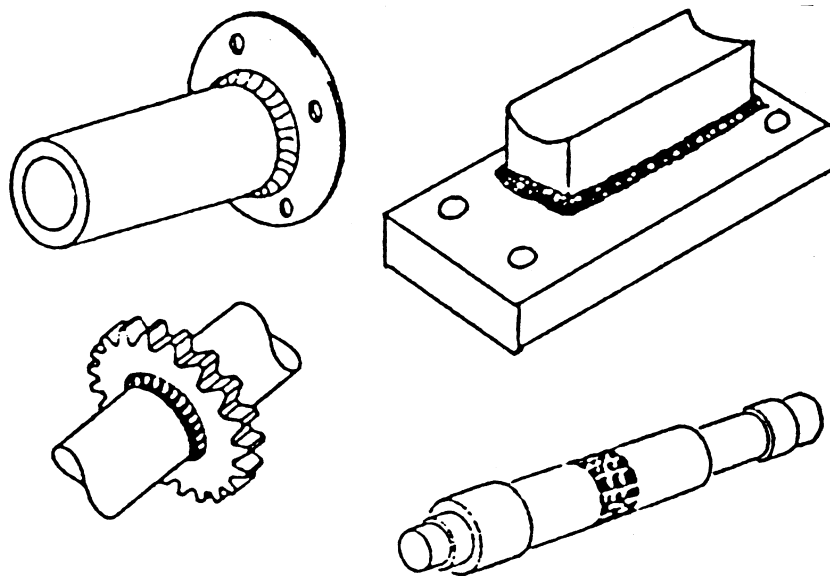
Следващите фигури показват някои приложения при които OK 68.82 е използван успешно.



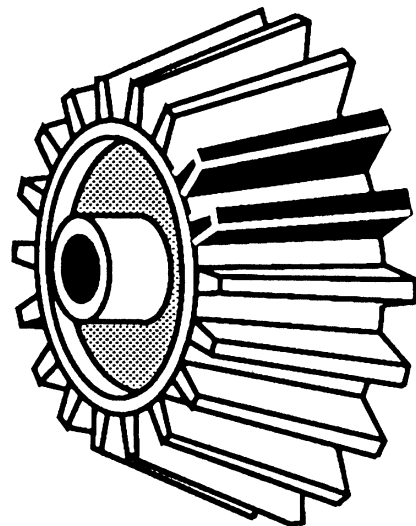
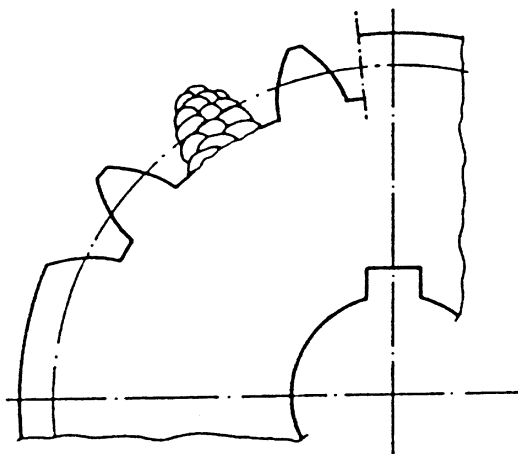
Ремонт на износен вал от ниско легирана стомана с ОК 68.82



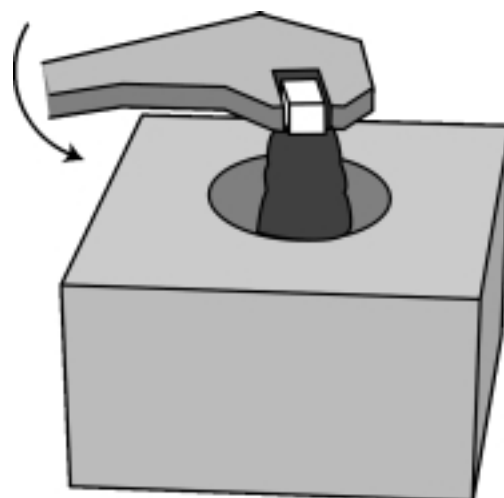
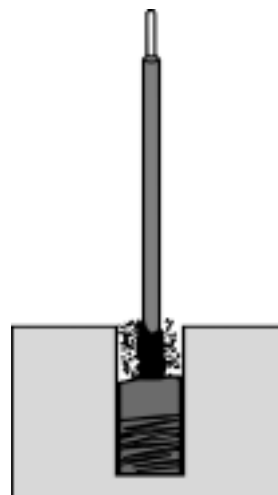
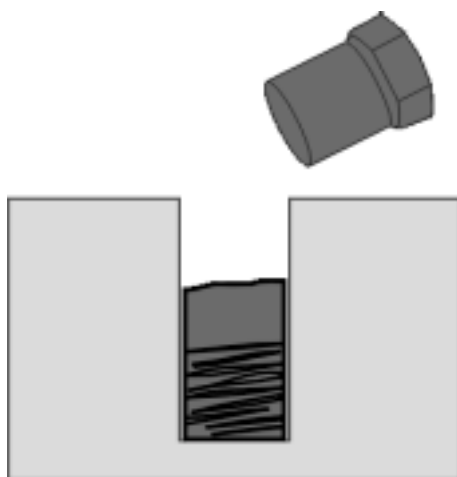
Ремонт на отчупено ухо на стоманена отливка с ОК 68.82



Ремонт на машинни детайли с ОК 68.82



Ремонт на счупени зъби на предавка с ОК 68.82



Изваждане на скъсан болт или шпилка с използване на ОК 68.82

Съединяване на неръждаема с нелегирана или нисколегирана стомана

Съединяването на неръждаеми с С/Мп или нисколегирани стомани без съмнение е най-често срещаният и най-значимият вид заваряване на разнородни метали. По специално съединяването на нелегирани или нисколегирани стомани с аустенитни неръждаеми стомани (често наричани феритно-аустенитни съединения) при разклонения или преходи е доста често срещано.

Обикновено заваряването на неръждаема стомана към нелегирана или нисколегирана трябва да се изпълни с по-високо легиран неръждаем добавъчен материал, т.е. по-високо легиран от основния материал.

Могат да се използват два метода. Цялата заваръчна междина може да се завари с по-високо легирания или на Ni-основа добавъчен материал. Като алтернатива, повърхността за заваряване от нелегирания или нисколегиран материал може да се навари с по-високо легирания неръждаем добавъчен материал, след което междината да се запълни с материал, съответстващ по химически състав на неръждаемия основен материал.

Обикновено заваряването може да се изпълни без подгриване. Все пак трябва да се спазват предписанията за конкретния вид стомана.

За добавъчни материали за съединяване на разнородни метали, виж таблица 2 на стр.89.

Най-използвани типове материали:

Тип	Електроди за РЕДЗ	МИГ/МАГ плътен/тръбен тел
29Cr 9Ni	OK 68.81, OK 68.82	OK Autrod 16.75
18Cr 9Ni 6Mn	OK 67.42, OK 67.45, OK 67.52	OK Tubrodur 14.71 OK Autrod 16.95
на Ni основа	OK 92.26	OK Autrod 19.85

OK 68.81 / OK 68.82 / OK Autrod 16.75

Имат голяма способност за смесване с основния материал и се използват когато се изисква висока якост. Феритното съдържание често е по-голямо от 40%, което може да доведе до окрежкостяване при работа при повишени температури.

Този тип добавъчен материал е най-подходящ за заваряване на материали с неизвестен химически състав.

OK 67.42 / OK 67.45 / OK 67.52 / OK Tubrodur 14.71 / OK Autrod 16.95

Дават напълно аустенитен наварен метал със сравнително ниска якост но с изключително висока издръжливост към спукване при застиване. Този сравнително мек метал намалява напреженията върху евентуално появилия се мартензит като по този начин намалява риска от водородни пукнатини. Този тип добавъчен материал е по-добър, когато по-ниската якост е приемлива.

OK 92.26 / OK Autrod 19.85

Използват се за съединения с висока якост и за работа при повишени температури (над 200°C), като свързване на устойчиви на пълзене Cr-Mo стомани с неръждаеми стомани. Този тип добавъчни материали не са чувствителни към окрежкостяване при термообработка и по-малко ограничават свиването на шева, поради тяхното високо относително удължение. Този тип също е много подходящ за заваряване на дебели материали (>25мм) при многослойно заваряване.

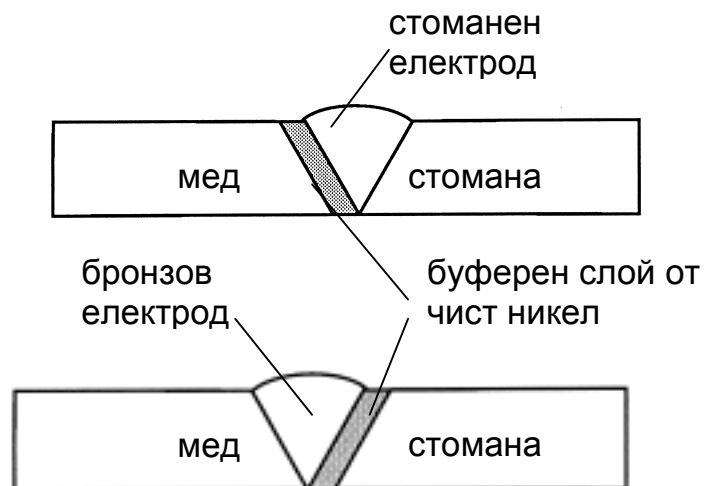
Съединяване на мед и медни сплави с конструкционни или неръждаеми стомани

При съединяването на медни сплави с конструкционни или неръждаеми стомани, трябва да се използва техниката на нанасяне на буферен слой. Втечената мед и в по-ниска степен бронза мигрират в зоната на термично влияние на стоманата и се разполагат по границите на зърната. Тази фаза има температура на топене с няколко градуса по-ниска от температурата на топене на стоманата. Проникването е бързо и може да бъде на дълбочини по-големи от 1мм. Този феномен се подпомага от опъновите напрежения, които винаги са на лице при заваряването. Той се наблюдава също при никеловите сплави, с изключение на чистия никел и никелово-медните сплави. Поради тази причина, за избягване на проникването на мед в стоманата може да се използва буферен слой от чист никел или никелово-медна сплав.

Проникването на мед не винаги е вредно. То е желан ефект при много случаи на наваряване; все пак той трябва да се избягва в случаите когато шева е изложен на високи натоварвания или особено на високи температури, когато границите на зърната ще предизвикат окрежкостяване. В тези случаи трябва да се използва буферен слой от чист никел или никелово-медна сплав.

Буферните слоеве могат да се нанесат откъм страната на стоманата или от страната на медната сплав. От голямо значение при заваряването на буферираното съединение е да се избегне контакта между метала на шева и метала под буферния слой.

И в двата случая трябва да се използва чисто никеловия електрод **OK 92.05**. За запълване на шева се използват стоманени/неръждаеми електроди или бронзови електроди, в зависимост от това от коя страна е нанесен буферния слой. Фигурата на следващата страница показва как може да се изпълни буферния слой.



Когато буферният слой се нанася от страната на медната сплав, трябва да се използва подгряване до 300-500°C. Тънките материали може да бъдат нагряни само в мястото на започване на шева.

Когато буферният слой е от страната където материала не е медна сплав, температурата на подгряване трябва да се определи в зависимост от съответния материал.

Когато се заваряват съединения, буферирани от страната която не е от медна сплав, с електрод на медна основа, медната страна трябва да бъде подгрята до температура 150-200°C (Al бронзи и Sn бронзи) и съответно до температура <100°C при Si бронзите.

Съединения, буферирани откъм медната страна няма нужда да бъдат подгрявани от тази страна, тъй като никеловия слой значително намалява поглъщането на топлина причинено от високата температурна проводимост на медта.

За добавъчни материали за заваряване на цветни метали, виж таблица 6 на стр.105-106.



Ремонт на върха на зъб от багерна кофа с ОК 67.45 или ОК Tubrodur 14.71.



Многокофова драга. Съединяване на нов режещ ръб с ОК 68.82.

Мангановата стомана, наричана понякога аустенитна манганова стомана, 14% манганова стомана или Хадфилдова стомана, съдържа 11-14% манган и 1-1.4% въглерод. Някои типове могат да съдържат и незначителни количества други легиращи елементи. Тази стомана има изключителната способност да се самоуякчава при работа на студено, например при ударно натоварване или високо повърхностно налягане. Това прави тази стомана идеална за суровите условия на работа при трошене и в минното дело, например при износващи се части на чукове, въртящи се барабани, кофи, зъби на багери и ж.п. стрелки.

Мангановата стомана издържа дълго време, но най-накрая се износва. Възстановяването обикновено е под формата на ремонт на пукнатини или счупвания, възстановяване на износен метал или нанасяне на твърди повърхностни слоеве за удължаване на живота на детайла.

Заваряемостта на мангановата стомана е ограничена от склонността и към окрежкостяване при повторно нагриване и бавно охлаждане. Едно практическо правило е температурата при изпълнение на междинните слоеве да не надвишава 200°C. По тази причина от изключително важно значение е да се контролира температурата по време на заваряване. Тези стомани трябва да се заваряват:

- с възможно най-ниско количество влагана топлина и нисък ток
- без напречни вълнообразни движения при заваряване
- където е възможно да се работи върху няколко детайла едновременно
- детайла може да се постави във вода за охлаждане

Заваряването на манганови стомани може да включва

- заваряване към нелегирани или нисколегирани стомани
- заваряване на манганова стомана към манганова стомана
- възстановяване на износени повърхности
- наваряване за осигуряване на първоначалната твърдост на повърхността

Съединяване

За получаване на равноякостен, жилав шев при заваряване на манганови стомани или манганови стомани към друг тип стомани трябва да се използват аустенитни добавъчни материали.

Добавъчни материали за съединяване

Тип сплав	Електроди за РЕДЗ	МИГ/МАГ тръбен тел	МИГ/МАГ плътен тел
18/8/6	OK 67.45 OK 67.52	OK Tubrodur 14.71 самозащитен	OK Autrod 16.95
29/9	OK 68.81 OK 68.82		OK Autrod 16.75

За повече информация, виж таблица 2 на стр.91-92.

Наваряване

Преди наваряване на силно износени части е препоръчително да се буферира с аустенитен добавъчен материал от типа ОК 67.XX. След това наваряването може да се изпълни с един от описаните по долу типове с 13% Mn.

Добавъчни материали за наваряване

Тип сплав	Електроди за РЕДЗ	Тръбен тел
13Mn	ОК 86.08	
13Mn 4Cr 3Ni	ОК 86.20	ОК Tubrodur 15.60 самозащитен
14Mn 3Ni	ОК 86.28	
14Mn 18Cr	ОК 86.30	ОК Tubrodur 15.65 самозащитен

Тези добавъчни материали съответстват на най-разпространените типове аустенитни манганови стомани. За допълнителна информация, виж таблица 3 на стр. 93-94.

Висока първоначална твърдост

За увеличаване на първоначалната твърдост на шевове от манганова стомана и за увеличаване на първоначалната износоустойчивост могат да се използват легирани с Cr добавъчни материали. Това може също да се приложи и върху нови детайли превантивно, с цел увеличаване на експлоатационния живот.

Добавъчни материали за получаване на първоначална твърдост

HRC	Електроди за РЕДЗ	МИГ/МАГ тръбен тел	МИГ/МАГ плътен тел
55-60	ОК 84.58	ОК Tubrodur 15.52	ОК Autrod 13.91

При условия на изключително силно износване могат да се използват някои типове железни сплави с високо съдържание на хром или с комплексни карбиди, разположени в мрежа или друг вид шарка с точки.

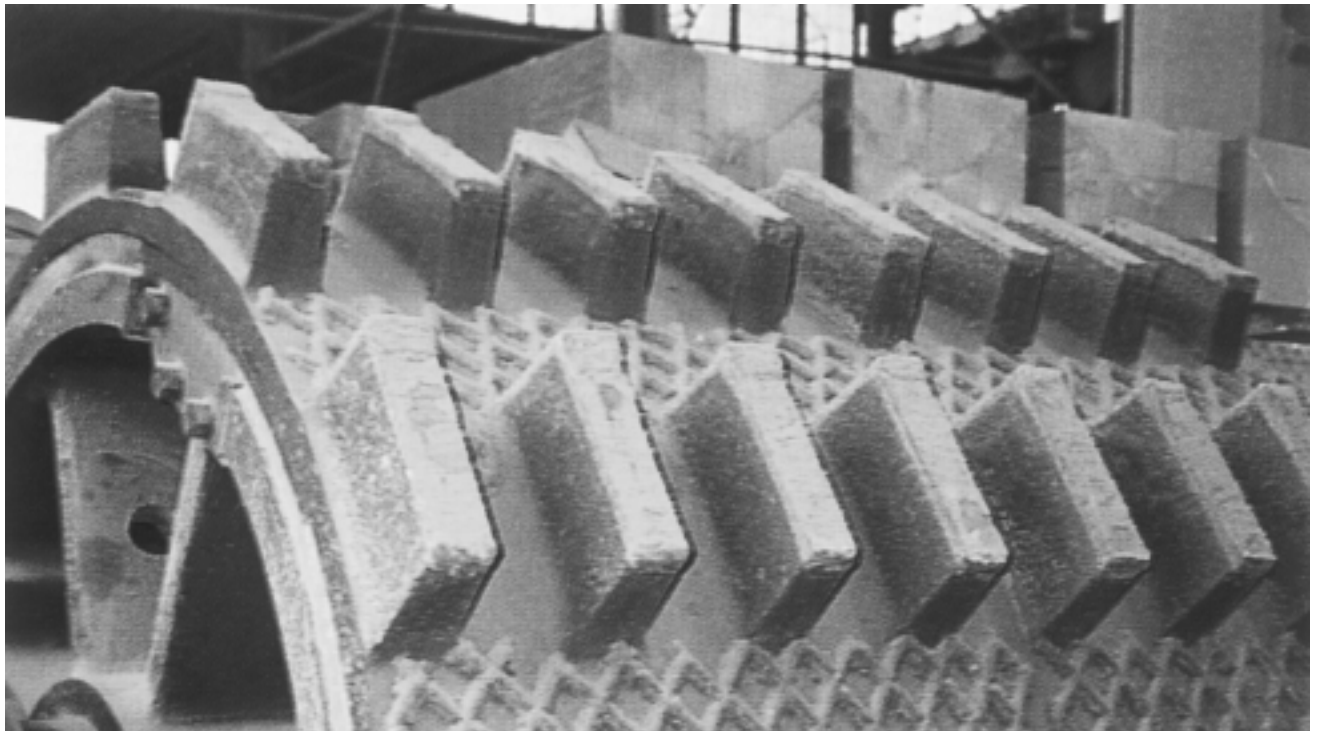
HRC	Електроди за РЕДЗ	МИГ/МАГ тръбен тел
60-63	ОК 84.78	ОК Tubrodur 14.70
~62*	ОК 84.84	ОК Tubrodur 15.80

*1 слой

За допълнителна информация, виж таблица 5 на стр. 99-100



Ремонт на трошачка от 14% манганова стомана с ОК 86.08.



Трошачка. Зъби: буферен слой ОК 86.20, повърхностен слой ОК 84.78.
Шахматна мрежа: ОК Tubrodur 14.70.



Чукова трошачка: ОК Tubrodur 15.65.



При инструменталните стомани съдържанието на въглерод е много по-голямо, отколкото при строителните стомани. Те често са легирани с хром, никел и молибден и се термообработват при високи температури за да придобият специфични характеристики, като твърдост, жилавост, стабилност на формата и размерите и т.н.

Ремонтното заваряване на инструментални стомани, без промяна на присъщите им свойства е много трудно. Това изисква термообработка при високи температури и използването на добавъчни материали със сходен състав и свойства. На практика това е много трудно поради образуването на окисни кори и изменението на размерите. Това също изисква много дълго време.

Опростено заваряване

Ремонтно заваряване на инструменти може да се извърши при подгряване от 200-500°C (в зависимост от типа на материала), заваряване при тази температура и отгряване. Резултатът от това е, че твърдостта на шева и неговата структура няма да бъдат напълно равномерни, но могат да се окаже достатъчно добри за спестяване на средствата за изработка на нов инструмент.

Температурите на подгряване и термообработка могат да бъдат намерени в различни стандарти, напр. SAE/AISI, или от материали на производителите на инструментални стомани.

Електроди за заваряване на инструментални стомани

Тези електроди са разработени за производството на съставни инструменти и за ремонтно заваряване.

Основни типове

OK 84.52	Мартензитна, 13% хром
OK 85.58	Мартензит + фини карбиди
OK 85.65	Бързорежещи стомани
OK 93.06	На кобалтова основа - Co Cr W
OK 92.35	На никелова основа - Ni Cr Mo W

Една важна подробност при заваряването на инструментални стомани е тяхната твърдост при повишени температури, тъй като те често работят при повишена температура или топлина се генерира в процеса на рязане и формоване. Твърдостта на нисколегираните стомани бързо спада при температури над 400°C, докато бързорежещите стомани запазват твърдостта си до 600°C.

Сплавите на кобалтова основа се използват най-вече за да издържат износване на горещо, когато се изисква добра твърдост при висока температура, заедно с устойчивост на окисляване, корозия и окалинообразуване. Типични примери са легла на клапани, направляващи на екструдери, клапани на двигатели и т.н.

Сплави на кобалтова основа могат се нанасят върху основни материали като въглеродни и нисколегирани стомани, стоманени отливки и неръждаеми стомани.

За избягване на напукването при заваряване на повече от два слоя често се изисква подгриване.

ОК 93.06 е известен със своята износоустойчивост при високи температури, наварения метал се използва за рязане при температури надвишаващи 600°C. При по-ниски температури електродите от типа "бързорежещи", като ОК 85.65, могат да дадат еднакво добри резултати и по-добра жилавост.

ОК 92.35 не е много твърд, но спадането на якостта и твърдостта му е много плавно. Дори при 800°C якостта му на опън е над 400MPa. Сплавта е много устойчива на термичен шок и циклични натоварвания, както и на окисление.

Подготовка, практически съвети

Подгриването трябва да се извърши в пещ за да се осигури равномерно нагриване до точната температура. Все пак може да се извърши и с горелка. От изключителна важност е нагриването да става равномерно, особено при инструменти със сложна форма. Освен това е важно количеството на влаганата при заваряване топлина да се намали до минимум, като се използва техника на заваряване на малки участъци с пропускане.

Шевовете могат да се подготвят с шмиргелене. Трябва да се избягват остри ръбове, необходим е правилно подбран радиус на закръгленията.

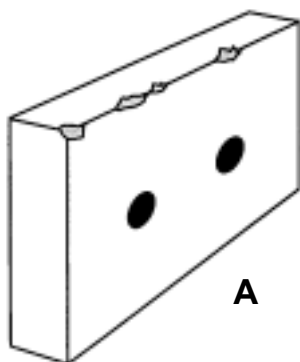
При инструментални стомани, много трудни за заваряване се препоръчва нанасяне на един-два буферни слоя с ОК 67.45 или ОК 68.82.

По-малко критични детайли и нисколегирани инструментални стомани могат да се изградят с ОК 83.28, преди наваряване на повърхността с твърда сплав.

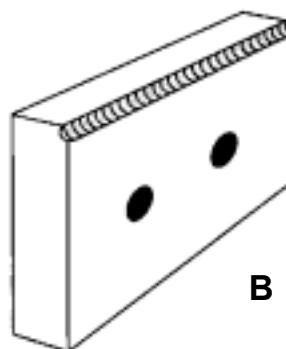
Всички работни и режещи ръбове и повърхности изискват нанасяне на най-малко два слоя с електрод от инструментална стомана.

Следователно трябва да остане достатъчно дебел слой за машинна обработка до необходимия размер

Отвъръщане се извършва при температура, приблизително равна на температурата на подгриване. Нито отвъръщането, нито подгриването трябва да стават при температура, по висока от температурата на отгриване.

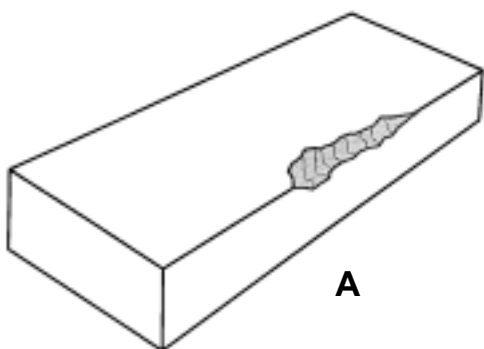


A

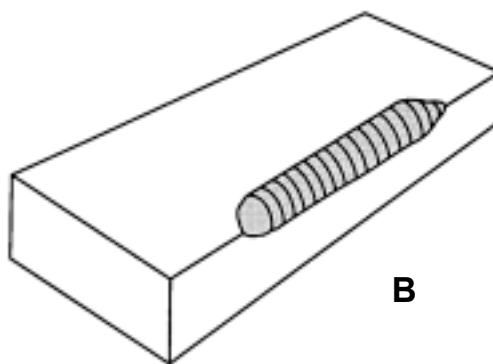


B

Подготовка за пълен ремонт: (A) – повредения ръб, (B) – подготвен за заваряване.

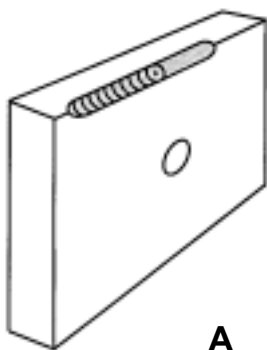


A

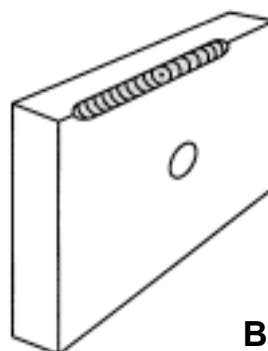


B

Подготовка за частичен ремонт: (A) – повредения ръб, (B) – подготвен за заваряване.



A



B

Техники за избягване на кратери и повреди на ръба по време на ремонтно заваряване.

Избор на електроди за различни инструменти

Вид инструмент	Желани свойства	Добавъчен материал
Щанци, работещи на студено Инструменти за студено формоване	Жилавост. Устойчивост на удар. Износоустойчивост.	ОК 84.52
Леярски кокили Матрици за пластмаса Щампи за горещо коване Поансони за работа на горещо Екструдерни дюзи	Якост при високи температури, устойчивост на износване и удар при високи температури.	ОК 85.58
Щанци за горещо изрязване Матрици за горещо пробиване Ножове за горещо рязане Инструменти за хобел-машина Фрези	Запазване на режещия ръб при високи температури. Висока ударна жилавост.	ОК 85.65
Ковашки щампи Екструдерни дюзи	Жилавост при повтарящи се циклични натоварвания. Устойчивост на окисление до 1000°C	ОК 92.35
Щампи Инструменти на машини за обрязване	Висока устойчивост на удар. Висока твърдост при повишени температури. Устойчивост на окалинообразуване.	ОК 93.06

За допълнителна информация виж таблица 4 на стр.95-97.

Общи положения

Наваряването представлява предпазване на детайли, изложени на различни видове износване с цел да се придобият специфични качества или устойчивост на износване.

Въпреки, че наваряването се използва най-вече за възстановяване на износени части до състояние в което те могат да работят, с цел да се удължи експлоатационния им живот, си струва тази техника да се приложи също и върху нови детайли. По този начин детайлите могат да се изработят от по-евтин материал а повърхностните характеристики да се придобият чрез нанасяне на слой с необходимите качества за добра износоустойчивост.

Сплавите за наваряване могат да се нанасят като се използват почти всички заваръчни процеси.

Повишената твърдост не винаги означава по-добра износоустойчивост или по-дълъг експлоатационен живот. Може да има много сплави с еднаква твърдост, които значително се различават по тяхната устойчивост на износване.

Опитът показва, че за да се избере най-добрата сплав за наваряване, трябва да са известни условията при които работи детайла.

Така за да се избере правилната сплав за наваряване за специфичното приложение е необходима следната информация:

- какви видове износващо натоварване действат
- какъв е основния материал
- какъв процес на заваряване ще се използва
- каква е необходимата крайна обработка на повърхността

Видове натоварване

Има много различни видове натоварване, които действат износващо самостоятелно или в комбинация. Следователно, за да се осигури ефективност и сигурност, заваръчните материали трябва да се подберат внимателно.

Сплавта за наваряване трябва да се избере като компромис между всеки от износващите фактори. Например, когато се прави оглед на износена метална част се решава че преобладаващия фактор за износването е абразивното износване, а следващия фактор е износване умерено ударно натоварване. В този случай сплавта за наваряване, която трябва да се избере трябва да има много добра устойчивост на абразивно износване, но също така и добра устойчивост на износване от ударно натоварване.

За опростяване на концепцията за видовете износващи фактори, те могат да се разделят в различни класове със силно различаващи се характеристики.

Износване при триене и прилепване на метал в метал



Типични примери за износване на метални части, които се въртят или се плъзгат една срещу друга, са валове към тяхните легла, звена на вериги по барабани, верижни зъбни колела, валци и т.н.

Добър избор при износването метал към метал са мартензитните сплави за наваряване.

Аустенитно-мангановите и кобалтовите сплави също са добри за този тип износване.

По принцип контакта на повърхности на материали с еднаква твърдост води до силно износване. Например, трябва да придобиете навик да избирате материали с различна твърдост за леглата и за валовете.

Износване от удари



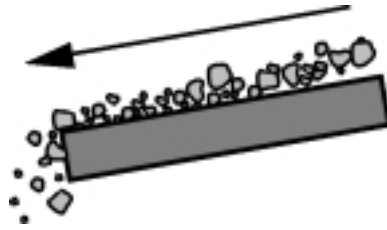
Повърхността на материала се деформира и частично се отронва или даже се отчупва, когато е изложена на удари и/или високо налягане.

Ударно натоварване се среща също при операциите трошене и мелене, където едновременно с това възниква абразивно износване от фините частици и следователно се изисква износоустойчива, твърда повърхност.

Аустенитно-мангановите слоеве често дават най-добра устойчивост на чисто ударно натоварване, тъй като се самоуякчават. В резултат на това се получава твърда повърхност и жилав материал отдолу. Въпреки че не са така добри, както аустенитно-мангановите сплави, мартензитните сплави имат умерена устойчивост на ударно износване.

Типични детайли са ролкови трошачки, чукове, ж.п. стрелки.

Абразивно износване от фини минерални частици

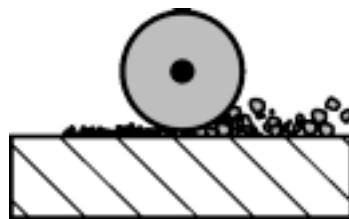


Този тип износване се причинява от парченца с остри ръбове, плъзгащи се или движещи се в струя с различна скорост и налягане по дължина на метална повърхност, които по този начин шлайфат материала като малки режещи инструменти. Колкото по-твърди са частиците и по-остри техните ръбове, толкова по-силно е износването.

Типични приложения са земекопните работи, транспорт на минерали и селскостопански компоненти.

Поради липсата на ударно натоварване, сравнително крехките сплави с високо съдържание на хром и въглерод, като сплавите съдържащи хромови карбиди се използват успешно за устойчивост спрямо този вид натоварване.

Абразивно износване при смилане. Абразивно износване + налягане



Този тип износване възниква, когато малки, твърди абразивни частици преминават принудително между две метални части и се трошат чрез смилане.

Типични детайли са разпрашители, ролкови трошачки, смесителни лопатки и ножове на гребла.

Металите за наваряване, които се използват включват аустенитно-манганови, мартензитни и някои съдържащи карбиди сплави. Карбидните сплави обикновено съдържат дребни, равномерно разпределени титанови карбиди.

Износване при висока температура. Топлина, окисление, корозия



Когато металите са изложени на действието на високи температури за дълго време, те обикновено загубват своята дълготрайност. Работата при високи температури често води до термична умора и напукване. Например, термичния шок предизвикан от циклични термични натоварвания възниква при инструменти и матрици за коване и работа при високи температури.

Когато се работи в окисляваща атмосфера, на повърхността на металите се образува окисен слой, който при разширенията се отлюпва и процеса на окисляване се повтаря.

Мартензитните стомани и стоманите с 5-12% хром са много устойчиви на износване от термична умора. Сплавите съдържащи хромови карбиди имат превъзходна износоустойчивост до температури от около 600°C.

При по-високи температури се използват сплави на никелова или кобалтова основа.

Типични детайли, изложени на високи температури са ролки за отливки, щампи за горещо коване, екструдерни дюзи, захващащи челюсти и трошачки за синтеровани материали.

Основни материали

Има две главни групи основни материали, които се наваряват:

- въглеродни или нисколегирани стомани
- аустенитно-манганови стомани

Тези материали могат да се различат като се използва магнит.

Въглеродните и нисколегираните стомани са силно магнитни.

Аустенитно-мангановите не са. Този тип придобива магнитни свойства при самонаклепване.

Препоръките за заваряване на двата вида стомани са коренно различни.

С промяна на съдържанието на въглерод и легиращи елементи във въглеродните и нисколегираните стомани може да се наложат подгряване, термообработка след заваряване, бавно охлаждане и т.н. Виж температурите на подгряване, таблица 7 на стр. 108.

От друга страна, аустенитно-мангановите стомани трябва да се заваряват без никакво подгряване или термообработка. Температурата при изпълнение на междинните слоеве трябва да бъде поддържана възможно най-ниска (под 200°C), тъй като при нагряване тези стомани стават крехки.

Заваръчни процеси

Най-често използваните при наваряване процеси са следните:

Ръчно електродъгово заваряване

Наричано също заваряване с обмазани електроди

- покрива най-широка гама заваръчни материали
- сравнително евтино
- гъвкав процес за работа на открито и във всякакви пространствени положения

Заваряване с тръбен тел

- налични са почти същите сплави като при обмазаните електроди
- висока производителност
- може да се използва при работа на открито
- самозащитни, не се изисква защитен газ

Подфлюсово заваряване

- ограничен избор на добавъчни материали
- висока производителност – за възстановяване на големи износени детайли
- няма пръски и блясък от дъгата

Изисквания за крайната обработка на повърхностите

Изискванията за крайна обработка на повърхностите трябва да бъдат поставени преди да бъде избран заваръчен материал, тъй като те могат да бъдат от лесно механично обработваеми до необработваеми.

Освен това много от високолегираните наварени слоеве съдържат освобождаващи напреженията пукнатини. Това означава, че в шева се образуват малки пукнатини, които намаляват нивото или поглъщат напреженията при свиване на наварения метал.

Следователно преди да се избере сплав трябва да се отговори на следните въпроси:

- Необходима ли е довършителна машинна обработка след наваряване или шмиргеленето е достатъчно?
- Допустими ли са пукнатини от освобождаване на напреженията?

Като практическо правило, наварен метал с твърдост <40 HRC може да се обработва механично. Ако твърдостта е над 40 HRC все пак повърхностите могат да се обработват със съдържащи карбиди инструменти.

Напукването при освобождаване на напреженията често не е вредно за работата на нанесения слой и не предизвиква отчупване. Ако детайла е изложен на силни удари и огъване трябва да бъде нанесен пластичен буферен слой който да не позволява проникване на пукнатините в основния материал.

Напукването за освобождаване на напрежения се увеличава при нисък заваръчен ток и висока скорост на заваряване.

Типове материали за наваряване

Металите за наваряване могат да се разделят на групи в зависимост от техните свойства, характеристики и износоустойчивост.

Те могат да бъдат групирани така:

на желязна основа:

- мартензитни сплави
- аустенитни сплави
- сплави, богати на карбиди

на не желязна основа:

- на кобалтова основа
- на никелова основа

Характеристики свързани с износоустойчивостта:

мартензитни:

Този тип се използва за изграждане и за повърхностно наваряване:

- добра устойчивост на износване метал-метал
- добра устойчивост на ударно натоварване
- сравнително добра устойчивост на абразивно износване

аустенитни:

- превъзходна устойчивост на ударно натоварване
- добра сплав за изграждане
- сравнително добра устойчивост на абразивно износване

богати на карбиди

- превъзходна устойчивост на абразивно износване
- добра температурна устойчивост
- сравнително добра корозоустойчивост
- слаба устойчивост на ударно натоварване

на кобалтова и никелова основа

Тези сплави издържат на повечето видове износване, но поради тяхната висока цена те се използват главно когато могат сравнително икономично да удовлетворят необходимите изисквания, като работа при високи температури, където богатите на карбиди сплави и сплавите на желязна основа имат слаба устойчивост. Никеловите сплави са по-евтината алтернатива.

Упътване към класификацията на добавъчните материали за наваряване, съгласно DIN 8555 T1 (1983)

DIN 8555

E

8

UM

200

KP

Заваръчен процес	
G	газово заваряване
E	РЕДЗ
MF	дъгово заваряване с тръбен тел
TIG	ВИГ
MSG	заваряване в среда от защитен газ
UP	подфлюсово заваряване

Метод на производство	
GW	валцовани
GO	отляти
GZ	изтеглени
GS	синтеровани
GF	със сърцевина
UM	обмазани

Група легиране	Тип допълнителен материал или метал на шева
1	Нелегирани, до 0.4%С или нисколегирани до 0.4%С и до общо 5% максимум легиращи елементи Cr, Mn, Mo и Ni
2	Нелегирани, до повече от 0.4%С или нисколегирани до повече от 0.4%С и до общо 5% максимум легиращи елементи Cr, Mn, Mo и Ni
3	Легирани, със свойства подходящи за работа при високи температури
4	Легирани, със свойства на бързорежещи стомани
5	Легирани с повече от 5% Cr, с ниско въглеродно съдържание (до 0.2% C)
6	Легирани с повече от 5% Cr, с по-високо въглеродно съдържание (от 0.2% до 2% C)
7	Mn аустенитни с 11 до 18% Mn, повече от 0.5% C и до 3% никел
8	Cr-Ni-Mn аустенитни
9	Cr-Ni стомани (устойчиви на ръждясване, киселини и топлина)
10	С високо C съдържание и високо легирани с Cr, без допълнителни карбидо образувачи елементи
20	На Co основа, легирани с Cr-W, с или без Ni и Mo
21	На карбидна основа (синтеровани, ляти или със сърцевина)
22	На Ni основа, легирани с Cr или легирани с Cr-B
23	На Ni основа, легирани с Mo, с или без Cr
30	На медна основа, легирани със Sn
31	На медна основа, легирани с Al
32	На медна основа, легирани с Ni

Ниво на твърдост	Граници на твърдостта		
150	125	HB	175
200	175	HB	225
250	225	HB	275
300	275	HB	325
350	325	HB	375
400	375	HB	450
40	37≤	HRC	≥42
45	42<	HRC	≥47
50	47<	HRC	≥52
55	52<	HRC	≥57
60	57<	HRC	≥62
65	62<	HRC	≥67
70		HRC	≥67

Свойства на наварения метал	
C =	устойчив на корозия
G =	устойчив на абразивно износване
K =	самонаклепващ се
N =	не-намагнетизиращ се
P =	устойчив на ударно натоварване
R =	не ръждясващ
S =	със свойства за рязане (бързорежещи и т.н.)
T =	с якост при висока температура, като при инструментални стомани за висока температура
Z =	огнеупорни (не образуват окалина), за работа при температури над 600°C

Материали за наваряване

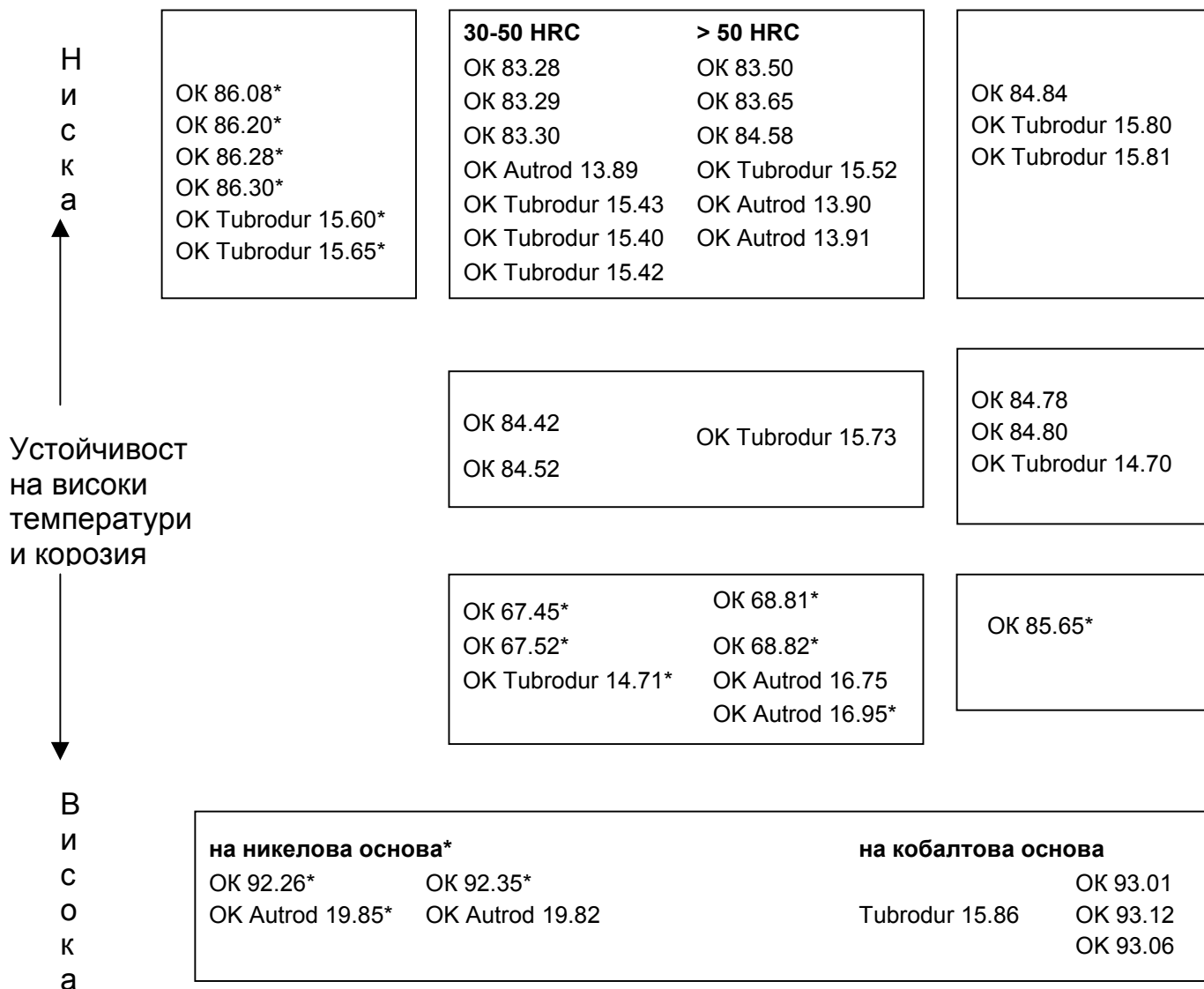
Материалите са разделени на групи според техните характеристики и устойчивостта им на специфично износване.

Тип износване	Тип сплав	Продукт	DIN 8555
Метал в метал	ниско легирани, ниско въглеродни сплави за изграждане	OK 83.27	E1-UM-350
		OK 83.28	E1-UM-300
		OK 83.29	E1-UM-300
		OK 83.30	E1-UM-300
		OK Tubrodur 15.39	MF1-300
		OK Tubrodur 15.40*	MF1-300
		OK Tubrodur 15.41	MF1-350
		OK Tubrodur 15.42*	MF1-400
		OK Tubrodur 15.43	MF1-350
		OK Autrod 13.89	MSG2-GZ-350-P
Корозия метал в метал	13% хромови стомани мартензитни	OK 84.42	E5-UM-45-R
		OK 84.52	E5-UM-45-R
		OK Tubrodur 15.73*	MF5-46-RTZ
		OK Autrod 13.91	MSG6-GZC-60G
Ударно натоварване	14% манганови	OK 86.08	E7-UM-200-KP
		OK 86.20	E7-UM-200-KP
		OK 86.28	E7-UM-200-KP
		OK 86.30	E7-UM-200-KP
		OK Tubrodur 15.60	MF7-250-KNP
		OK Tubrodur 15.65*	MF7-250-GKNPR
Абразивно износване + налягане	Комплексни карбиди	OK 84.84	
		OK Tubrodur 15.80	
Абразивно износване от фини минерални частици	Хромови карбиди	OK 84.78	E10-UM-60GZ
		OK 84.80	
		OK Tubrodur 14.70	MF10-55-GPTZ
		OK Tubrodur 15.81	MF6-50-G
Абразивно + ударно износване	Нисколегирани, високо въглеродни, мартензитни	OK 83.50	E6-UM-55-G
		OK 83.65	E4-UM-60-GZ
		OK Tubrodur 15.50	MF6-55-GP
		OK Tubrodur 15.52*	MF6-55-GP
	10% хромови, високо въглеродни, мартензитни	OK 84.58	E6-UM-55-G
Огнеупорни, окисляване, корозия	Инструментални стомани	OK 85.58	E3-UM-50-ST
		OK 85.65	E4-UM-60-ST
		OK 92.35	E23-200-CKT
		OK Tubrodur 15.84	MF3-50-ST
	Кобалтови сплави	OK 93.01	E20-55-CTZ
		OK 93.06	E20-40-CTZ
		OK 93.07	E20-300-CTZ
		OK 93.12	E20-50-CTZ
		OK Tubrodur 15.86	MF20-40-CTZ

*= предлагат се и за подфлюсово заваряване

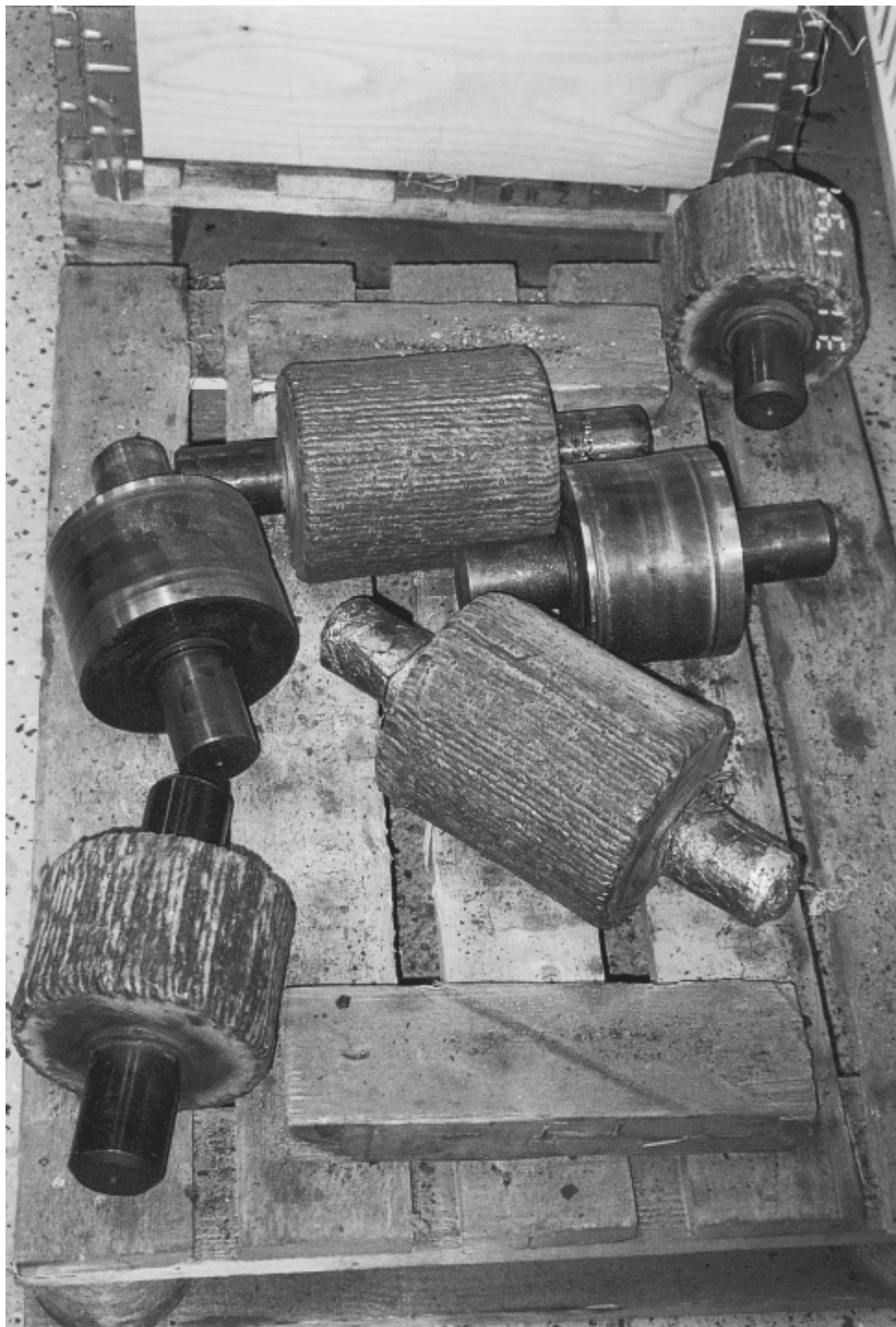
Упътване за бърз избор на добавъчен материал в зависимост от действащите натоварвания

Ниска ← Устойчивост на абразивно износване → Висока

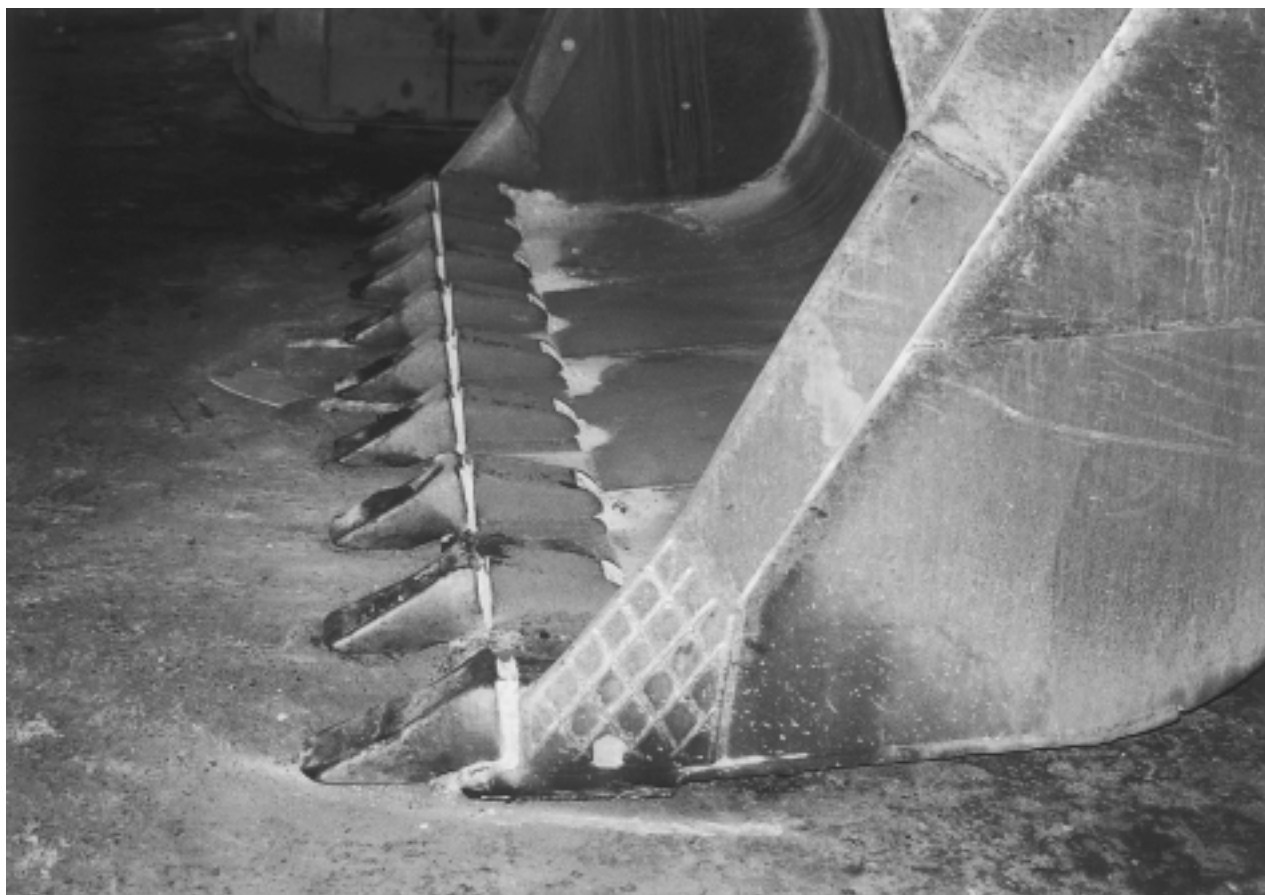


*= повишена устойчивост на абразивно износване след обработка на студено

Висока ← Устойчивост на ударно натоварване → Ниска



Наваряване на поддържащи ролки с ОК 84.52 и ОК 93.06.



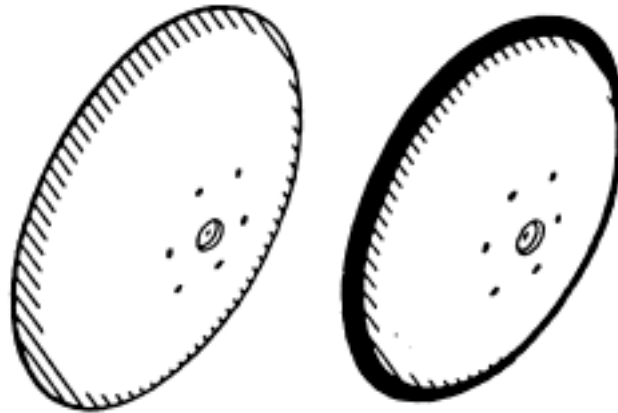
Превантивно наваряване с ОК 84.58



Наваряване на въртящ се барабан. Изграждане с ОК 83.28

Указател на примерите и илюстрациите

	Стр.	Захващащи челюсти за работа при висока температура	65
Селскостопански инструменти – дискови брани	46	Сив чугун – дефекти в отливки	66
Селскостопански инструменти – плугове	47	Чукове за раздробяване и смилане	67
Ремонт на алуминиеви отливки	48	Носеци ролки	68
Лопатки на асфалтови миксери	49	Корпуси на машини – сив чугун	69
Лопатки и ножове за циментови и тухларски миксери	50	Метални щампи	70
Лята стомана – ремонт на пукнатини, шупли и т.н.	51	Фрезови ножове за стомана и метали	71
Режещи инструменти – ножове за студено рязане	52	Машини за смесване и разбъркване	72
Режещи инструменти – ножове за горещо рязане	53	Шнекови сонди	73
Щанци	54	Ж.п. – съединяване на релси	74
Конусни трошачки	55	Ж.п. – ремонт на релси – наваряване	75
Кранови колела	56	Зъби на къртачи	76
Чукове	57	Ролкови трошачки	77
Гребла на драглайн (въжен багер)	58	Остриета на греблови транспортъори	78
Кофи на драги	59	Валове	79
Корони на сонди	60	Зъби на багерни кофи, наваряване	80 - 81
Двигателни блокове – чугун	61	Зъби на багерни кофи, възстановяване на предния ръб	82
Винтове на екструдери – гума и пластмаси	62	Зъбни легла	83
Шнекове на тухларски преси	63	Звена на гъсенични вериги	84
Рубене-Рязане-Пробиване	64	Ролки на гъсенични вериги	85
		Легла на клапани	86



Препоръчителна процедура

Наваряването се извършва откъм вдлъбнатата страна на диска. Ако е необходимо шмиргелене за оформяне на профила, то се извършва откъм изпъкналата част.

Препоръчва се подгряване до 350-400°C, тъй като дисковете може да са направени от закаляема стомана. Изшмиргелете изпъкналата страна на диска и наварете около 20-30мм навътре от ръба с ОК 84.78, ОК 83.50 или ОК 83.65. Заварявайте с вълнообразни движения от ръба навътре.

Слоеве трябва да бъдат възможно най-тънки и гладки. Бавно охлаждане.

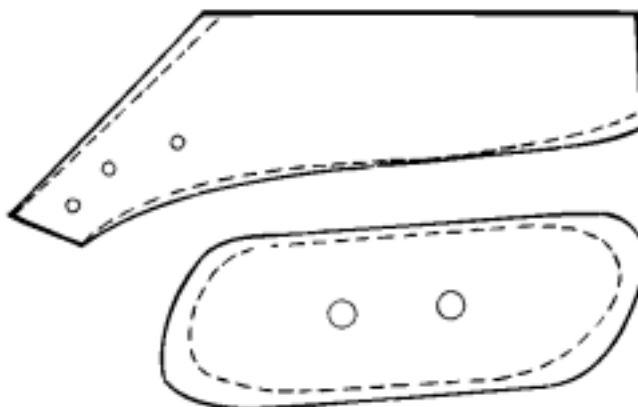
Добавъчни материали

ОК 84.78 за сухи и влажни условия

ОК 84.58 за сухи и влажни условия

ОК 83.65 за сухи условия

ОК 83.50 за сухи условия



Препоръчителна процедура

Плуговете се износват главно в зоните, показани на фигурите.

Практиката показва големи различия в износването в различни почви и факта, че износването зависи от това дали почвата е суха или влажна. Поради това може да се наложи да се проведат изпитания за определяне на най-добрия тип добавъчен материал.

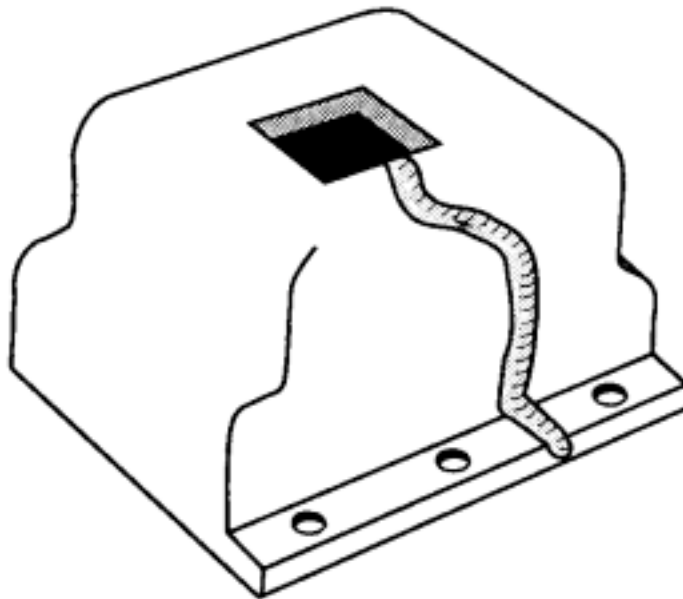
Добавъчни материали

OK 84.78 за сухи и влажни условия

OK 84.58 за сухи и влажни условия

OK 83.65 за сухи условия

OK 83.50 за сухи условия



Препоръчителна процедура

Изшмиргелете повредената зона така, че да се получи чиста и равна повърхност.

Уверете се, че електродите които ще използвате са сухи.

Подгряването на тежки детайли опростява заваряването и позволява да се работи с по-слаб ток.

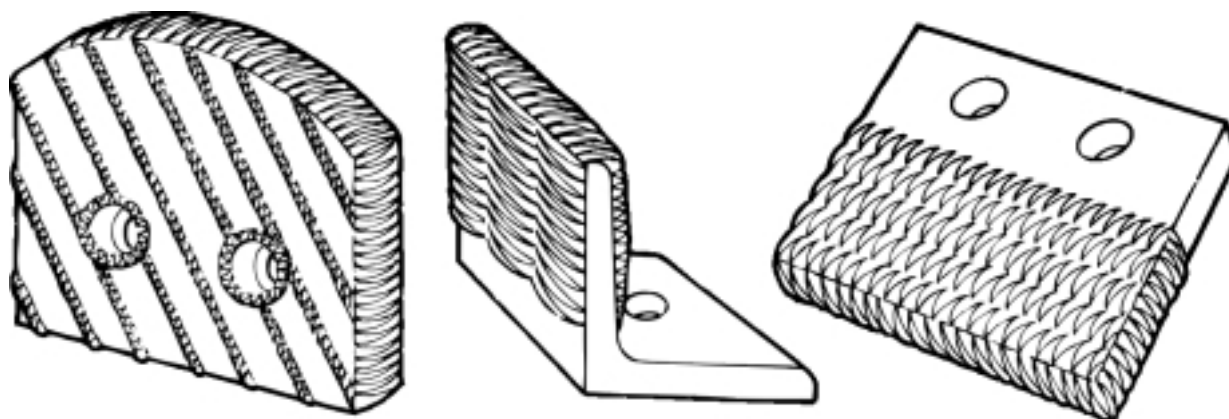
Детайли със сложна форма трябва да се подгреят до 100-150°C.

Заварявайте с ОК 96.50. Използвайте тесни шевове. Ако е възможно, целия шев трябва да се завари без прекъсване. Уверете се, че шлаката от предишния слой е напълно отстранена, когато се налага многослойно заваряване.

Добавъчни материали

ОК 96.50

ОК Autrod 18.05



Препоръчителна процедура

Преди да започнете да заварявате отстранете дефектния материал като го изрубите с ОК 21.03 или го изшмиргелите. Работните ръбове се наваряват с износоустойчив електрод ОК 84.84, ОК 84.78 или с тръбно флюсов тел ОК Tubrodur 14.70 или 15.80.

При ОК 84.84 и ОК Tubrodur 15.80 максимална твърдост се постига при първия слой. Не нанасяйте повече от два слоя от тези материали. Препоръчва се с ОК 84.84 да се заварява като се използва мрежеста или точкова шарка, докато другите могат да се нанесат върху цялата повърхност за да се осигури устойчивост на абразивно износване.

Наварени слоеве от ОК 84.78 и ОК Tubrodur 14.70 могат да имат пукнатини от освобождаване на напреженията, които не влияят на износоустойчивостта.

Ръбовете и ъглите могат да се изградят, като се използват медни плочи които да поддържат ваната.

Навареният метал може да се обработва само с шлайфане.

Добавъчни материали

Рубене

ОК 21.03

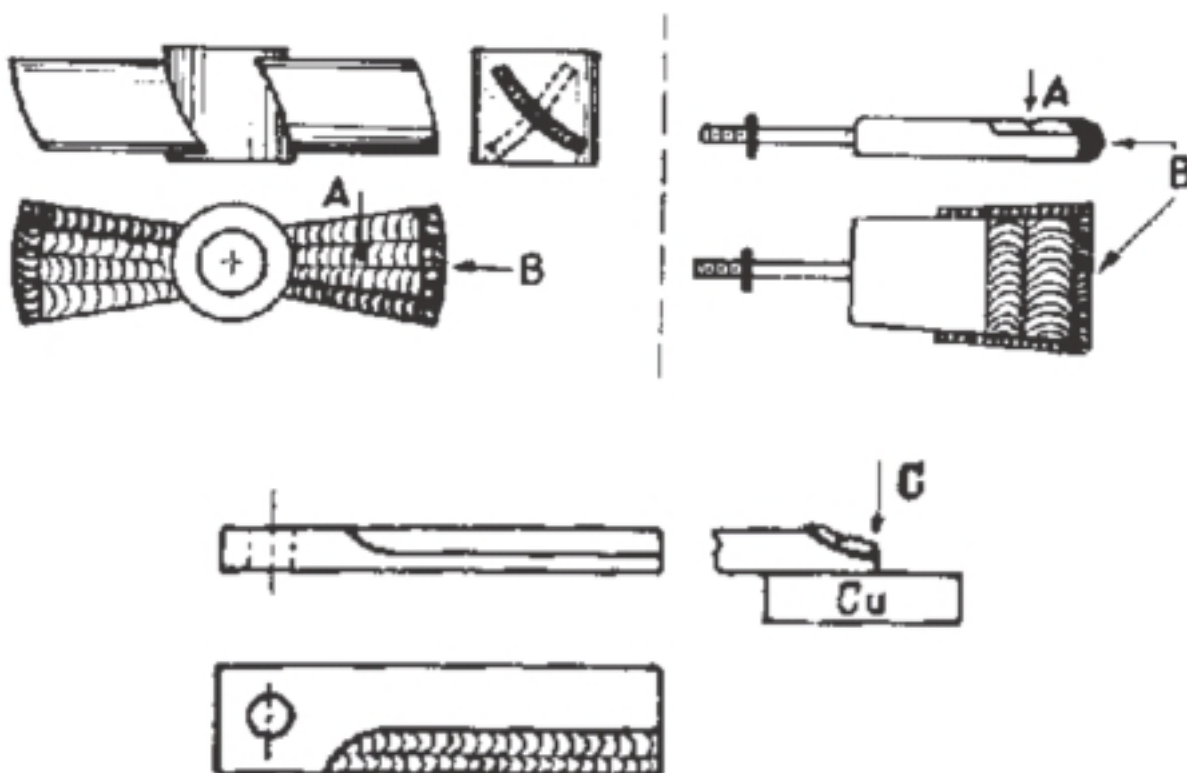
Наваряване

ОК 84.84

ОК Tubrodur 15.80

ОК 84.78

ОК Tubrodur 14.70



Препоръчителна процедура

Изшмиргелете всички дефектен материал и материали от предишни наварявания.

Ако ръбовете са много тънки може да се използва медна подложка за контролиране на ваната. Ако е необходимо накрая може леко да се зашмиргели.

Такива части се наваряват с:

OK 84.78, OK 84.84 или OK Tubrodur 14.70 (A)

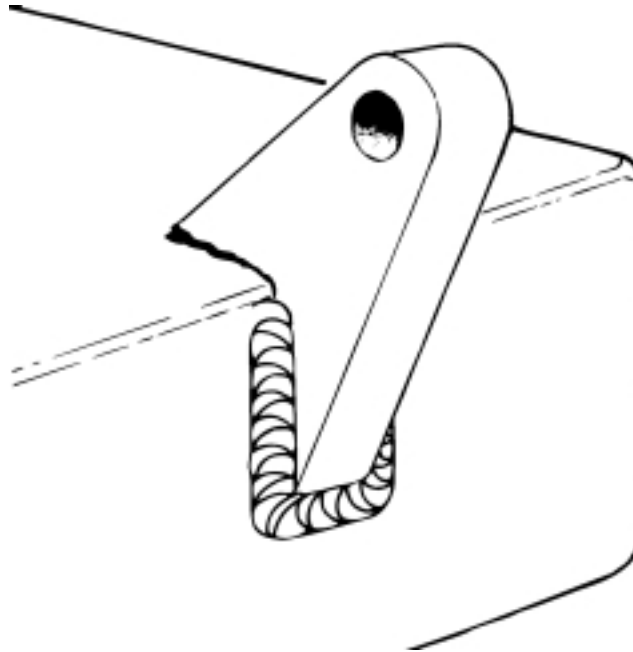
OK 84.84 се нанася само на тънки слоеве по ръбовете (B)

Добавъчни материали

OK 84.78

OK 84.84

OK Tubrodur 14.70



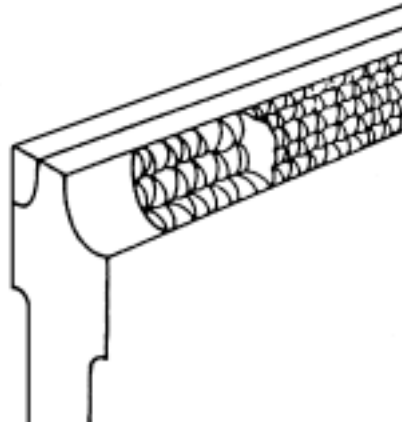
Препоръчителна процедура

Пукнатините, шуплите и дефектите се изрубват с ОК 21.03, когато е възможно и от двете страни, за да се получи X или U подготовка на шева. Внимателно проверете дали не са останали дефекти и се уверете, че краищата на шева са закръглени за да се избегне разпространението на пукнатини. ОК 68.82 може да се използва без подгряване. Все пак при дебели материали подгряване се налага. Когато заварявате редувайте страните за да се балансират напреженията от свиване.

Добавъчни материали

ОК 68.82

ОК Autrod 16.75



Препоръчителна процедура

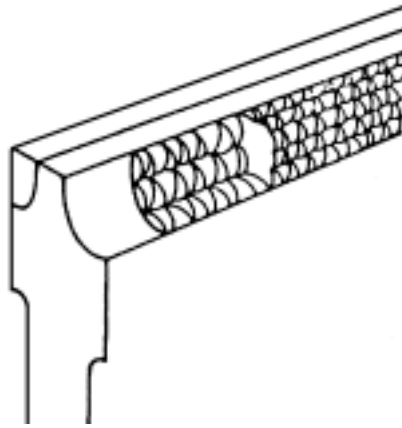
Ножовете за студено рязане се правят от закаляема легирана стомана. Те трябва да се наваряват с материал с подобна твърдост.

- Износените ножове се подготвят както е показано горе. Убедете се, че всички остри ръбове в зоната в която ще се заварява са закръглени.
- Подгряването трябва да бъде до 200-300°C, в зависимост от основния материал.
- Заварява се с ОК 85.65.
- Охлаждането трябва да става бавно в топлоизолационен материал.

Нови ножове могат да се произвеждат от по-евтин материал и да се наварят по ръбовете.

Твърдостта на наварения метал от ОК 85.65 е 60 HRC. Навареният метал може да се отвърне два пъти при около 550°C за един час за да се повиши твърдостта до около 65 HRC.

Добавъчни материали ОК 85.65



Препоръчителна процедура

Ножовете за горещо рязане обикновено се правят от издръжливи на топлина стомани.

Износените ножове се подготвят за заваряване както е показано горе.

Убедете се, че всички остри ръбове в зоната в която ще се заварява са закръглени.

Препоръчва се подгряване до около 200-300°C и нанасяне на буферен слой с ОК 68.82 преди наваряване с електродите на кобалтова основа ОК 93.06 или на никелова основа, ОК 92.35. Може да се използва също и ОК 58.85 от бързорежещ тип стомана.

След заваряване охлаждането трябва да става бавно, в топлоизолационен материал. Заострянето на ръбовете се прави чрез шлайфане.

Добавъчни материали

Буферен слой

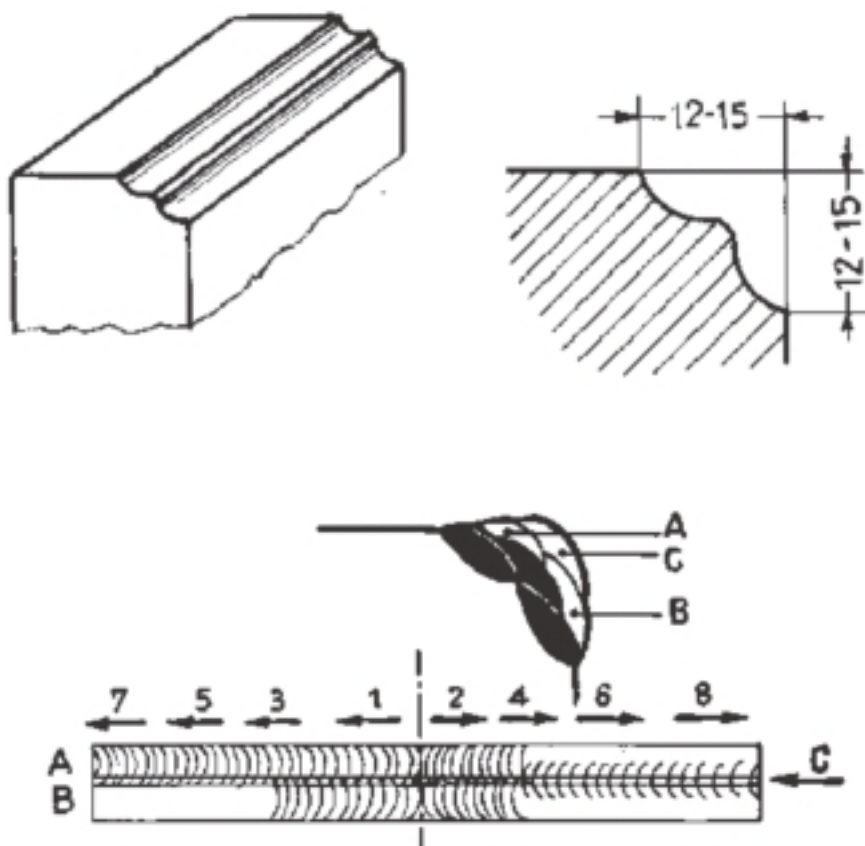
ОК 68.82

Наваряване

ОК 93.06

ОК 92.35

ОК 85.58



Препоръчителна процедура

Подготвя се шева, както е показано на фигурата.

Подгряването трябва да бъде до температура 200-250°C, в зависимост от въглеродното съдържание на основния метал.

Заварява се буферен слой дебел около 4мм с ОК 68.82.

Наваряват се максимум три слоя с ОК 93.06.

Добавъчни материали

Буферен слой

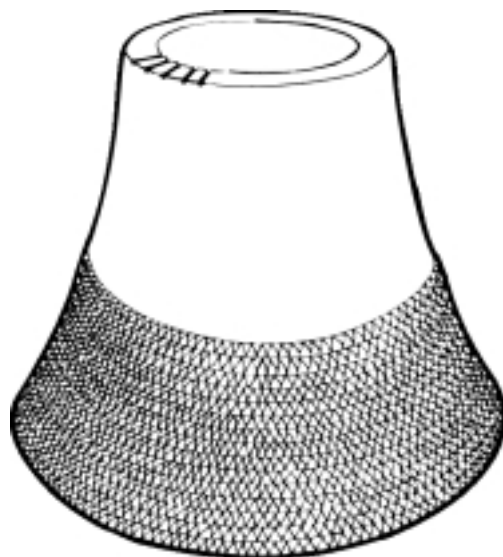
ОК 68.82

Наваряване

ОК 93.06 при студени и горещи условия

ОК 85.58 при студени условия

ОК 84.52 при студени условия



Препоръчителна процедура

Конусните трошачки обикновено се правят от 14% манганова стомана (не магнитна) и трябва да се заваряват студени. По време на заваряване трябва да се избягва нагряване до повече от 150-200°C.

Поради големината и размера на конусите разсейването на топлината не позволява силно прегряване.

За изграждане се използва ОК 67.45 или ОК Tubrodur 14.71. За повърхностно наваряване се използва ОК 84.58 или ОК Tubrodur 15.80.

Добавъчни материали

Изграждане

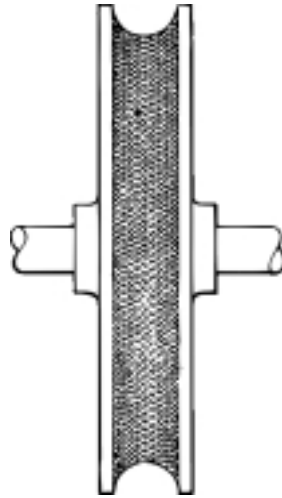
ОК 67.45

ОК Tubrodur 14.71

Наваряване на повърхността

ОК 84.58

ОК Tubrodur 15.80



Препоръчителна процедура

Повечето колела се правят от стомана с високо въглеродно съдържание. Поради това се препоръчва подгряване до 200-300°C и бавно охлаждане. Ако е възможно, трябва да се използва автоматично или полуавтоматично заваряване с ротатор за колелата. Изгражда се така, че да е възможна машинна обработка до точния размер.

Тъй като износването е причинено от триене метал в метал, се препоръчва жилав слой с твърдост от 30-35 HRC.

Добавъчни материали

OK 83.28, OK 83.29

OK Tubrodur 15.40

OK Tubrodur 15.40/OK Flux 10.71

Препоръчителна процедура

Чуковете представляват отливки от ниско легирана стомана (магнитна), или манганова стомана (не магнитна). За да се избегне риска от спукване на целия чук е препоръчително да се нанесе жилав буферен слой преди да се навари нисколегираната стомана.

По тази причина се нанася един слой с ОК 67.45, ОК 68.81 или ОК Tubrodur 14.71.

След това се наваряват два до три износоустойчиви слоя с материал от долния списък.

Мангановата стомана се изгражда с ОК 86.28 и повърхността се наварява както нисколегираната стомана.

Добавъчни материали лети чукове от легирана стомана

Буферен слой

ОК 68.81

ОК Autrod 16.75

или

ОК 67.45

ОК Tubrodur 14.71



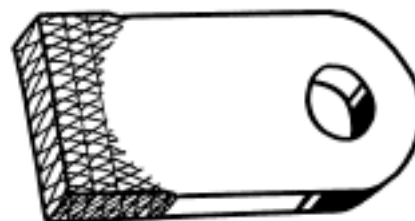
Наваряване

ударно + абразивно износване

ОК 83.50

ОК Autrod 13.91

ОК Tubrodur 15.52



абразивно + умерено ударно износване

ОК 84.78

ОК Tubrodur 14.70

чукове от манганова стомана

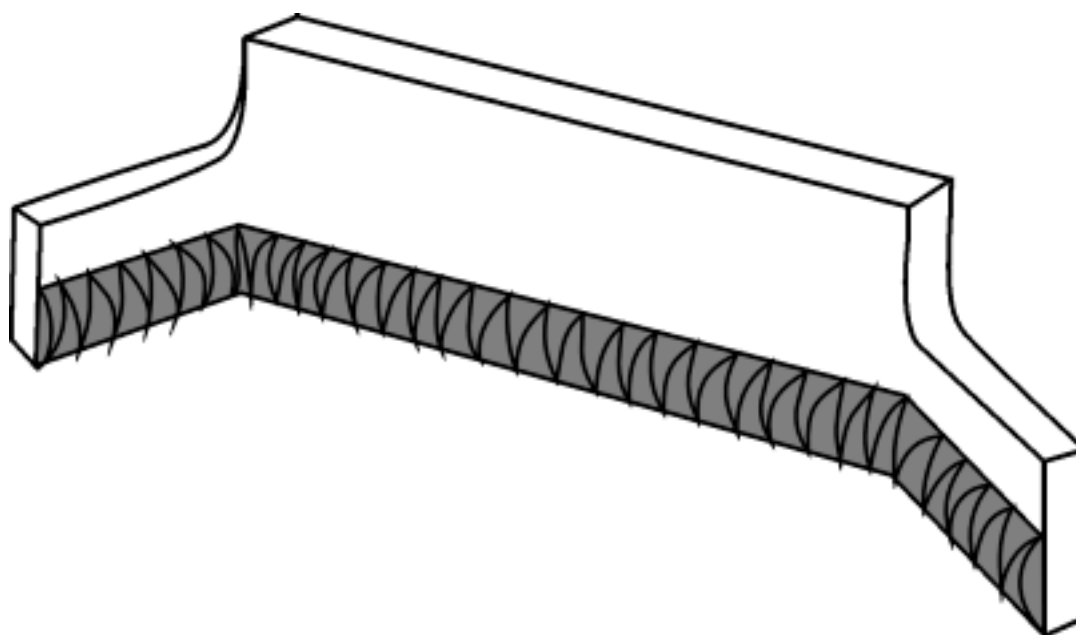
Изграждащи слоеве

ОК 86.28

ОК Tubrodur 15.60

наваряват се както чукове от лята стомана





Препоръчителна процедура

Наваряват се предните ръбове и страните на греблата. Новите гребла трябва да се наварят преди да се използват, за да се удължи тяхната ефективност и експлоатационния им живот.

Добавъчни материали

Силно абразивно износване

OK 84.78

OK Tubrodur 14.70

OK Autrod 13.91

Умерено абразивно износване

OK 83.65

OK Tubrodur 15.52

OK Autrod 13.90



Препоръчителна процедура

Кофите от манганова стомана и най-вече техните ръбове (устни) са подложени на абразивно износване.

Преди новите кофи да влязат в употреба, те трябва да се наварят за да се удължи тяхната ефективност и експлоатационния им живот.

Кофите трябва да се ремонтират преди да се износят прекалено силно. Износените устни могат да се изградят като към кофата се заварят нови стоманени ръбове с ОК 67.52. Повърхността на устните трябва да се навари и от двете страни.

Нови устни могат да се заварят за кофата с ОК 68.81, ОК 68.82 или ОК Tubrodur 14.71. Превантивното наваряване на устните се прави с ОК 84.78 или ОК Tubrodur 14.70. За изграждане на устни се използва ОК 67.45 или ОК Tubrodur 14.71 а за наваряване на повърхността - ОК 84.78, ОК Tubrodur 14.70 или ОК Tubrodur 15.80.

Добавъчни материали

Съединяване

ОК 68.81, ОК 68.82

ОК Tubrodur 14.71

Изграждане

ОК 67.45

ОК 67.52

ОК Tubrodur 14.71

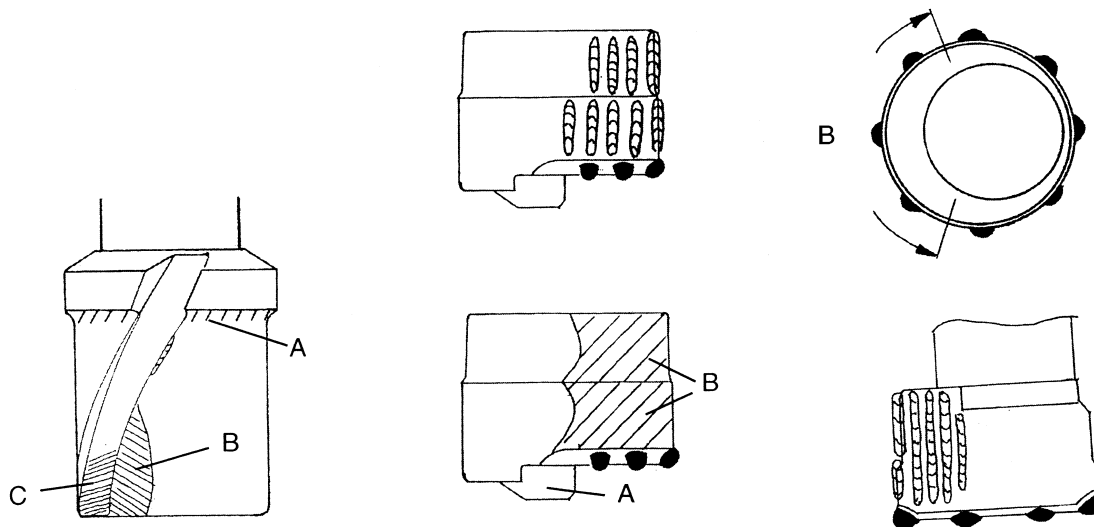
Наваряване на повърхността

абразивно + ударно износване + налягане

ОК 84.78

ОК Tubrodur 14.70

ОК Tubrodur 15.80



Препоръчителна процедура

Направляващи

Износването обикновено е в местата, показани на фиг.1:

- в долната част на ударния фланец (A)
- в долната част на цилиндричната повърхност (B)
- в канала за парчетата (C)

Разширител

Износването е в зоните показани на фиг.2:

- по “спиращата” глава (A)
- върху част от цилиндричното чело (B)

Главата трябва да се отремонтира когато повърхността се износи около 4мм.

За изграждане се използва ОК 83.28, след което повърхността се наварява с ОК 84.84.

С ОК 84.84 се заварява от горе надолу. Ако е възможно, при заваряване разширителя трябва да се държи наклонен под 45°. Наваряването се извършва с тесни успоредни шевове на разстояние 2мм между тях. Те не трябва да са в контакт помежду си, фиг.3.

Корона

Износването е в зоните показани на фиг.4 и 5:

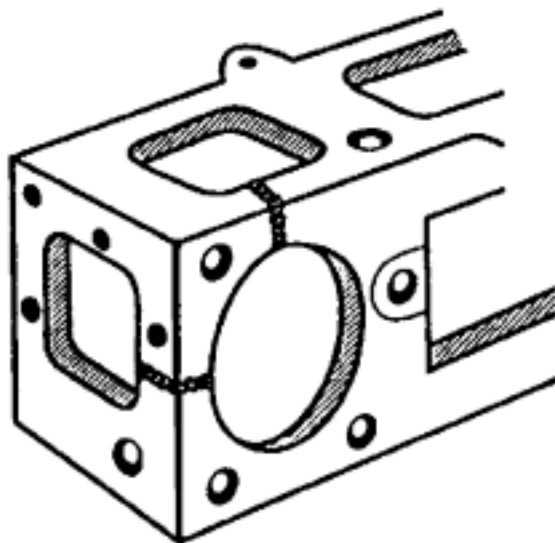
- в канала за “спиращата глава” (A)
- по външната част на цилиндричното чело (B)

Канала трябва да се отремонтира, когато повърхността е износена около 4мм. Използва се ОК 83.28. Челото се ремонтира както разширителя.

Добавъчни материали

Изграждане
ОК 83.28

Наваряване на повърхността
ОК 84.84



Препоръчителна процедура

Заваряването се извършва “на студено”, т.е. без подгряване.

- Заварява се с къси шевове от максимум 25мм, в зависимост от дебелината.
- Непосредствено след всеки шев се проковава с чук.
- Не трябва да се допуска температурата в зоната на шева да се повиши повече, отколкото може да се издържи при допир с ръка.

Зоната се поддържа хладна със състен въздух.

- Използват се електроди с възможно най-малък диаметър и се заварява със слаб ток.
- Заварява се в посока към ъглите и от тънкия материал към дебелия материал.
- Заварява се с прави шевове без вълнообразни движения.

В краищата на пукнатините се пробиват отвори, които да спрат тяхното разпространение.

U – подготовка на шева е за предпочитане, такава подготовка се прави чрез изрубване на пукнатината с ОК 21.03.

Рубенето с ОК 21.03 е много благоприятно, защото изсушава маслата и изгаря графита от скосената повърхност.

Ако е възможно, разположете блока така, че да се заварява в долно положение.

Добавъчни материали

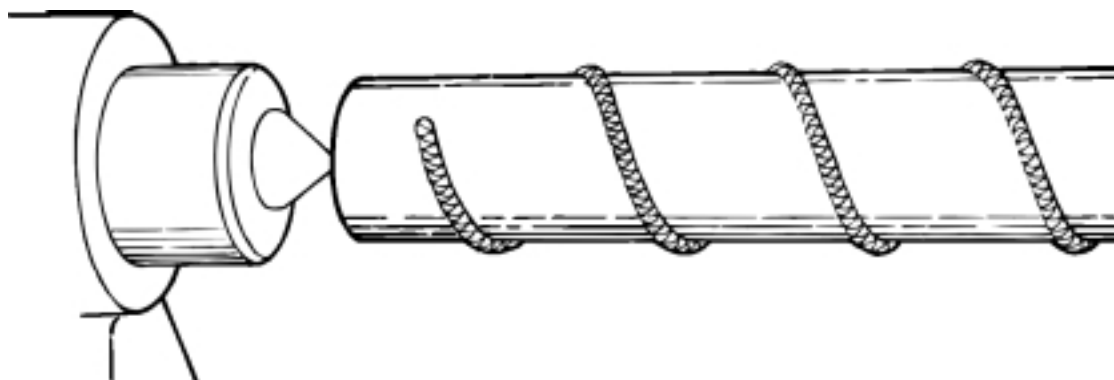
Рубене

ОК 21.03

Ремонт на пукнатини

ОК 92.18

ОК 92.60



Препоръчителна процедура

Преди заваряване повърхността се почиства старателно. Винтовете, разположени в ротатор, трябва да се подгреят до 100-200°C, когато дебелината е над 10мм. Заваряването може да се извърши с ОК 93.06 (на кобалтова основа) или с ОК Tubrodur 15.86 и с ОК 92.35 (на никелова основа).

Трябва да се осигури бавно охлаждане в топло-изолационен материал и да се изшлифа до размера.

Добавъчни материали

ОК 93.06

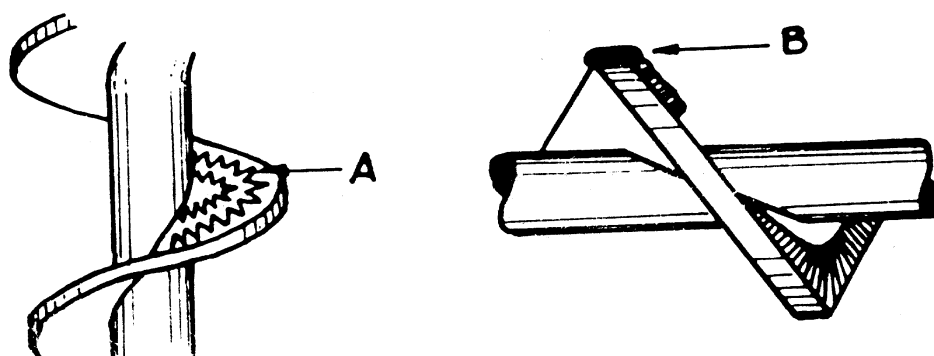
При всякакви температури е по твърд от ОК 92.35, но е по-неустойчив към изменения на температурата.

Обработваемост: само с инструменти съдържащи карбиди.

ОК 92.35

По мек е от ОК 93.06, но е по устойчив към изменения на температурата.

Обработваемост: добра.



Препоръчителна процедура

По периферията на шнека (B), се нанася слой с тесни шевове с ОК 84.84.

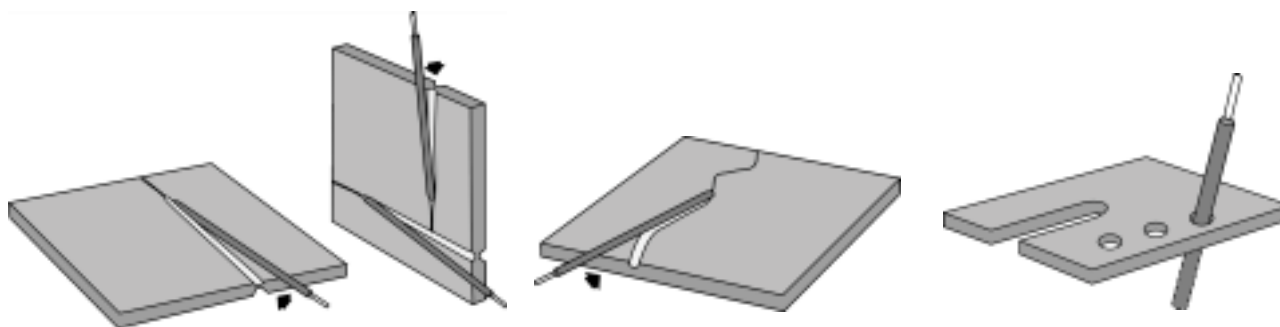
Откъм натисковата страна (A) се препоръчва нанасяне на широки шевове с вълнообразни движения с ОК 84.78 или ОК Tubrodur 14.70, до покриване на цялата зона.

Добавъчни материали

ОК 84.84

ОК 84.78

ОК Tubrodur 14.70



Препоръчителна процедура

OK 21.03 е електрод за рубене, рязане и подготовка на шевове от стомана, неръждаема стомана, чугун, манганова стомана, цветни метали като алуминий и медни сплави.

Електрода се използва с обикновени трансформатори и изправители. Не са необходими състен въздух, газ или специална ръкохватка. Препоръчваната сила на тока е отбелязана на опаковката.

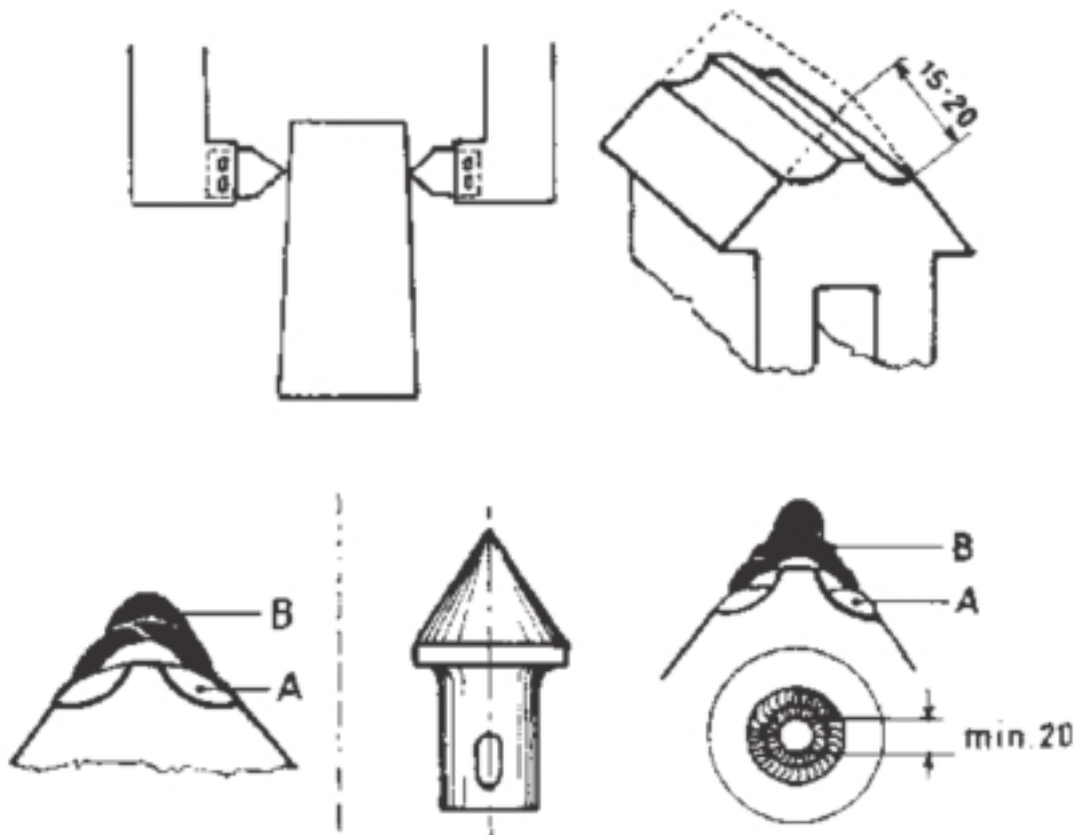
Срезове, които се получават са много чисти – преди заваряване не е необходимо никакво или много малко допълнително почистване.

Дъгата се запалва по същия начин както при обикновените електроди за заваряване, но след това електрода се накланя и придвижва напред под много малък ъгъл (5-15°), движението е като при рязане с трион. За по дълбоки канали процедурата се повтаря.

OK 21.03 може да се използва във всички пространствени положения, той е електрод за работа с променлив или постоянен ток.

Добавъчни материали

OK 21.03



Препоръчителна процедура

Шева се подготвя, както е показано на фигурата. Нисколегираните стомани изискват подгряване до 150-200°C.

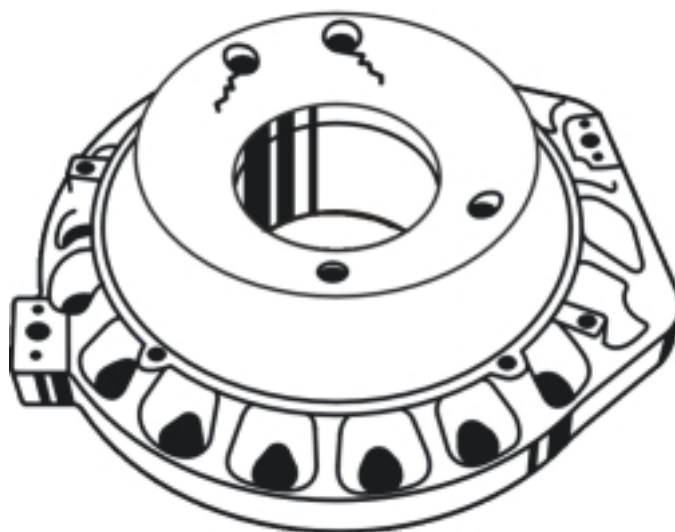
Заварява се буферен слой (A) с ОК 93.07.

Наваряването на повърхността се прави с ОК 93.06. Ако е необходимо по-голямо изграждане, може да се нанесе междинен слой с ОК 93.07.

Добавъчни материали

Буферен слой
ОК 93.07

Наваряване
ОК 93.06



Препоръчителна процедура

Окисните кори и попадналия пясък се отстраняват чрез рубене с ОК 21.03

Преди заваряване всички остри ръбове се закръглят.

Заварява се с ОК 92.18. При малки вдлъбнатини е за предпочитане използването на електроди с диаметър 2.5 или 3.2 мм.

Заварява се по посока на външните краища, вълнообразното движение на електрода трябва да се избягва. Винаги трябва да се заварява на къси участъци. Когато е възможно, непосредствено след всеки шев трябва да се проковава.

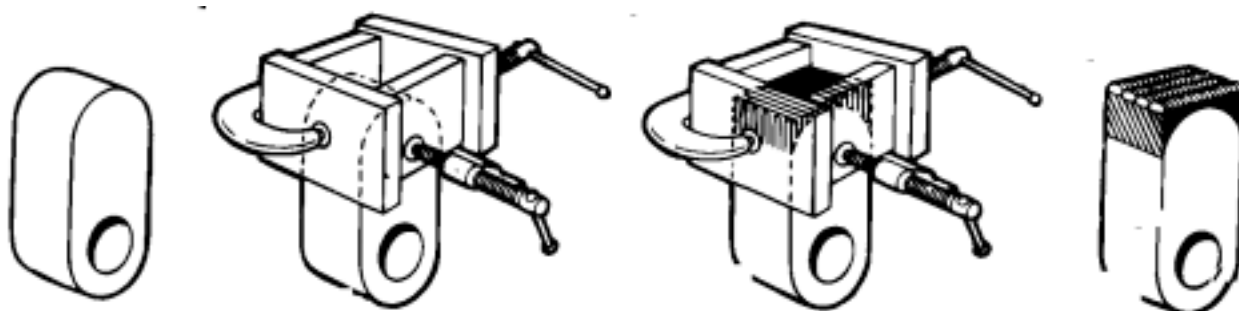
Добавъчни материали

Рубене

ОК 21.03

Ремонт

ОК 92.18



Препоръчителна процедура

Чуковете за раздробяване и смилане обикновено се правят от манганова стомана и понякога от лята стомана. Чуковете трябва да се наварят още докато са нови за да се удължи експлоатационния им живот.

Често износените чукове трябва да се изградят до необходимия размер преди да бъде наварена повърхността им. Сплавите за изграждане са ОК 83.28 за лети стомани и ОК 67.45 или ОК 68.81 за манганови стомани. Когато се изисква полуавтоматично заваряване, за летите стомани се използва ОК Tubrodur 15.40 а за мангановите стомани - ОК Tubrodur 14.71.

При чукове за раздробяване на тежки парчета по-добра устойчивост дава жилавия наварен метал от ОК 84.58 или ОК Tubrodur 15.52. За фино разпрашаване е по-добре да се използва наварен метал от ОК 84.78 или ОК Tubrodur 14.70, който е много твърд.

За поддържане на разтопената вана и получаване на желаната форма, ръбовете и ъглите могат да се оформят с помощта на медни плочки.

Добавъчни материали

Изграждане – лята стомана

ОК 83.28

ОК Tubrodur 15.40

Изграждане – манганова стомана

ОК 67.45

ОК Tubrodur 14.71

Наваряване на повърхността

Абразивно износване

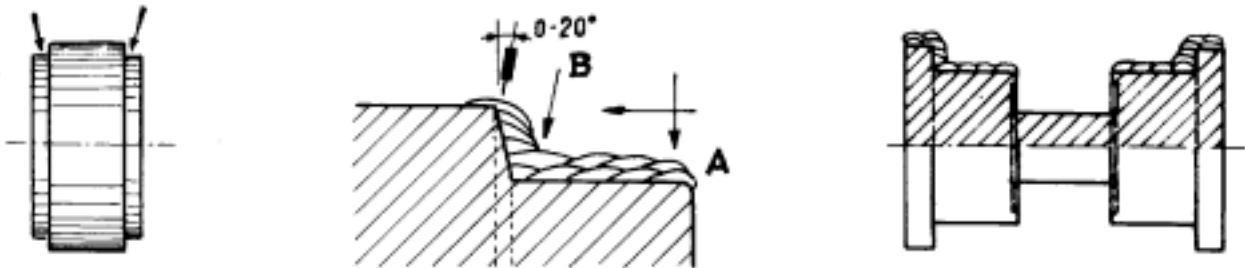
ОК 84.78

ОК Tubrodur 14.70

Абразивно + ударно износване

ОК 84.58

ОК Tubrodur 15.52



Препоръчителна процедура

При наваряване на такива части за предпочитане е да се използва подфлюсово заваряване или заваряване с тръбна тел.

Първо се нанасят от един до три слоя (А), след което се нанася слоя (В), както е показано на фигурата.

Когато се използва тръбна тел, с вълнообразни движения се нанасят широки слоеве.

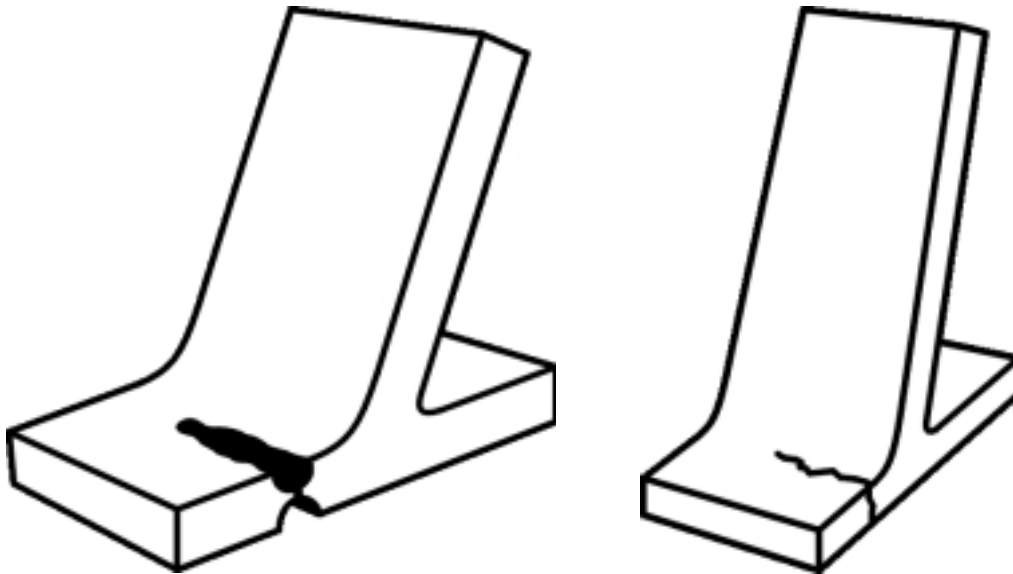
Ако слоя (В) се заварява ръчно, шевове се нанасят напречно.

Добавъчни материали

OK Tubrodur 15.40/OK Flux 10.71

OK Tubrodur 15.40/CO₂

OK 83.28



Препоръчителна процедура

Пукнатините се отстраняват чрез рубене с ОК 21.03

Подготовката на шева е U или двустранно U.

Ако е възможно, разпространението на пукнатината се спира, като от двете страни се пробива по един отвор.

За максимална якост се използва ОК 92.60 или ОК Tubrodur 15.66. Заварява се на къси шевове с 2.5 или 3.2мм електроди. Препоръчва се проковане на всеки шев непосредствено след неговото нанасяне, за да се избегне спукване успоредно на шева в резултат от свиването при изстиване.

Добавъчни материали

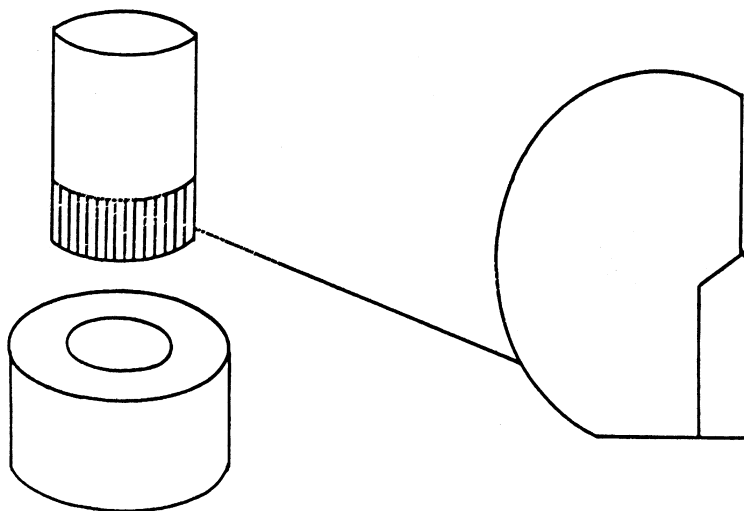
Рубене

ОК 21.03

Ремонт на пукнатини

ОК 92.60

ОК Tubrodur 15.66



□ **Препоръчителна процедура**

Оформете с машинна обработка каналчета със закръглени ръбове и с необходимата работна дължина, плюс съответните издатини.

Отстранете всички остри ръбове преди подгряване и заваряване.

В зависимост от размера на инструмента е необходимо подгряване от 150-200°C и нанасяне на буферен слой с ОК 68.82, който поглъща заваръчните напрежения.

В зависимост от необходимата дебелина на повърхностния слой, наварете два или три слоя с електрода от бързорежеща стомана ОК 85.65. Твърдостта на ОК 85.65 е приблизително 60 HRC.

Трябва да се осигури бавно охлаждане (на “закътано” място) и повърхността да се изшлаифа до точния размер.

Добавъчни материали
ОК 85.65



Препоръчителна процедура

Повредените ръбове трябва да се изшлайфат и фрезите да се подгреят до температура 350-500°C, в зависимост от дебелината. Ако е възможно, нанесете един слой с ОК 68.82 и още докато е горещ го проковете.

Нанасят се тесни къси шевове с ОК 85.65, които се проковават още докато са нагрети до червено. Изгражда се колкото е необходимо за да може след това да се изшлайфа до размера. Температурата на подгряване трябва да се поддържа постоянна по време на заваряването, след което охлаждането да стане бавно, в топлоизолационен материал.

Обработваемост: само шлайфане

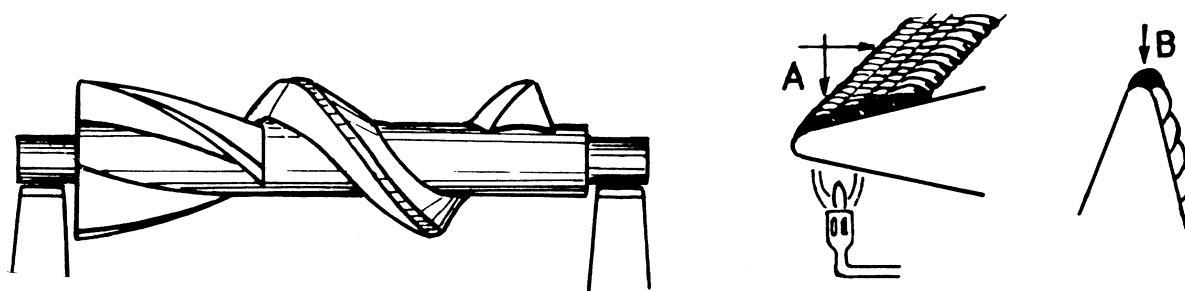
Добавъчни материали

Буферен слой

ОК 68.82

Наваряване на повърхността

ОК 85.65



Препоръчителна процедура

Използва се манипулатор, който да позволява въртене по време на подгряване и заваряване.

Страничната зона (A) се наварява с един слой. Върха на страната (B) се наварява на един или два слоя. Вала се наварява с надлъжни шевове. Накрая ръбовете се шлайфат леко за оформяне на профила.

В зависимост от изискваната твърдост се използват ОК 93.06 или ОК 93.01.

Добавъчни материали

ОК 93.06 – около 42 HRC

ОК 93.01 – около 55 HRC



Препоръчителна процедура

Дефектния материал се отстранява преди заваряване чрез рубене с ОК 21.03 или шмиргелене. Работните ръбове се наваряват с износоустойчиви електроди ОК 83.65 или ОК 84.78, или с тръбни телове ОК Tubrodur 14.70 или ОК Tubrodur 15.52.

За максимална защита от абразивното износване се нанасят два или максимум три слоя.

При възстановяване на ръбовете и ъглите може да се използват медни плочки, които да поддържат заваръчната вана.

Навареният метал може да се обработва само чрез шлайфане.

Силно износени шнекове могат преди наваряване на повърхността да се изградят с ОК 83.28.

За да се намали износването по време на наваряване, шевовете трябва да се нанасят в посоката в която се движи потокът от материал при работа на сондата.

Добавъчни материали

Рубене

ОК 21.03

Изграждане

ОК 83.28

ОК 83.29

Наваряване на повърхността

Силно абразивно износване

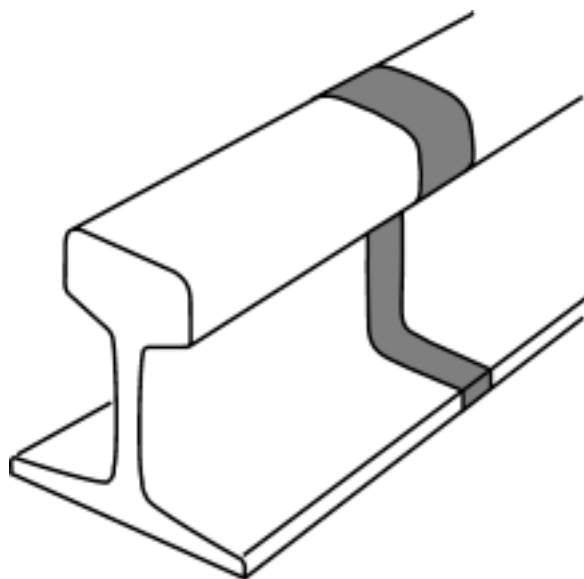
ОК 84.78

ОК Tubrodur 14.70

Умерено абразивно износване

ОК 83.65

ОК Tubrodur 15.52



Препоръчителна процедура

Релсите от класове 700 и 900А се подгряват до 350 и 400°C.

За осигуряване на кореновия шев се използва керамична подложка ОК Backing 21.21.

Основата се заварява с тесни шевове с ОК 74.78.

За оформяне на стената и главата се използват медни форми и се заварява със същия тип електрод. Най-горния слой се заварява с ОК 83.28, с широки шевове с вълнообразни движения.

Грубото шмиргелене се прави докато шева е горещ. Бавно охлаждане се осигурява като зоната на шева се покрие с минерална вата. След изстиването се прави крайното оформяне на профила.

Добавъчни материали

Осигуряване на корена

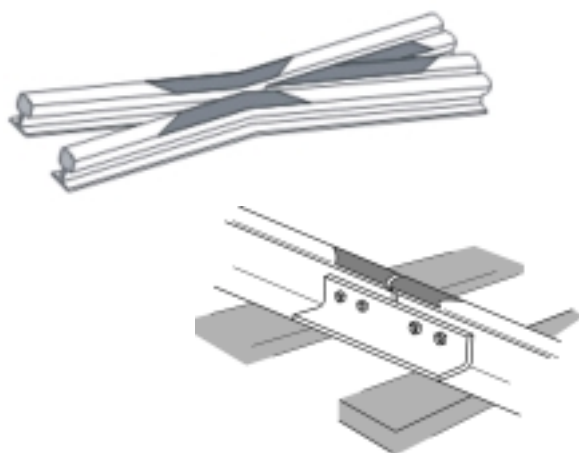
ОК Backing 21.21

Съединяване

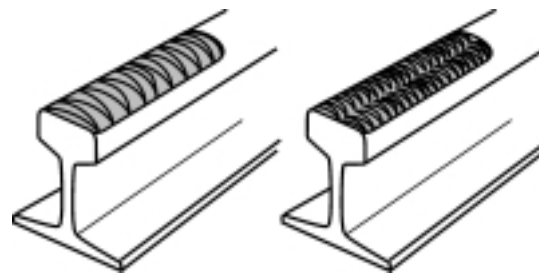
ОК 74.78

Наваряване на повърхността

ОК 83.28



А. МИГ/МАГ



Б. МИГ/МАГ с тръбен тел

Препоръчителна процедура

Въглеродно-манганов тип релси

Клас релси	700А	подгръване	350°C
	900А		400°C
	1100А		450°C

Дефекти по повърхността на релсите, в краищата и местата на пресичане
 Могат да се използват тесни или широки шевове с вълнообразни движения. Фигури А и В показват техниката на нанасяне на широки шевове, съответно ръчно електродъгово и с тръбен тел.

Понякога се препоръчва по дължина на ръба или ръбовете на релсата първо да се завари един поддържащ шев, преди да започне изграждането на главата.

Тръбните телове са много подходящи за механизирано заваряване.

Добавъчни материали

OK 83.27 или **OK Tubrodur 15.43**, приблизително 35 HRC

OK 83.28 или **OK Tubrodur 15.41**, приблизително 30 HRC

Аустенитно-манганов тип

Заварява се с тесни шевове при възможно най-ниска температура.

Ако е необходимо нанасяне на повече от три слоя, преди наваряването на повърхността трябва да се направи изграждане с жилав неръждаем метал, OK 67.45 или OK Tubrodur 14.71.

Добавъчни материали

Изграждане

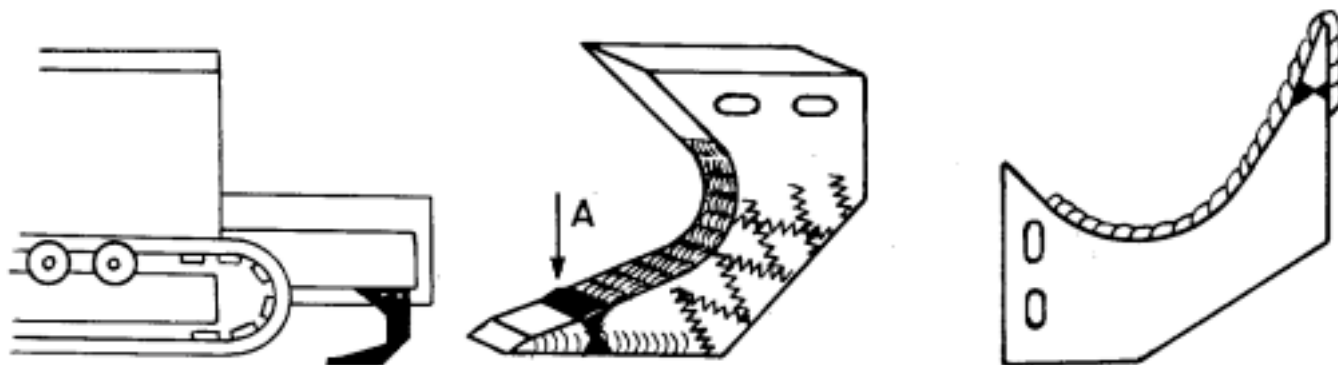
OK 67.45

OK Tubrodur 14.71

Наваряване на повърхността

OK 86.28

OK Tubrodur 15.65



Препоръчителна процедура

Износените върхове могат да се подменят с нови върхове. За съединяването се използват електродите ОК 67.45 или ОК 68.82. Повърхността на целия връх и вътрешната страна на зъба се наваряват с ОК 84.78 или ОК 84.84, или ОК Tubrodur 14.70 или ОК Tubrodur 15.80. Отстрани зъбите може да се наварят под формата на предпазна шахматна мрежа.

Добавъчни материали

Съединяване

ОК 67.45

ОК 68.82

Наваряване на повърхността

Силно абразивно износване

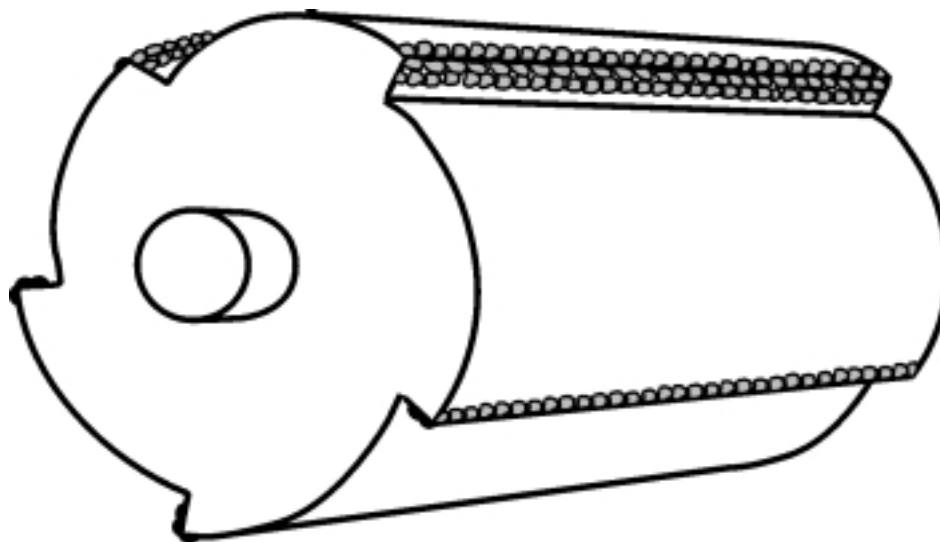
ОК 84.78

ОК Tubrodur 14.70

Силно абразивно + ударно износване

ОК 84.84

ОК Tubrodur 15.80



Препоръчителна процедура

Ролките или сменяеми пластини на трошачките се правят от манганова стомана (не магнитна). Както при всички манганови стомани, прегряването по време на заваряване трябва да се избягва.

Преди наваряване, повърхността трябва да се почисти и да се провери за пукнатини. Пукнатините трябва да се изрубят с ОК 21.03 и отремонтират ОК 67.45 или ОК Tubrodur 14.71.

ОК 86.28 се използва за ръчно наваряване на повърхността, а ОК Tubrodur 15.60 – за полуавтоматично.

Добавъчни материали

Рубене

ОК 21.03

Ремонт на пукнатини

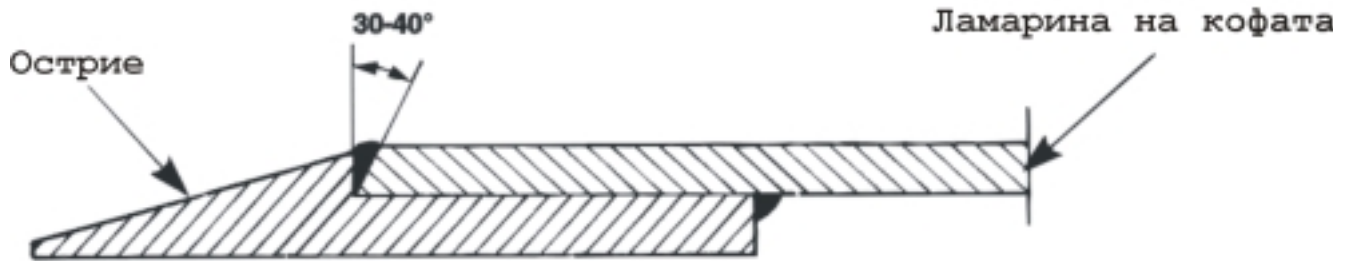
ОК 67.45

ОК Tubrodur 14.71

Наваряване на повърхността

ОК 86.28

ОК Tubrodur 15.60



Препоръчителна процедура

Обикновено остриетата се правят от закалена нисколегирана стомана.

С ОК 67.45 или ОК 67.52 може да се изпълни съединяване без предварително подгряване. Подгряване се изисква при заваряване на по-дебели материали. Шева е много пластичен и може да поеме силни заваръчни напрежения. Когато се изисква по-висока якост, се използва ОК 68.82.

Добавъчни материали

ОК 67.45, ОК 67.52

ОК Tubrodur 14.71

ОК 68.82

Препоръчителна процедура

Изграждане

Детайлите се почистват добре и се преглеждат за пукнатини и други дефекти. Дефектния материал се отстранява чрез шмиргелене или рубене. Ако се налага машинна обработка след наваряването, трябва преди това да се намали размера на вала с 5мм под номиналния.

Ако се използват ниско легирани електроди от типа ОК 83.28, ОК 74.78 или ОК Tubrodur 15.40, може да се наложи подгряване при валове с голям диаметър или изработени от материал с високо съдържание на въглерод или легиращи елементи.

$C_{eq} > 0.45-0.6$ подгряване до около 200°C

$C_{eq} > 0.6$ подгряване до около 350°C

Препоръчителните температури на подгряване за различните материали и дебелини са дадени в таблицата на страница 7.

ОК 68.82, ОК 67.45 и ОК Tubrodur 14.71 могат да се използват без подгряване, в зависимост от диаметъра на вала.

С цел да се намалят деформациите, полагането на наварения метал се балансира, както е показано на фигурата. След заваряване трябва да се осигури бавно охлаждане.

При полуавтоматично или автоматично заваряване се използват ротатори които въртят вала така, че да се нанесат обиколни шевове с ОК Tubrodur 15.40/ОК Flux 10.71.

Счупени валове могат да се ремонтират с ОК 74.78 или ОК 68.82. При заваряването важат същите правила за подгряване, както при изграждането. Когато е възможно трябва да се направи U-подготовка на шева.

Добавъчни материали

Наваряване на повърхността след подгряване

ОК 83.28, ОК 83.29

ОК Tubrodur 15.40

ОК Autrod 13.89

ОК Tubrodur 15.40/ОК Flux 10.71

Наваряване на повърхността

без подгряване

ОК 68.82

ОК Autrod 16.76

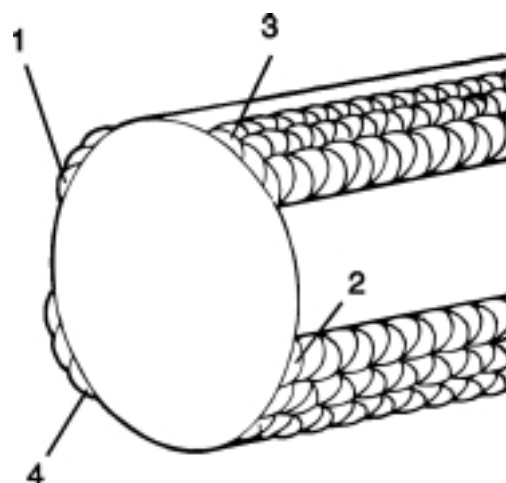
ОК 67.45, ОК 67.52

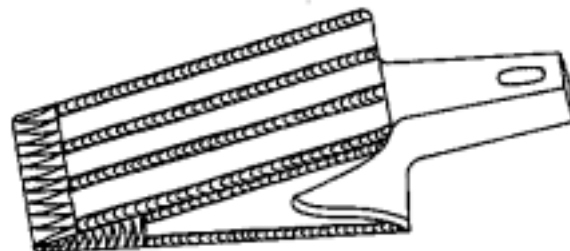
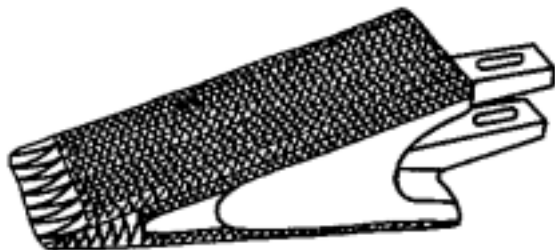
ОК Tubrodur 14.71

Съединяване

ОК 74.78, с подгряване

ОК 68.82, подгряване не е необходимо





Препоръчителна процедура

Зъби които се износват основно от ударно натоварване, често се изработват от манганова аустенитна стомана. Този материал трябва да се заварява при възможно най-ниска температура. За изграждане се използват ОК 86.08 или ОК Tubrodur 15.60. Повърхността на нови или поправени зъби се наварява с ОК 84.58, или ОК Tubrodur 15.52, или с ОК 84.78 или ОК Tubrodur 14.70.

Зъби, които работят в едър пясък или камъни, се наваряват с тънки шевове по дължина на детайла, паралелно на движението на материала с който се работи, виж фигурата. Големите парчета скала и подобни ще се движат по дължина на горния слой наварен метал без да влизат в контакт с основния материал.

Добавъчни материали

Изграждане

ОК 86.08

ОК Tubrodur 15.60

Наваряване на повърхността

Абразивно + ударно износване

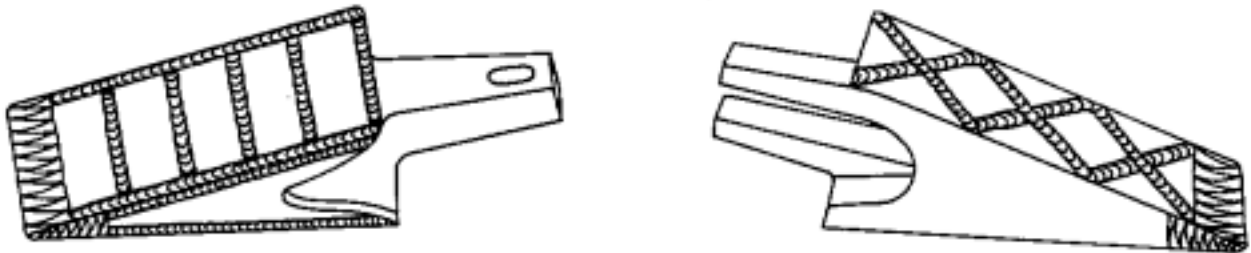
ОК 84.58

ОК Tubrodur 15.52

Силно абразивно износване

ОК 84.78

ОК Tubrodur 14.70



Препоръчителна процедура

Зъби за работа в силно абразивна среда, като почва от фини частици, често се изработват от закалена ниско легирана стомана, въпреки че понякога се използва и манганова стомана, наварена против износване както е показано на фигурата. Ниско легираните стомани се подгряват до около 200°C. Мангановите стомани се заваряват студени. Шарката по която се наварява и разстоянието между шевове оказват силно влияние върху начина на износване.

Голямата част от земекопните машини работят в условия, когато повърхността е в контакт със смес от фин и по-груб абразивен материал. Обикновено се използва шарка “вафлени квадрати”.

Добавъчни материали

Изграждане

OK 83.28

OK Tubrodur 15.40

Наваряване на повърхността

Абразивно + ударно износване

OK 84.58

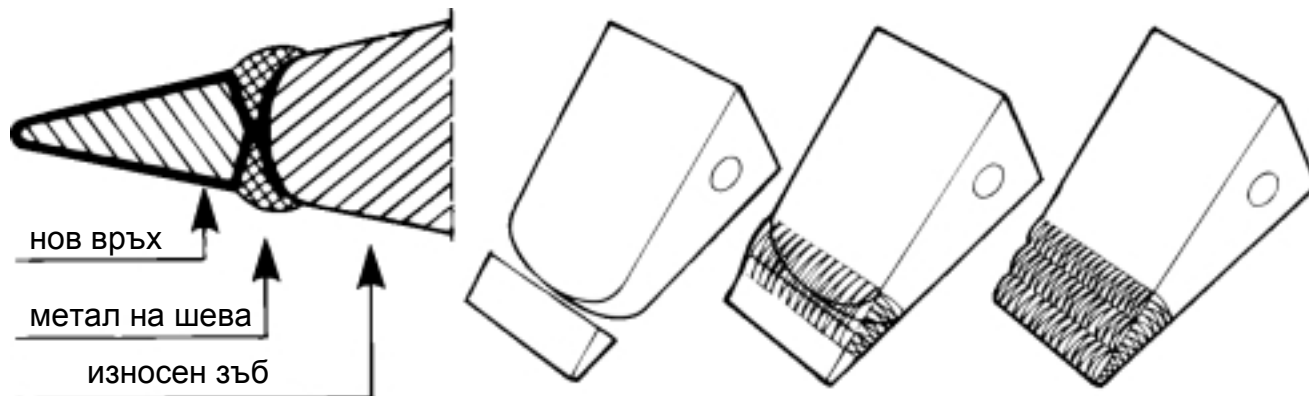
OK Tubrodur 15.52

Силно абразивно износване

OK 84.78

OK Tubrodur 14.70

Зъби на багерни кофи – възстановяване на предния ръб



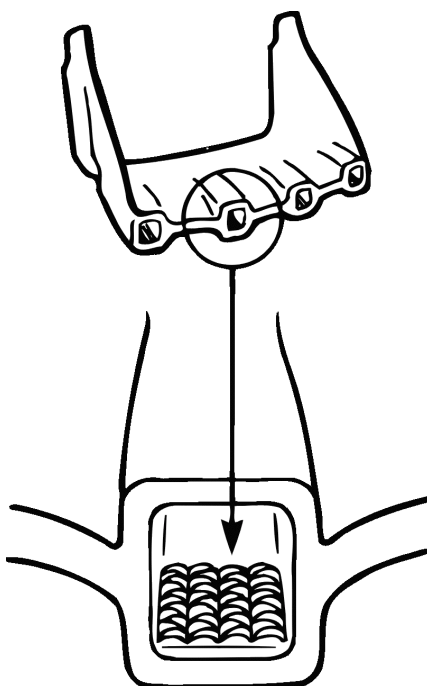
Препоръчителна процедура

Резервните ръбове обикновено се произвеждат от манганова стомана, но могат да бъдат произведени и от закаляема стомана. И в двата случая съединяването се прави с по-високо легиран неръждаем добавъчен материал. Ако се налага наваряване на повърхността, виж процедурата за наваряване на зъби на гребла.

Добавъчни материали

OK 67.45, OK 67.52

OK Tubrodur 14.71



Препоръчителна процедура

Зъбните легла обикновено са произведени от ниско легирана, закаляема стомана. Леглата се заваряват към предния ръб на кофата с ОК 48.30, с подгряване до 150-200°C, или с ОК 67.52, ОК 68.82 без подгряване.

Наваряват се с ОК 83.28 или ОК Tubrodur 15.40. Ако се изисква по-голяма твърдост, могат да се използват ОК 83.50 или ОК Tubrodur 15.52.

Когато кофата е направена от не-магнитна стомана (манганова стомана), зъбните легла се заваряват с ОК 67.45, ОК 67.52 или ОК 68.82 без подгряване.

Добавъчни материали

Съединяване

ОК 48.30

ОК 67.45, ОК 67.52

ОК 68.82

Наваряване на повърхността

30-35 HRC

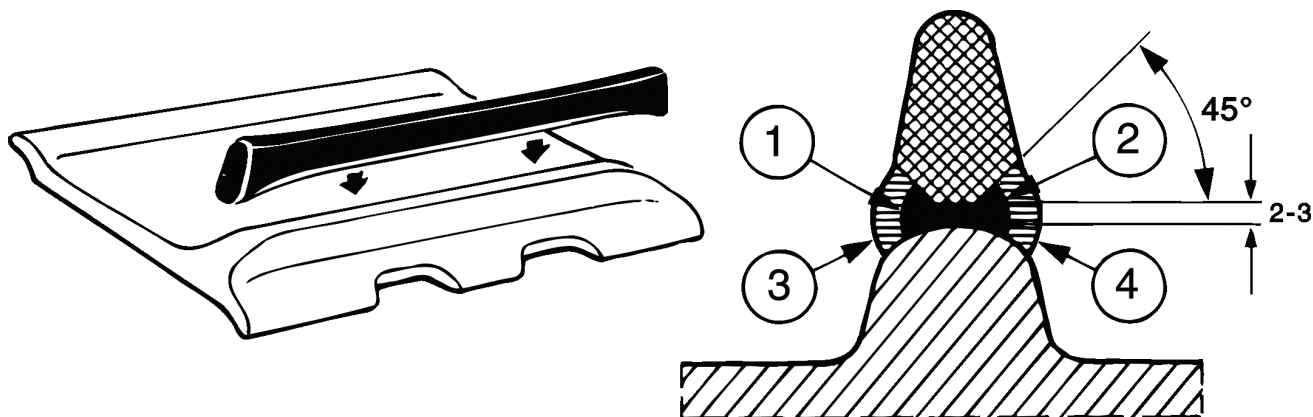
ОК 83.28

ОК Tubrodur 15.40

55-60 HRC

ОК 83.50

ОК Tubrodur 15.52



Препоръчителна процедура

Ремонта на веригите се извършва, като към износените звена се заваряват профили (шини).

Звеното се почиства. Шината се прихваща, като се оставя междина от 2-3мм. Последователността на заваряване е показана на фигурата. Заваряването започва от центъра в посока към краищата.

Ако звеното е изработено от манганова стомана се използва същата процедура.

Ако износеният профил на звеното ще се ремонтира само чрез наваряване, трябва да се използват медни форми, които да осигурят оформянето на профила.

Добавъчни материали

Съединяване:

OK Autrod 12.51

OK 68.82

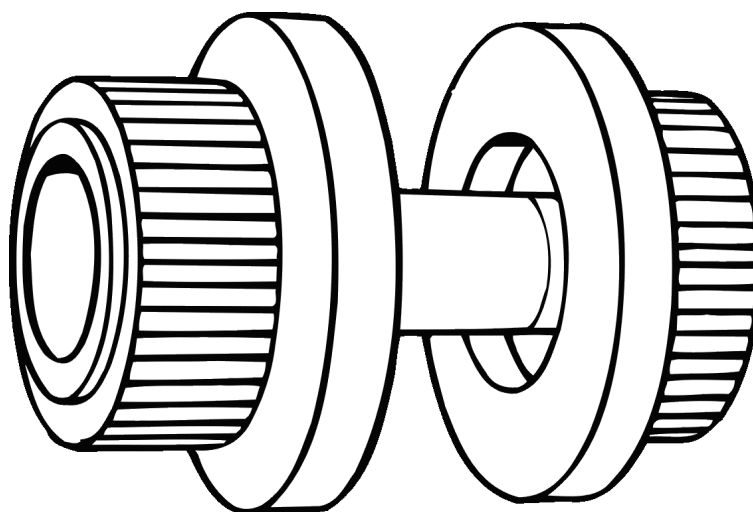
Наваряване на повърхността

OK Tubrodur 15.40

OK 83.50

OK 84.58

OK Tubrodur 15.52



Препоръчителна процедура

Възстановяването трябва по възможност да се извършва на автоматична машина за обиколни шевове, като ролките се въртят на стенд за въртеливо движение.

Ръчно или полуавтоматично заваряване може да се приложи като се нанасят напречни шевове.

Когато се използва ОК Tubrodur 15.40 се налага минимална машинна обработка, тъй като повърхността след заваряването е сравнително гладка. Заваряването може да се изпълни под флюс, като се използва същия тел в комбинация с ОК Flux 10.71.

Наварения метал се поддава на машинна обработка.

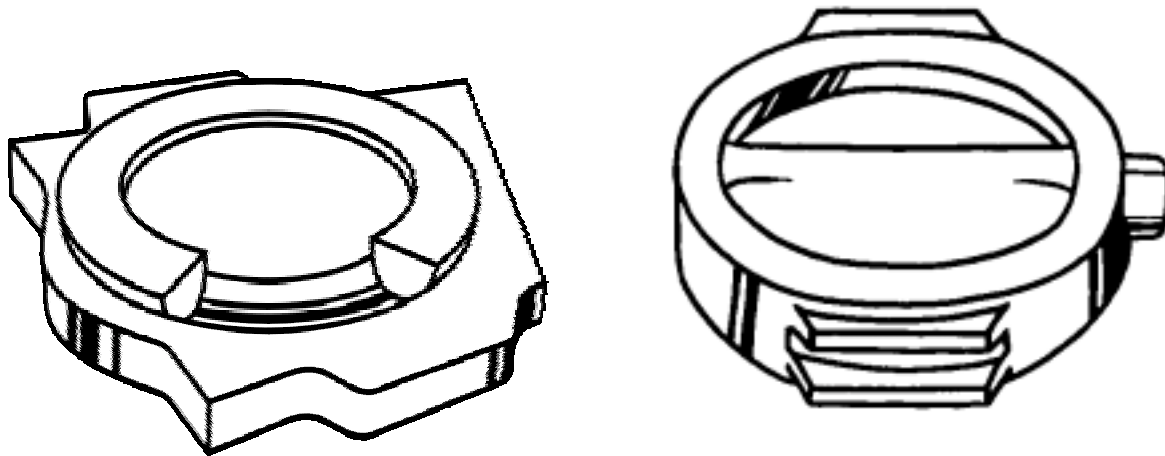
Добавъчни материали

ОК 83.28

ОК 83.29

ОК Tubrodur 15.40

ОК Tubrodur 15.40/ОК Flux 10.71



Препоръчителна процедура

Леглата са изработени от лята или кована стомана. В зависимост от размера и състава, те трябва да се подгръват от 100 до 200°C.

За постигане на най-добра твърдост и корозионна устойчивост е необходимо заваряването да бъде на два или три слоя.

Охлаждането трябва да бъде много бавно. Въпреки че е много жилав и износоустойчив, навареният метал може да се обработва механично чрез шлайфане.

За температури над 500°C се използва ОК 93.06 - електрод, който дава наварен метал на кобалтова основа.

При температури под 500°C се препоръчва ОК 84.42 – неръждаем електрод с високо съдържание на хром.

За бронзови шибъри се използва ОК 94.25.

Добавъчни материали

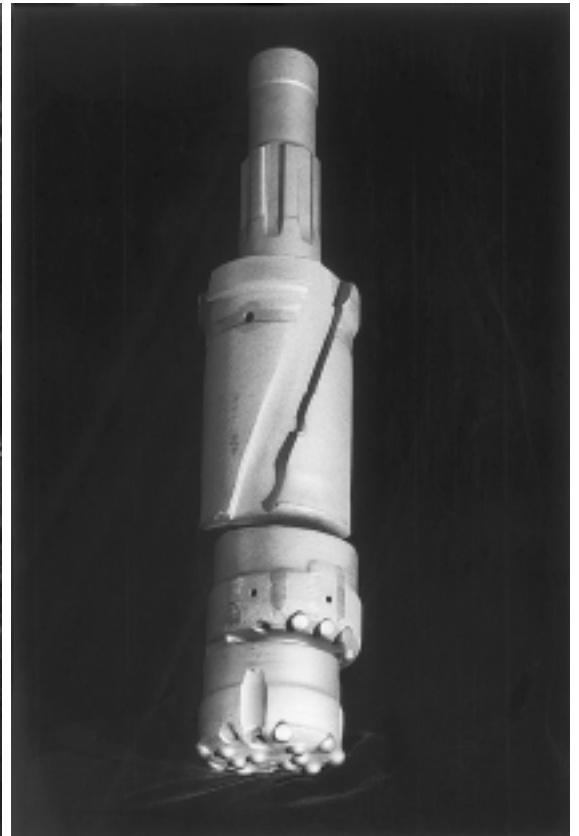
ОК 93.06 HRC 40-55

ОК 84.42 HRC 44-49

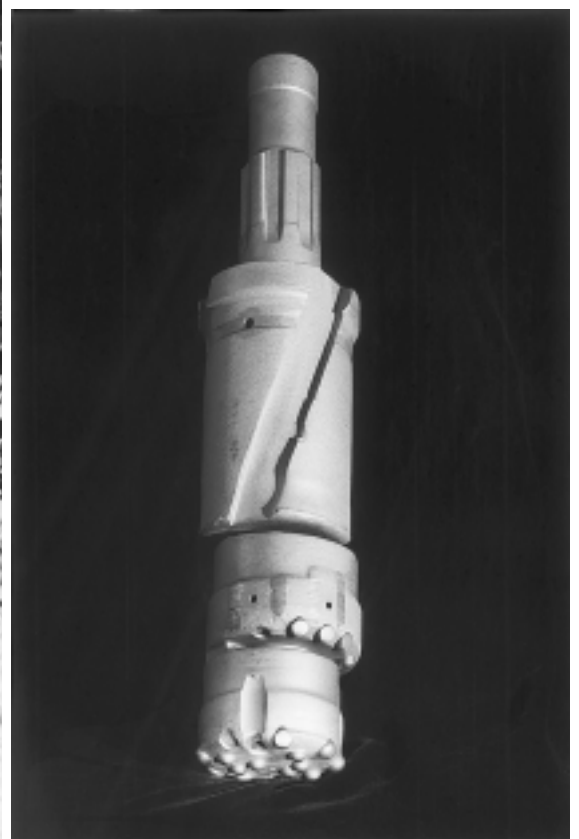
ОК 94.25



Ремонт на сонда: изграждане с ОК 83.28,
наваряване на повърхността с ОК 84.84.



Преди ремонта.



След ремонта.

Ремонт на релси



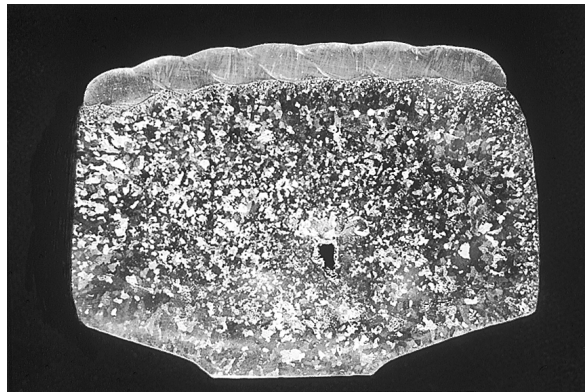
Съединяване на релси чрез
заваряване във форми: ОК 74.78



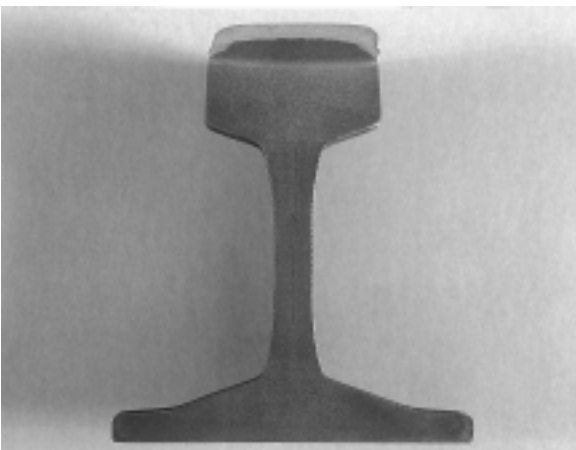
Ремонт на трамвайна релса:
ОК 67.52



Ремонт на подкопана от колелата
релса. ОК Tubrodur 15.43



Манганова релса:
ОК Tubrodur 15.65



Въглеродно-манганова
релса: ОК Tubrodur 15.43



Механизирано заваряване:
Railtrack BV/ ОК Tubrodur 15.43



Таблица 1. Добавъчни материали за заваряване на чугун

Добавъчни материали	Класификация	Приложение	Типичен хим състав на наварения метал, %		Типични характеристики на наварения метал	Φ, мм
Електроди:						
OK 91.58 базичен DC+, AC	DIN 8573	За ремонти без високи изисквания на дефекти в отливки или повърхностни дефекти, където не се изисква механична обработка.	C	0.07	Твърдост a w 50 HRC R _m =540MPa A 25% Обработваемост Лоша	2.5
	EFe-B2		Mn	1.0		3.25
OK 92.18 базичен DC+,- AC	AWS A 5.15	За ремонт на чугунени детайли, като пукнатини в двигателни блокове, корпуси на помпи, редуктори, корпуси, както и дефекти при отливане.	C	1.0	Твърдост a w 130 - 170 HB R _m =300MPa A 6% Обработваемост Добра	2.5
	ENi-CI DIN 8573 ENi-BG11		Fe	4.0		3.25
OK 92.58 базичен DC+,-	AWS A 5.15	Съединяване и изграждане на чугунени детайли и на чугунени към стоманени детайли. Ремонт на корпуси на помпи, тежки машинни елементи, зъби на предавки, фланци и барабани.	C	1.7	Твърдост a w 160 – 200 HB R _m =375MPa A 12% Обработваемост Добра	2.5
	ENiFe-CI DIN 8573 ENiFe-1- BG11		Fe	46.0		3.25
OK 92.60 базичен, висока токо- носеща способн. DC+, AC	AWS A 5.15	Съединяване и изграждане на чугунени детайли и на чугунени към стоманени детайли. Ремонт на корпуси на помпи, тежки машинни елементи, зъби на предавки, фланци и барабани.	C	1.7	Твърдост a w 190 – 240 HB R _m =540MPa A 12% Обработваемост Добра	2.5
	ENiFe- CI-A DIN 8573 ENiFe-1- BG11		Fe	46.0		3.25
OK 92.78 базичен, DC+, AC	DIN 8573	Никелово-меден тип, за заваряване на сив, темперован и сферографитен чугун. Има много добро съответствие на цвета.	C	0.7	Твърдост a w 140 – 160 HB R _m =350MPa A 12% Обработваемост Добра	2.5
	ENiCu- BG31		Fe	3.0		3.25
OK Tubrodur 15.66 DC+ Защитен газ: Ar/2%O ₂	AWS A 5.15	Тръбно-флюсов тел за изграждане и съединяване на чугунени детайли и на чугунени към стоманени детайли. За ремонт на помпи, тежки машинни елементи и т.н.	C	0.1	R _m =500MPa A 12% Обработваемост Добра	1.2
	ENiFe-CI		Fe	ост.		3.25
			Cu	2.5		
			Ni	50.0		

Таблица 2. Добавъчни материали за буферни слоеве, трудни за заваряване стомани и разнородни материали

Добавъчни материали	Класификация	Приложение	Тип/характеристики	Φ, мм
Електроди:				
OK 67.42 рутилов високо- производителен AC, DC+	DIN 8555		C=0.1 Mn=6	2.5
	E8-200 CKZ		Cr=18 Ni=9	3.2
	AWS 5.4		a w 200 HB	4.0
	(E307-26)		wh 400 HB	5.0
			R _m =600MPa A=45%	6.0
OK 67.45 базичен DC+	DIN 8555	За съединяваме на манганови или закаляеми стомани и за буферни слоеве преди наваряване. Изключително жилав и способен да поглъща напреженията.	C=0.1 Mn=6	2.5
	E8-200 CKZ		Cr=18 Ni=9	3.2
	AWS 5.4		a w 200 HB	4.0
	(E307-15)		wh 400 HB	5.0
			R _m =620MPa A=40%	
OK 67.52 базичен високо- производителен DC+, AC AC OCV 70	DIN 8555		C=0.1 Mn=6	2.5
	E8-200 CKZ		Cr=18 Ni=9	3.2
	AWS 5.4		a w 200 HB	4.0
	(E307-26)		wh 400 HB	5.0
			R _m =630MPa A=45%	
OK 68.81 рутилов DC+, AC	DIN 8555	Високоякостен електрод за заваряване на стомани с високо въглеродно съдържание, инструментални стомани и разнородни стомани	C=0.1	2.5
	E9-200 CTZ		Cr=29 Ni=10	3.25
	AWS E312-17		a w 230 HB	4.0
			wh 450 HB	5.0
			R _m =790MPa A=25%	
OK 68.82 рутилов DC+, AC	DIN 8555		C=0.1	2.5
	E9-200 CTZ		Cr=29 Ni=10	3.25
			a w 240 HV	4.0
			wh 450 HV	5.0
OK 92.26 базичен, DC+, AC	AWS 5.11	За съединяване и нанасяне на повърхностни слоеве, както и за буферни слоеве при големи и дебели елементи от трудни за заваряване стомани. Също за съединяване на никел и никелови сплави. Типично приложение са бандажи на пещи в циментовата промишленост	C<=0.1 Mn=8	2.5
	ENiCrFe-3		Cr=15 Nb=2	3.25
	DIN 1736		R _m =640MPa	4.0
	EL-		A=40%	5.0
	NiCr15FeMn			
Тръбен тел				
OK Tubrodur 14.71 Без защитен газ	DIN 8555	Неръждаем тръбен тел за наваряване и съединяване на 14% манганови или закаляеми стомани и за буферни слоеве преди наваряване.	C=0.1 Mn=6	1.6
	MF8-200 CK		Cr=18 Ni=8	
	NPZ		a w 200 HB wh 400 HB R _m =640MPa A=35%	

Таблица 2 - продължение. Добавъчни материали за буферни слоеве, трудни за заваряване стомани и разнородни материали

Добавъчни материали	Класификация	Приложение	Тип/ характеристики	Φ, мм
МИГ телове				
OK Autrod 16.75 Защитен газ: Ar/1-3% O ₂ Ar/1-3% CO ₂	DIN 8555	Неръждаем тел за заваряване стомани с високо въглеродно съдържание, инструментални стомани и разнородни стомани.	C=0.1	0.8
	MSG9-200		Cr=29 Ni=9	1.0
	CTZ		a w 230 HB	1.2
			wh 450 HB R _m =770MPa A=>20%	1.6
OK Autrod 16.95 Защитен газ: Ar/1-3% O ₂ Ar/1-3% CO ₂	DIN 8555	Неръждаем тел за заваряване и наваряване на 14% манганови или разнородни стомани.	C=0.1 Mn=6	0.8
	MSG8-GZ-		Cr=18 Ni=10	1.0
	200 CKNPZ		a w 200 HB	1.2
			wh 400 HB R _m =640MPa A=40%	1.6

**Таблица 3. Добавъчни материали за РЕДЗ на манганови стомани
- приложение при ударно натоварване**

Добавъчни материали	Класификация	Приложение	Типичен състав на наварения метал, %	Типични характеристики на наварения метал	Φ, мм
Електроди					
OK 86.08 базичен DC+, AC	DIN 8555 E 7-200-K	Изграждане и наваряване на повърхността на детайли от манганова стомана, изложени на силни удари и разбиване, като челюсти, чукове, конусни трошачки и повърхности на въртящи се трошачки. Наварения метал има много силна способност да се наклепва при работа. Температура при изпълнение на межд. слоеве <200°C.	C 1.1 Mn 13.0	Твърдост a w 180-200 HB w h 44-48 HRC Обработваемост Само шлайфане Устойчивост на износване от удари Превъзходна	3.2 4.0 5.0
OK 86.20 рутил-базичен DC+, AC	DIN 8555 E 7-200-K	Както OK 86.08, но с по-слаба способност да се наклепва при работа. Има по-висока устойчивост на абразивно износване.	C 0.8 Mn 13.0 Cr 4.5 Ni 3.5	Твърдост a w 200-220 HB w h 37-41 HRC Обработваемост Само шлайфане Устойчивост на износване от удари Превъзходна	3.2 4.0 5.0 6.0
OK 86.28 базичен високо-производителен DC+, AC	AWS A5.13 EFeMn-A	Както OK 86.20, но по-устойчив на пукнатини. Използва се за наваряване на ж.п. стрелки.	C 0.8 Mn 14.0 Ni 3.5	Твърдост a w 160-180 HB w h 42-46 HRC Обработваемост Само шлайфане Устойчивост на износване от удари Превъзходна	3.2 4.0 5.0
OK 86.30 рутил-базичен високо-производителен DC+,- AC		Както OK 86.08, но по-устойчив на корозия. Подходящ за многослойно заваряване на манганови стомани към въглеродно-манганови стомани.	C 0.3 Mn 14.0 Cr 18.0 Ni 1.5	Твърдост a w 190-210 HB w h 40-44 HRC Обработваемост Само шлайфане Устойчивост на абразивно износване Добра Износване от удари Превъзходна Корозионна устойчивост Много добра	3.2 4.0 5.0

Таблица 3 - продължение Тръбни телове за заваряване на манганови стомани

- приложение при ударно натоварване

Добавъчни материали	Класификация	Приложение	Типичен състав на наварения метал, %		Типични характеристики на наварения метал	Φ, мм
Тръбен тел						
OK Tubrodur 15.60 рутилов DC+ самозащитен	DIN 8555 MF 7- 200-KNP	Наваряване на аустенитни 13% манганови стомани, с приложение в минната и добивна промишлености където се изисква максимална устойчивост на удари. Температура при изпълнение на междинните слоеве <200°C.	C	0.9	Твърдост a w 200-250 HV w h 400-500 HV Обработваемост Само шлайфане Устойчивост на износване от удари Превъзходна	1.6 2.4
OK Tubrodur 15.65 рутилов DC+ Защита: самозащитен, CO ₂ , OK Flux 10.61	DIN 8555 MF 8-200- GKNPR	Изграждане на ниско въглеродни, ниско легирани и 13% манганови стомани. Наварения метал има комбинирана превъзходна устойчивост на абразивно и ударно износване. Челюсти на трошачки и чукове, ж.п. стрелки, зъби на разкървачи и износващи се плоскости. Може да се наварява по слой от флюс OK Flux 10.61. Температура при изпълнение на междинните слоеве <200°C.	C	0.3	Твърдост a w 200-250 HV w h 400-500 HV Обработваемост Само шлайфане Устойчивост на абразивно износване Добра Износване от удари Превъзходна Корозионна устойчивост Много добра	1.6 2.4 3.2

Таблица 4. Добавъчни материали за заваряване на инструментални стомани и стомани за работа при високи температури

Добавъчни материали	Класификация DIN 8555	Приложение	Типичен състав на наварения метал, %	Типични характеристики на наварения метал	Φ, мм	
Електроди:						
OK 84.52 базичен DC+, AC	E 6-55-R	Ремонт на износени матрици от подобен материал. Производство на съставни инструменти от въглеродна и нисколегирана стомана за екструдерни дюзи, щанци за изрязване и инструменти за студено рязане.	C	0.25	Твърдост a w 50-56 HRC Обработваемост Само шлайфане Устойчивост на абразивно износване Много добра Износоустойчивост при високи темп. Много добра Корозионна устойчивост Много добра	2.5
			Cr	13.0		3.2
						4.0
						5.0
OK 85.58 базичен DC+, AC	E 3-50-TS	Ремонт на наранени или износени поансони, ковашки щампи и щампи за почистване (обрязване на мустаци).	C	0.35	Твърдост a w 46-52 HRC Обработваемост Само шлайфане Устойчивост на абразивно износване Добра Износоустойчивост при високи темп. Много добра	2.5
			Cr	1.8		3.2
			W	8.0		4.0
			Co	2.0		5.0
OK 85.65 базичен DC+, AC	E 4-60-S	Ремонт на инструменти от бързорежещи стомани и за производство на съставни инструменти за рязане и пробиване.	C	0.9	Твърдост a w 56-62 HRC Обработваемост Само шлайфане Устойчивост на абразивно износване Много добра Износоустойчивост при високи темп. Много добра	2.5
			Cr	4.5		3.2
			Mo	7.5		4.0
			W	1.8		
			V	1.5		
OK 92.35 базичен DC+, AC	E 23-250-СКТ	За износване при изключително високи температури, като щампи за горещо коване, дюзи за горещо изтегляне и ножове за рязане на горещо. Също за свързващо заваряване на сплавите Nimonic и Inconel	C	0.1	Твърдост a w 240-260 HV w h 40-45 HRC Обработваемост Добра Износоустойчивост при високи темп. Много добра Корозионна устойчивост Много добра	2.5
			Cr	16.0		3.2
			Mo	17.0		4.0
			Fe	6.0		5.0
			Ni	ост.		

Таблица 4 – продължение. Добавъчни материали за заваряване на инструментални стомани и стомани за работа при високи температури

Добавъчни материали	Класификация DIN 8555	Приложение	Типичен състав на наварения метал, %		Типични характеристики на наварения метал	Φ, мм			
Електроди:									
OK 93.01 рутилов, високо-производителен, DC+, AC	E 20-55-CTZ AWS 5.13 ECoCr-C	Наваряване на матрици, клапани, ножове за стъкло, дюзи на горелки и т.н.	C	2.2	Твърдост a w 55 HRC при 600°C ~44 HRC при 800°C ~34 HRC Обработваемост Само шлайфане Устойчивост на абразивно износване Превъзходна Износоустойчивост при високи температури Превъзходна Корозионна устойчивост Превъзходна	3.2			
			Cr	30		4.0			
			W	12.5		5.0			
			Fe	3.0					
			Co	ост.					
OK 93.06 рутилов, високо-производителен, DC+, AC	E 20-40-CTZ AWS 5.13 ECoCr-A	Наваряване на ножове за горещо рязане, дюзи за пара, втулки, щанци, клапани за отработени газове	C	1.0	Твърдост a w 42 HRC при 300°C ~35 HRC при 600°C ~29 HRC Обработваемост Инструменти с метало-керамичен ръб Устойчивост на абразивно износване Много добра Износоустойчивост при високи температури Превъзходна Корозионна устойчивост Превъзходна	2.5			
			Si	0.9		3.2			
			Mn	1.0		4.0			
			Cr	28		5.0			
			W	4.5					
			Fe	3.0					
							Co	ост.	
OK 93.07 рутилов, високо-производителен, DC+, AC	E 20-300-CTZ	Наваряване на инструменти работещи при висока температура, матрици, ножове, клапани за отработени газове, плъзгащи се повърхности. Може да се използва като буферен слой преди наваряване с OK93.01, OK 93.06, OK93.12.	C	0.3	Твърдост a w ~ 30 HRC w h ~ 45 HRC при 300°C - 280 HB Обработваемост Инструменти с метало-керамичен ръб Устойчивост на износване от удари Добра Абразивно износване Много добра Корозионна устойчивост Превъзходна	3.25			
			Cr	28		4.0			
			Ni	3.5		5.0			
			Mo	5.5					
			Fe	2.0					
							Co	ост.	

Таблица 4 – продължение. Добавъчни материали за заваряване на инструментални стомани и стомани за работа при високи температури

Добавъчни материали	Класификация DIN 8555	Приложение	Типичен състав на наварения метал, %		Типични характеристики на наварения метал	Φ, мм
Електроди:						
OK 93.12 рутилов, високо-производителен, DC+, AC	E 20-50-CTZ AWS 5.13 ECoCr-B	Наваряване на горещи валци, смесители, винтове за пресоване, лентови триони, шнекове, инструменти за дървообработка.	C	1.4	Твърдост a w ~ 46 HRC при 300°C ~37 HRC при 600°C ~32 HRC Обработваемост Инструменти с метало-керамичен ръб Устойчивост на абразивно износване Много добра Износоустойчивост при високи температури Превъзходна Корозионна устойчивост Превъзходна	3.2 4.0 5.0
Тръбен тел						
OK Tubrodur 15.84 с метална сърцевина, DC + Защитен газ: CO ₂		Ремонт на щанци за работа при повишена температура, щампи за обрязване и ковашки щампи.	C	0.4	Твърдост a w 49-55 HRC Обработваемост Само шлайфане Устойчивост на абразивно износване Добра Износоустойчивост при високи температури Много добра	1.6
OK Tubrodur 15.86 с метална сърцевина, DC + Защитен газ: Ar/2%O ₂	MF20-GF-40 CTZ	Подходящ за клапани за отработени газове, клапани за химически продукти, ковашки щампи, най-различни детайли използвани при генерирането на ел.енергия и при производството на пластмаса, хартия и гума.	C	1.0	Твърдост a w ~ 40 HRC Обработваемост Инструменти с метало-керамичен ръб Устойчивост на износване от удари Сравнително добра Абразивно износване Превъзходна Износоустойчивост при високи температури Много добра Корозионна устойчивост Превъзходна	1.2 1.6

Добавъчните материали на кобалтова основа се предлагат също за ВИГ заваряване.

Таблица 5. Електроди за наваряване и изграждане

Добавъчни материали	Класификация DIN 8555	Приложение	Типичен състав на наварения метал, %		Типични характеристики на наварения метал	Φ, мм
ОК 83.27 базичен, DC+, AC	E 1-350	Специално разработен за релси и стрелки.	C 0.2 Cr 3.2		Твърдост a w ~ 35 HRC Обработваемост Добра Устойчивост на износване от удари Много добра Устойчивост на износване метал в метал Много добра	4.0 5.0
ОК 83.28 базичен, DC+, AC	E 1-300	За изграждащи и поддържащи слоеве преди по-твърдо наваряване. За валци вдлъбнати ролки, захващачи, релси, стрелки, зъбни колела, звена и ролки на трактори, лагерни шийки.	C 0.1 Cr 3.2		Твърдост a w ~ 30 HRC Обработваемост Добра Устойчивост на износване от удари Много добра Устойчивост на износване метал в метал Много добра	2.5 3.2 4.0 5.0 6.0
ОК 83.29 базичен, високо-производителен, DC+, AC	E 1-300	Както ОК 83.28	C 0.1 Cr 3.2		Твърдост a w ~ 30 HRC Обработваемост Добра Устойчивост на износване от удари Много добра Устойчивост на износване метал в метал Много добра	3.2 4.0 4.5 5.0 5.6
ОК 83.30 рутилов, DC+, AC	E 1-300	Както ОК 83.28	C 0.1 Cr 3.2		Твърдост a w ~ 30 HRC Обработваемост Добра Устойчивост на износване от удари Много добра Устойчивост на износване метал в метал Много добра	3.25 4.0 5.0
ОК 83.50 рутилов, DC+, AC, напрежение на празен ход 40 V	E-6-55-G	Специален електрод за заваряване с малки любителски трансформатори. За износени горски и селскостопански инструменти.	C 0.4 Cr 6.0 Mo 0.6		Твърдост a w ~ 50 – 60 HRC Обработваемост Само шлайфане Устойчивост на абразивно износване Много добра	2.0 2.5 3.2 4.0 5.0

Таблица 5 - продължение. Електроди за наваряване и изграждане

Добавъчни материали	Класификация DIN 8555	Приложение	Типичен състав на наварения метал, %		Типични характеристики на наварения метал	Φ, мм
ОК 83.65 базичен, DC+, AC	E 2-60-G	За детайли изложени на силно абразивно натоварване от камъни, въглища, минерали или почва. Конвейерни винтове, ролки, кофи на драги, части от смесители, кофи на екскаватори и трошачки.	C	0.75	Твърдост а w ~ 58 – 63 HRC Обработваемост Само шлайфане Устойчивост на абразивно износване Много добра	3.2 4.0 5.0 6.0
ОК 84.42 рутилов, DC+, AC	E 5-45-R	За легла на клапани, зъбни колела, валове и ножове. Запазва твърдостта си до около 500°C	C	0.12	Твърдост а w ~ 40 - 46 HRC Обработваемост Инструменти с метало-керамичен ръб Устойчивост на износване метал в метал Много добра Износоустойчивост при високи температури Много добра Корозионна устойчивост Много добра	2.5 3.2 4.0 5.0
ОК 84.52 рутилов, DC+, AC	E 6-55-R	Както ОК 84.42, но с по-голяма твърдост.	C	0.25	Твърдост а w ~ 50 - 56 HRC Обработваемост Само шлайфане Устойчивост на износване метал в метал Добра Износоустойчивост при високи температури Много добра Корозионна устойчивост Много добра	2.5 3.2 4.0 5.0

Таблица 5 - продължение. Електроди за наваряване и изграждане

Добавъчни материали	Класификация DIN 8555	Приложение	Типичен състав на наварения метал, %		Типични характеристики на наварения метал	Φ, мм
ОК 84.58 базичен, DC+, AC	E 6-55-G	Наваряване, горска и селскостопанска техника, машини за товарене и миксери. Подходящ за последен слой върху самонаклепващи се междинни слоеве. Наваряват се ръбове и повърхности в шарка на квадрати.	C	0.7	Твърдост a w ~ 53 – 58 HRC	2.5
			Si	0.6	Обработваемост	3.2
			Mn	0.7	Само шлайфане	4.0
			Cr	10.0	Устойчивост на абразивно износване Много добра	5.0
					Износоустойчивост при високи температури Добра	6.0
					Корозионна устойчивост Сравнително добра	
ОК 84.78 рутилов, високо-производителен, DC+, AC	E10-60-GZ	Части изложени главно на абразивно, но също и на корозионно и температурно натоварване. Земекопни машини, миксери, питателни винтове, прахови екстрактори и трошачки.	C	4.5	Твърдост a w ~ 59 – 63 HRC	2.5
			Cr	33.0	Обработваемост	3.2
					Само шлайфане	4.0
					Устойчивост на абразивно износване Превъзходна	5.0
					Износоустойчивост при високи температури Добра	
					Корозионна устойчивост Превъзходна	
ОК 84.80 кисел, високо-производителен, DC+, AC	E10-65-GZ	Специално за приложения при високи температури, като гребла за пепел, винтове на конвейери и детайли при синтеровъчни производства. Добра устойчивост до 700°C.	C	5.0	Твърдост a w ~ 62 – 66 HRC	3.2
			Si	2.0	Обработваемост	4.0
			Cr	23.0	Само шлайфане	5.0
			Mo	7.0	Устойчивост на абразивно износване Превъзходна	
			Nb	7.0	Износоустойчивост при високи температури Много добра	
			W	2.0	Корозионна устойчивост Превъзходна	
			V	1.0		
ОК 84.84 базичен, DC+, AC	E10-60-GP	За детайли изложени на силно абразивно износване, като сонди чукове, гребла и конвейерни винтове. Особено подходящ за наваряване на ръбове. Висока твърдост още от първия слой.	C	3.0	Твърдост a w ~ 62 HRC	2.5
			Si	2.0	Обработваемост	3.2
			Cr	8.0	Само шлайфане	4.0
			V	6.0	Устойчивост на абразивно износване Превъзходна	
			Ti	6.0		

Таблица 5 - продължение. Тръбни телове за наваряване и изграждане

Добавъчни материали	Класификация DIN 8555	Приложение	Типичен състав на наварения метал, %		Типични характеристики на наварения метал	Φ, мм
OK Tubrodur 14.70 базичен, DC + самозащитен	MF 10- GF-55- GTZ	За миксери и гребла, ръбове (устни) на кофи, шнекове и различни земекопни и минни инструменти, където се изисква изключителна устойчивост на абразивно износване.	C	3.5	Твърдост a w 50 - 60 HRC Обработваемост Само шлайфане Устойчивост на абразивно износване Превъзходна Износоустойчивост при високи температури Много добра Корозионна устойчивост Превъзходна	1.6
			Cr	21.0		2.4
OK Tubrodur 15.39 с метална сърцевина, DC + Защитен газ: CO ₂	MF 1 - GF-300P	Ремонт на износени части и изграждане на междинни слоеве преди по-твърди повърхностни слоеве. За валове, работни колела, верижни зъбни колела, звена и ролки за верижни машини.	C	0.2	Твърдост a w ~ 27 – 36 HRC Обработваемост Добра Устойчивост на износване от удари Добра Устойчивост на износване метал в метал Много добра	1.6
			Cr	2.0		2.4
OK Tubrodur 15.40 рутилов, DC + Защита: CO ₂ , OK Flux 10.71	MF 1 - GF-300P	Работни колела, звена и ролки на верижни машини, валове. Идеален за детайли подложени на натискови напрежения.	C	0.2	Твърдост a w ~ 32 – 40 HRC Обработваемост Добра Устойчивост на износване от удари Добра Устойчивост на износване метал в метал Много добра	1.6
			Cr	1.4		2.0
						2.4
						4.0
OK Tubrodur 15.41 базичен, DC + самозащитен	MF 1 - GF-300P	C-Mn релси, стрелки и кръстовини, ролки, валове, оси и за междинни слоеве преди наваряване с по-твърд материал.	C	0.15	Твърдост a w ~ 28 – 36 HRC Обработваемост Добра Устойчивост на износване от удари Добра Устойчивост на износване метал в метал Много добра	1.2
			Cr	3.5		1.6
						2.4

Таблица 5 - продължение. Тръбни телове за наваряване и изграждане

Добавъчни материали	Класификация DIN 8555	Приложение	Типичен състав на наварения метал, %		Типични характеристики на наварения метал	Φ, мм
OK Tubrodur 15.42 базичен, DC + Защита: CO ₂ , OK Flux 10.71, или самозащитен		Направляващи ролки, звена, колела на минни колички, кранови колела. За натисково натоварване комбинирано със слабо абразивно износване.	C	0.15	Твърдост a w ~ 35 – 45 HRC Обработваемост Сравнително добра Устойчивост на износване от удари Добра Устойчивост на износване метал в метал Добра Устойчивост на абразивно износване Добра	1.6
			Cr	4.5		2.0
			Ni	0.5		2.4
			Mo	0.5		3.0
						4.0
OK Tubrodur 15.43 базичен, DC + самозащитен		Разработен специално за ремонт на C-Mn влакови и трамвайни релси на място. Идеален за механизирани работи, с превъзходна устойчивост на натисково натоварване.	C	0.15	Твърдост a w ~ 30 – 40 HRC Обработваемост Добра Устойчивост на износване от удари Добра Устойчивост на износване метал в метал Много добра	1.2
			Cr	1.0		1.6
			Ni	2.3		
			Mo	0.5		
OK Tubrodur 15.50 с метална сърцевина, DC + Защитен газ: CO ₂ Ar/CO ₂ ,		Подходящ за износено горско или селскостопанско оборудване, трошачки или чукове на мелници.	C	0.65	Твърдост a w ~ 55 – 60 HRC Обработваемост Само шлайфане Устойчивост на износване от удари Добра Устойчивост на абразивно износване Много добра	1.6
			Cr	5.0		2.4
			Mo	1.0		
OK Tubrodur 15.52 рутилов, DC + Защита: OK Flux 10.71 или самозащитен		За винтове на конвейери, върхове и зъби на кофи, ножове на булдозери и смесващи детайли.	C	0.4	Твърдост a w ~ 55 – 60 HRC Обработваемост Само шлайфане Устойчивост на износване от удари Сравнително добра Устойчивост на абразивно износване Много добра	1.6
			Mn	1.3		2.0
			Cr	5.0		2.4
			Mo	1.2		3.0
						4.0

Таблица 5 - продължение. Тръбни телове за наваряване и изграждане

Добавъчни материали	Класификация DIN 8555	Приложение	Типичен състав на наварения метал, %		Типични характеристики на наварения метал	Φ, мм
OK Tubrodur 15.73 с метална сърцевина, DC + (-) Защита: CO ₂ , Ar + 20%CO ₂ OK Flux 10.61, OK Flux 10.37	MF 5-45-GF-RTZ	Подходящ за приложения при повишени температури, като валове, легла на клапани и ролки.	C	0.18	Твърдост a w 45 - 50 HRC Обработваемост Инструменти с метало-керамичен ръб Устойчивост на абразивно износване Добра Износоустойчивост при високи температури Много добра Корозионна устойчивост Много добра	1.6 2.0 2.4 3.0 3.2 4.0
OK Tubrodur 15.80 базичен, DC + самозащитен	MF 10-GF-60-GP	Подходящ за детайли изложени на силно абразивно износване от фини частици под налягане. Шнекове, миксери, транспортни винтове, инструменти за разбиване и транспортиране на почва.	C	1.6	Твърдост a w ~ 56 - 60 HRC Обработваемост Само шлайфане Устойчивост на износване от удари Добра Устойчивост на абразивно износване Превъзходна	1.6
OK Tubrodur 15.81 с метална сърцевина, DC + Защитен газ: CO ₂ , Ar + 20%CO ₂		Части от мелници за въглища и каолинови мелници.	C	1.2	Твърдост a w ~ 55 - 62 HRC Обработваемост Само шлайфане Устойчивост на износване от удари Добра Устойчивост на абразивно износване Превъзходна	1.6
OK Tubrodur 15.82 с метална сърцевина, DC + Защитен газ: CO ₂ , Ar + 20%CO ₂	MF 10-GF-65-GTE	Конуси за пълнене на високи пещи и уредби при производството на тухли.	C	4.5	Твърдост a w ~ 62 - 64 HRC Устойчивост на абразивно износване Превъзходна Износоустойчивост при високи температури Много добра	1.6
			Cr	17.5		
			Mo	1.0		
			Nb	5.0		
			V	1.0		
			W	1.0		

Таблица 5 - продължение. Плътни телове за наваряване и изграждане

Добавъчни материали	Класификация DIN 8555	Приложение	Типичен състав на наварения метал, %		Типични характеристики на наварения метал	Φ, мм
OK Autrod 13.89 Защитен газ: Ar/20%CO ₂ CO ₂	MSG-2- GZ-C-350	Изграждане и наваряване на ролки, колела, валове, зъби на гребла, части от драги.	C 0.6 Mn 1.0 Cr 1.0		Твърдост а w 30 - 45 HRC Обработваемост Сравнително добра Устойчивост на износване от удари Добра Устойчивост на абразивно износване Добра	0.8 1.0 1.2 1.6
OK Autrod 13.90 Защитен газ: Ar/20%CO ₂ CO ₂	MSG-2- GZ-C-50G	Наваряване на износоустойчиви слоеве на валове, питателни винтове, режещи инструменти и матрици.	C 1.0 Mn 2.0 Cr 2.0		Твърдост а w 58 – 60 HRC Обработваемост Само шлайфане Устойчивост на абразивно износване Много добра Устойчивост на износване от удари Много добра	0.8 1.0 1.2 1.6
OK Autrod 13.91 Защитен газ: Ar/20%CO ₂ CO ₂	MSG-6- GZ-C-60G	За машини за товарене, зъби на гребла, различни инструменти и износващи се части. Устойчив на намаляване на твърдостта до около 550°C.	C 0.45 Si 3.0 Mn 0.4 Cr 9.0		Твърдост а w 50 – 60 HRC Обработваемост Само шлайфане Устойчивост на абразивно износване Много добра Износоустойчивост при високи температури Много добра	0.8 1.0 1.2 1.6

Таблица 6. Добавъчни материали за цветни метали

Никелови сплави – Медни сплави – Алуминий – Алуминиеви сплави

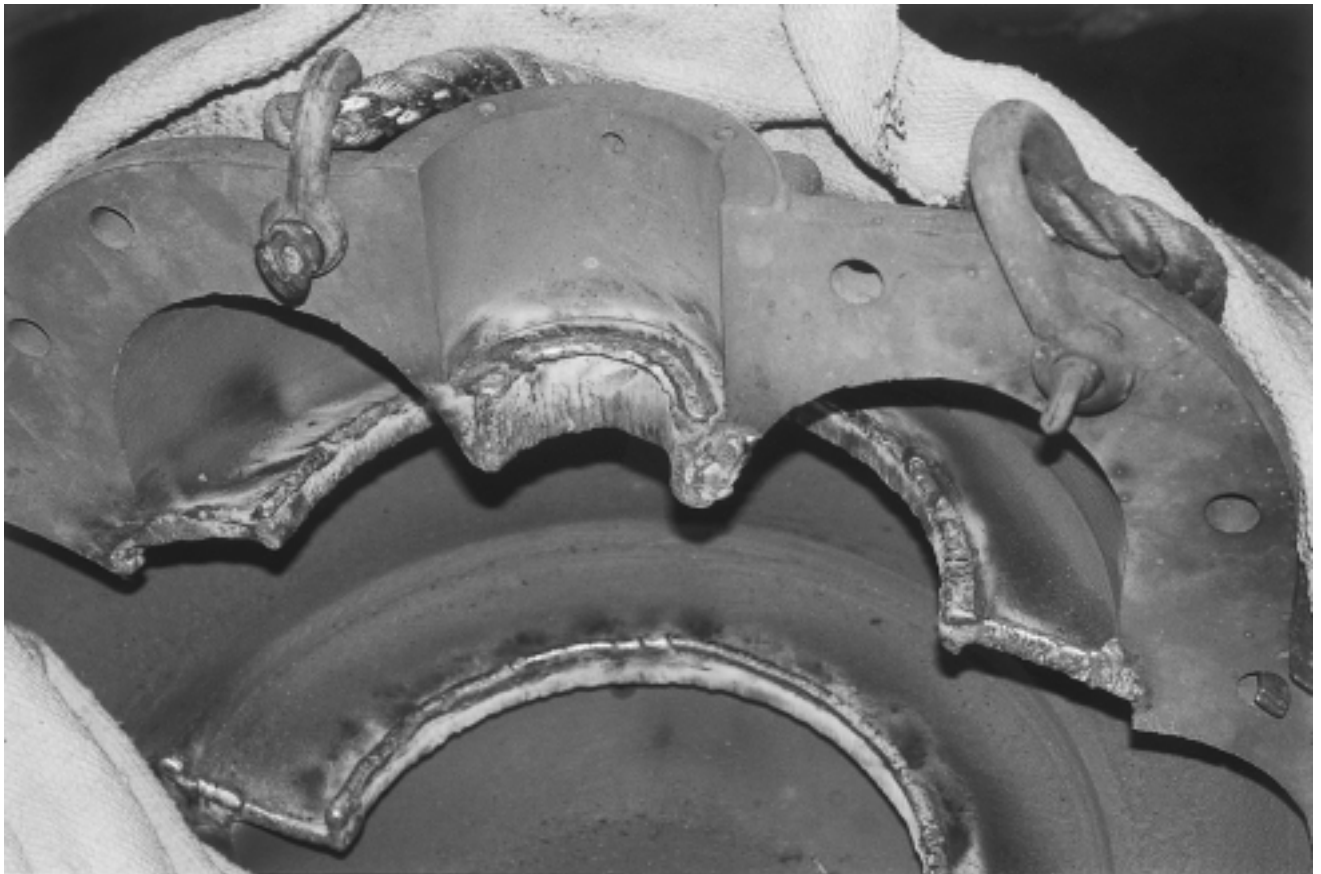
Добавъчни материали	Класификация	Приложение	Тип/характеристики	Φ, мм
Електроди				
OK 92.05 DC + базичен	DIN 1736 EL-NiTi3	За заваряване на никелови сплави, разнородни материали като никел към стомана, никел към мед, мед към стомана и за наваряване върху стомана.	Никелова сплав C=0.02 Ni=97 Ti=2 R _m =500Мра A=28%	2.5 3.25 4.0
OK 92.26 DC + базичен	AWS 5.11 EniCrFe-3 DIN 1736 EL- NiCr15FeMn	За заваряване на никелови сплави като "Инконел" и подобни, както и за заваряване на стомани за работа при ниски температури и на отливки устойчиви на високи температури.	Никелова сплав C=0.5, Mn=7.5, Cr=15, Nb=2.5, Fe max = 10 R _m =640Мра A=40%	2.5 3.25 4.0 5.0
OK 92.86 DC + базичен	DIN 1736 EL-NiCu30Mn	За заваряване на никелово-медни сплави помежду им и към конструкционни или нисколегирани стомани.	Никелова сплав C=0.06, Mn=5, Cu=30, Nb=1.5 R _m =640Мра A=40%	2.5 3.25 4.0
OK 94.25 DC + базичен	DIN 1736 EL-CuSn7	За заваряване на мед и медни сплави и на стомана към бронз. За обикновени бронзи, червени месингови отливки, фосфорни бронзи и магнезиеви бронзи. За	Медна сплав Sn=7.5 HB 120 R _m = 330-390Мра A=25%	2.5 3.25 4.0 5.0
OK 94.55 DC + базичен	DIN 1736 EL-CuSi3	нанасяне на повърхностни слоеве върху лагери, както и за нанасяне на устойчиви на корозия слоеве върху стомана.	Медна сплав HB120 Si=3	2.5 3.25 4.0 5.0
OK 96.10 DC + специален	DIN 1732 EL-Al99.5	За заваряване на чист алуминий.	Чист алуминий	2.5 3.25 4.0
OK 96.20 DC + специален	DIN 1732 EL-AlMn1	За заваряване на ламарини, като например контейнери в мандри и пивоварни, направени от Al, AlMn и AlMg сплави.	Алуминиева сплав Mn=1	2.5 3.25 4.0
OK 96.40 DC + специален	DIN 1732 EL-AlSi5	За заваряване на AlMgSi сплави.	Алуминиева сплав Si=5	2.5 3.25 4.0
OK 96.50 DC + специален	DIN 1732 EL-AlSi12	Заваряване и ремонт на ляти сплави, Al-Si сплави като блокове на двигатели, глави на цилиндри, вентилатори, корпуси и рамки.	Алуминиева сплав Si=12	2.5 3.25 4.0

Таблица 6 - продължение. Добавъчни материали за цветни метали

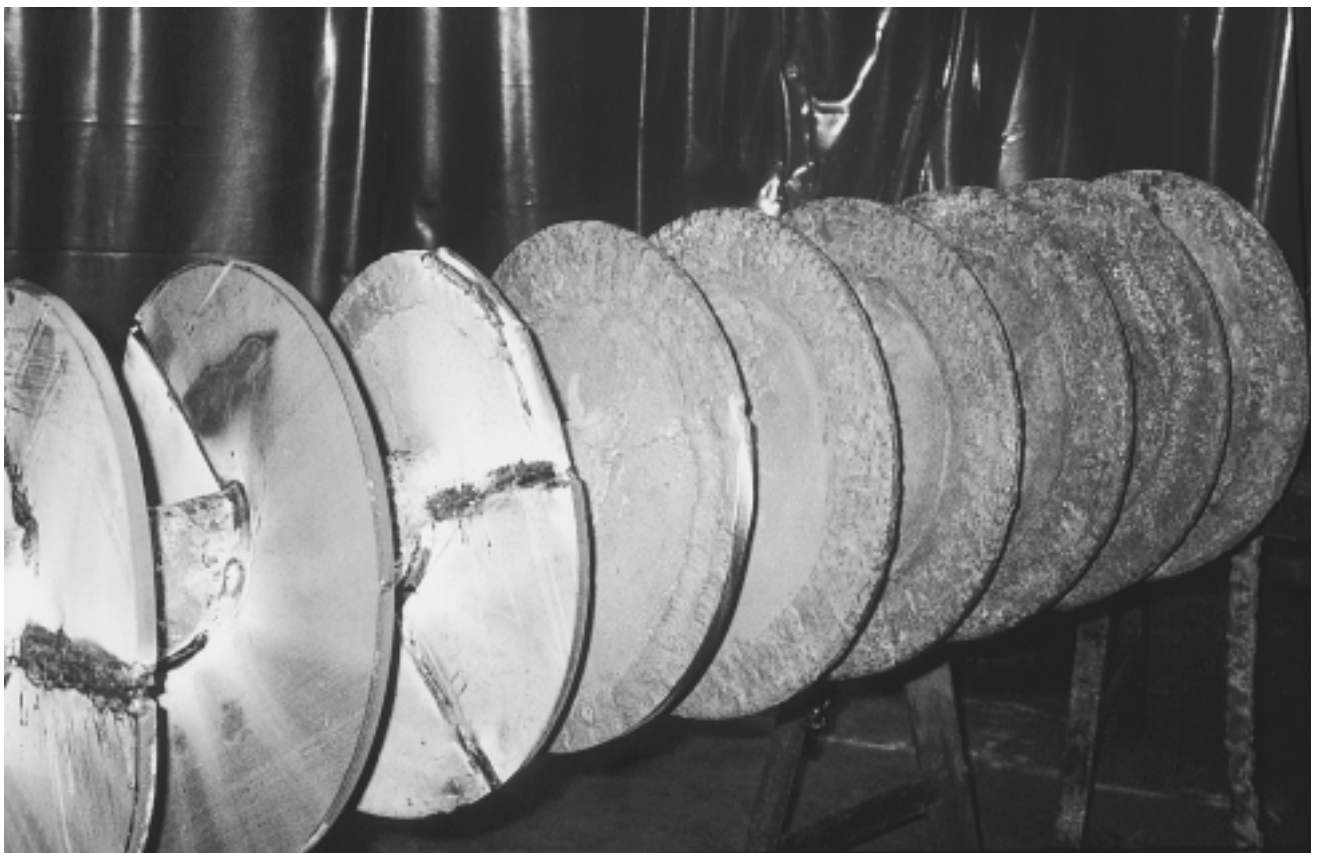
Алуминий и алуминиеви сплави – Мед и медни сплави –Никелови сплави

Добавъчни материали	Класификация	Приложение	Тип/ характеристики	Φ, мм
Плътни телове				
OK Autrod 18.01	DIN 1732	За заваряване на чист алуминий и пластично деформирани алуминиеви сплави.	Алуминий Al=99.5 R _m =75Мпа A=33%	0.8
Защитен газ:	SG-Al99.5			1.0
Аргон	AWS 5.10			1.2
	ER 1100			1.6
	BS 2901 1050A			2.4
OK Autrod 18.04	DIN 1732	За заваряване на Al-Si или Al-Mg-Si сплави. Ремонт на двигателни блокове, корпуси и рамки.	Алуминиева сплав Si=5 R _m =165Мпа A=18%	0.8
Защитен газ:	SG-AISi5			1.0
Аргон	AWS 5.10			1.2
	ER 4043			1.6
	BS 2901 4043A			2.4
OK Autrod 18.05	DIN 1732	Съединяване и ремонт на ляти сплави – алуминиево силициеви сплави, като глави на цилиндри, двигателни блокове и корпуси.	Алуминиева сплав Si=13 R _m =170Мпа	0.8
Защитен газ:	SG-AISi12			1.0
Аргон	AWS 5.10			1.2
	ER 4047			1.6
	BS 2901 4047A			2.4
OK Autrod 18.15	DIN 1732	За заваряване на Al-Mg сплави съдържащи ≤ 5% Mg. Подходящ за сплави устойчиви на корозия в солена вода.	Алуминиева сплав Mg=5 R _m =265Мпа	0.8
Защитен газ:	SG-AlMg5			1.0
Аргон	AWS 5.10			1.2
	ER 5356			1.6
	BS 2901 5056A			2.4
OK Autrod 19.12	DIN 1733	За заваряване на чиста и ниско легирана мед	Медна сплав Sn=0.7 R _m =220Мпа A=23%	0.8
Защитен газ:	SG-CuSn			1.0
Аргон	AWS 5.7-77			1.2
	ER Cu			1.6
OK Autrod 19.30	DIN 1733	За заваряване на медни-силициеви и медно-цинкови сплави. Може да се използва и за повърхностно наваряване на стомана.	Медна сплав Si=3, Mn=1 R _m =300Мпа A=23%	0.8
Защитен газ:	SG-CuSi3			1.0
Аргон	AWS 5.7-77			1.2
	ER CuSi-A			1.6
	BS 2901 C9			
OK Autrod 19.40	DIN 1733	Заваряване на валцовани и ляти алуминиеви бронзи. Висока якост, добра износоустойчивост и много добра устойчивост на корозия, особено в солена вода.	Алуминиев бронз Al=8 R _m =420Мпа	0.8
Защитен газ:	SG-CuAl8			1.0
Аргон	AWS 5.7-77			1.2
	ER CuAl-Al			1.6
	BS 2901 C28			
OK Autrod 19.85	DIN 1736	За съединяване и наваряване на никелови сплави. Особено подходящ за съединения за работа при < 200°C.	Никелова сплав C=0.05, Mn=3, Cr=20, Mo=1, Nb=2.5 R _m =600Мпа	0.8
Защитен газ:	SG-NiCr20Nb			1.0
Ar, Ar/He, He	AWS 5.14			1.2
	ER NiCr3			1.6

Плътните телове се предлагат и за ВИГ заваряване.



Корпус на помпа: ОК 94.25.



Питателен винт: Наваряване с ОК Tubrodur 14.70.

Таблица 7. Препоръчителни температури на подгряване

Основен материал	Дебелина на ламарината, мм	Стомана	Ниско легирана	Инструментална	Хромова стомана	Хромова стомана	Не-ръждаема.	Манганова стомана
		C _{eq} <0.3 <180 HB °C	C _{eq} 0.3-0.6 200-300HB °C	C _{eq} 0.6-0.8 300-400HB °C	5-12% Cr 300-500HB °C	>12% Cr 200-300HB °C	18/8 Cr/Ni ~200 HB °C	14% Mn 250-500HB °C
Добавъчен материал								
Ниско легирана 200-300 HB	≤20	-	100	150	150	100	-	-
	>20≤60	-	150	200	250	200	-	-
	>60	100	180	250	300	200	-	-
Инструментална стомана 300-450 HB	≤20	-	100	180	200	100	-	-
	>20≤60	-	125	250	250	200	-	○
	>60	125	180	300	350	250	-	○
12% Хромова стомана 300-500 HB	≤20	-	150	200	200	150	-	x
	>20≤60	100	200	275	300	200	150	x
	>60	200	250	350	375	250	200	x
Неръждаема стомана 18/8 25/12, 200 HB	≤20	-	-	-	-	-	-	-
	>20≤60	-	100	125	150	200	-	-
	>60	-	150	200	250	200	100	-
Mn стомана 200 HB	≤20	-	-	-	x	x	-	-
	>20≤60	-	-	●100	x	x	-	-
	>60	-	-	●100	x	x	-	-
На Co- основа тип 6 40 HRC	≤20	100	200	250	200	200	100	x
	>20≤60	300	400	●450	400	350	400	x
	>60	400	400	●500	●500	400	400	x
Карбиди тип (1) 55 HRC	≤20	-	○-	○-	○-	○-	○-	○-
	>20≤60	-	100	200	●200	●200	○-	○-
	>60	○-	200	250	●200	●200	○-	○-

(1) Максимум два слоя наварен метал.
Освобождаващо напреженията напукване е нормално.

- Без подгряване или подгряване под 100°C

x Използва се много рядко или не се използва

○ Подгрява се при наваряване на големи площи

● За да се предотврати спукването се използва буферен слой или жилав неръждаем добавъчен материал

Таблица 8. Сравнение на скалите за твърдост

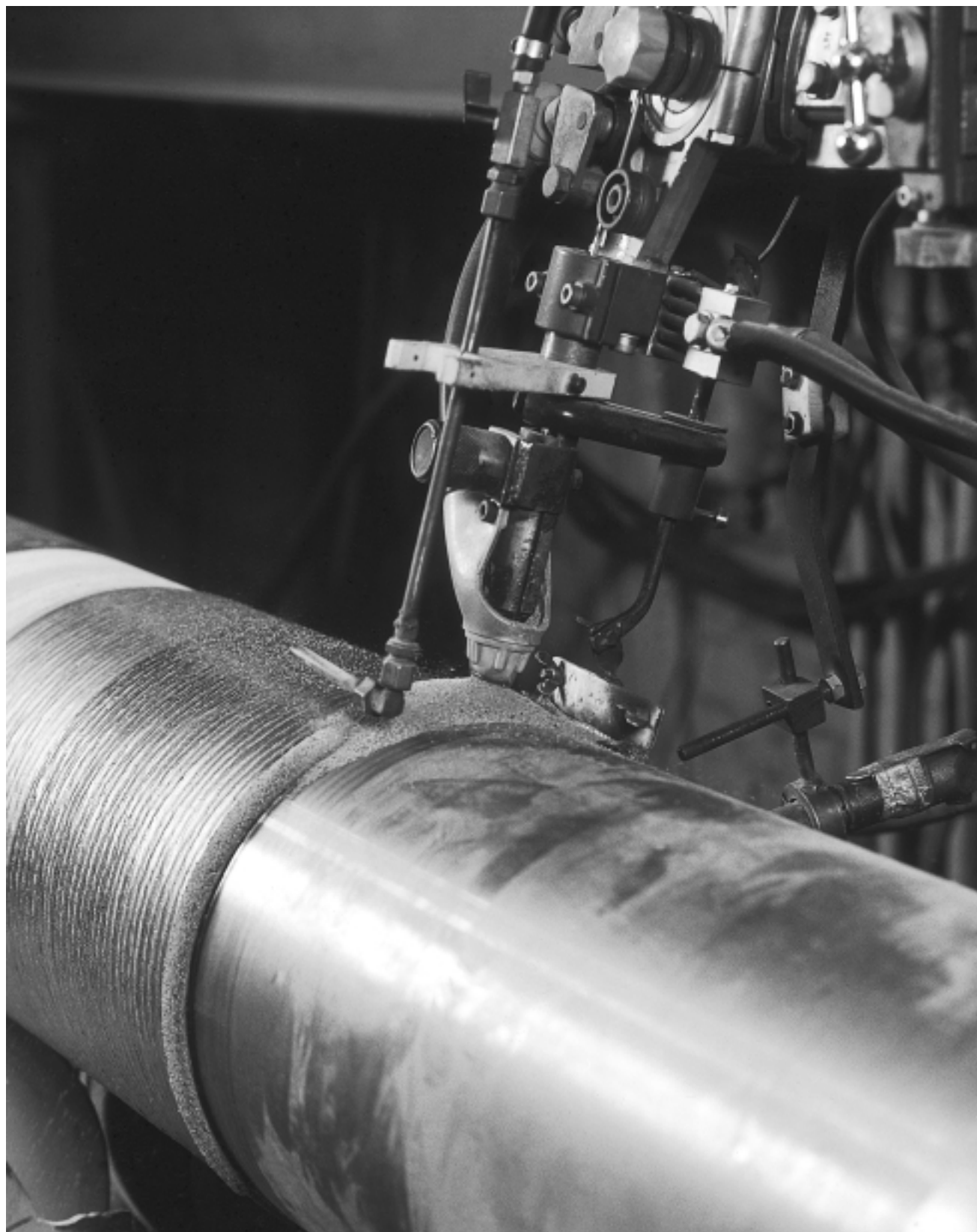
Викерс HV	Бринел HB	Роквел		Викерс HV	Бринел HB	Роквел	
		HRB	HRC			HRB	HRC
80	76.0			360	342		36.6
85	80.7	41.0		370	352		37.7
90	85.5	48.0		380	361		38.8
95	90.2	52.0		390	371		39.9
100	95.0	56.2		400	380		40.8
105	99.8			410	390		41.8
110	105	62.3		420	399		42.7
115	109			430	409		43.6
120	114	66.7		440	418		44.5
125	119			450	428		45.3
130	124	71.2		460	437		46.1
135	128			470	447		46.9
140	133	75.0		480	(456)		47.7
145	138			490	(466)		48.4
150	143	78.7		500	(475)		49.1
155	147			510	(485)		49.8
160	152	81.7		520	(494)		50.5
165	156			530	(504)		51.1
170	162	85.0		540	(513)		51.7
175	166			550	(523)		52.3
180	171	87.1		560	(532)		53.0
185	176			570	(542)		53.6
190	181	89.5		580	(551)		54.1
195	185			590	(561)		54.7
200	190	91.5		600	(570)		55.2
205	195	92.5		610	(580)		55.7
210	199	93.5		620	(589)		56.3
215	204	94.0		630	(599)		56.8
220	209	95.0		640	(608)		57.3
225	214	96.0		650	(618)		57.8
230	219	96.7		660			58.3
235	223			670			58.8
240	228	98.1	20.3	680			59.2
245	233		21.3	690			59.7
250	238	99.5	22.2	700			60.1
255	242		23.1	720			61.0
260	247	(101)	24.0	740			61.8
265	252		24.8	760			62.5
270	257	(102)	25.6	780			63.3
275	261		26.4	800			64.0
280	266	(104)	27.1	820			64.7
285	271		27.8	840			65.3
290	276	(105)	28.5	860			65.9
295	280		29.2	880			66.4
300	285		29.8	900			67.0
310	295		31.0	920			67.5
320	304		32.2	940			68.0
330	314		33.3				
340	323		34.4				
350	333		35.5				

Информацията в тази таблица може да се използва само като насока.

Таблица 9. Насоки за определяне вида на основните метали

Магнит	Пилене	Цвят на повърхността	Искри при шмиоргелене	Вид метал	Забележка
Магнитни	Мек	Тъмно сив	Дълги жълти линии	Нисковъглеродна стомана*, Лята стомана	-
	Твърд	Тъмно сив	Дълги жълтеникаво-бели линии плюс искри	Високъвглеродна стомана, Ниско легирана стомана	Подгряване на по-тежки детайли до 150°C.
	Мек	Матово сив цвят на чугун	Червени перести линии	Чугун	Може да се подгрее, Проковаването е полезно, Бавно охлаждане
	Твърд	Блестящ сив	Жълтеникаво-червени груби линии	13% хромова стомана	Може да се подгрее
Не-магнитни	Твърд	Матово сив цвят на чугун	Жълтеникаво-бели линии и искри	14% манганова стомана	Ниска температура на междинните слоеве
	Мек	Ярко сребристо сив	Жълтеникаво-червени груби линии	Аустенитна неръждаема стомана	Ниска температура на междинните слоеве
	Мек	Червеникаво-жълт блестящ	Няма видими искри	Медни сплави	Подгряване на големи детайли до 200-300°C
	Мек	Блестящ, много светъл	Няма видими искри	Алуминиеви сплави	Подгряване на големи детайли до 150-200°C

*Внимвние: Чугуна е високо въглероден материал податлив на спукване, докато лятата стомана има характеристики подобни на тези на обикновена стомана.



Възстановяване на валове.

Добавъчни материали: ОК Tubrodur 15.73/ОК Flux 10.37.

Оборудване: ESAB А6 подфлюсова глава за тежък режим на работа.

В азбучния указател и в раздела “Приложения и илюстрации” ще намерите два или три подходящи за вашето приложение добавъчни материала. В азбучния указател няма коментари относно отделните добавъчни материали. Коментари могат да бъдат намерени в раздела “Приложения и илюстрации” и/или в таблиците с информация за добавъчните материали.

С тези илюстрации, коментари, указатели, информационни таблици за отделните добавъчни материали и с нашия “Наръчник по Заваряване” се надяваме да ви помогнем в правилния избор на материал.

Ако се нуждаете от по-детайлна информация, моля да се обърнете към най-близкия представител на ESAB или да позвъните директно в ESAB.



Задвижващо зъбно колело: превантивно наваряване с ОК 83.28.

Азбучен указател на приложенията на добавъчните материали

Приложение	Добавъчни материали								
	Електроди РЕДЗ ОК			Тръбни телове ОК Tubrodur		Плътни телове ОК Autrod			
Алуминий	96.20	96.10				18.01	18.04	18.15	
Алуминиеви сплави – отливки	96.50					18.04	18.05		
Асфалтов миксер	84.78	83.65		15.52	14.70				
Асфалтов разбъркващ винт	84.78	83.65		15.52	14.70				
Бетонов миксер	84.78	84.84		15.52	14.70	15.80			
Бетонов питател	84.58	84.78	84.84	15.52	14.70	15.80			
Брикетна преса	83.65	84.78	84.84	15.40	15.52		13.90		
Бронз към стомана	94.25	94.55					19.30		
Валове – легирани	68.82			15.73			16.75		
Валове – нелегирани	68.81	83.28		14.71	15.41		16.75		
Валци (металургични)				15.73					
Вериги на конвейери	83.65	83.50	84.58	15.52	15.80				
Вериген трион (водачи)	93.06								
Верижни звена (на трактори)	68.81	68.82					13.09	12.51	16.75
Верижни колела (на трактори)	83.28	83.29		15.40					
Вибро-улеи	84.58	84.78	83.65	15.52	14.70		13.91		
Въглеродна към неръждаема стомана	68.81	68.82	67.45				16.75	16.95	
Горскостопански машини-абр.	83.50	83.65		15.52	15.73		13.89	13.91	
Гребла – ръбове	68.82	67.45	83.50				16.75	16.95	13.90
Гребла – заваряване на върховете на зъбите	68.82	67.45	67.52	14.71			16.75	16.95	
Гребла на скрепери	83.65	83.78	84.84	15.52	15.80		13.90	13.91	
Двигателен блок – алуминий	96.50						18.05		
Двигателен блок – чугун	92.18	92.60		15.66					
Дюзи на екструдери	85.58	92.35							
Екструдерни винтове	93.06	92.35		15.86					
Екструдерни дюзи –пластмаса	85.58	93.06		15.86					
Ексцентрични ролки	84.52	84.58	85.65	15.52	15.73		13.90	13.91	
Задвижващи колела (турбини)	83.50	84.58	84.78	15.52	14.70	15.80	13.90	13.91	
Зъбен държач (гребла)	83.28	83.50		15.40	15.52		13.89	13.91	
Зъби на багери (абразивно)	84.78	83.65	83.50	15.52	14.70	15.80	13.91		
Зъби на багери (ударно)	86.08	83.28	84.58	15.60	15.52		16.95	13.89	
Зъби на канало-копачки	83.50	86.28	67.52	15.52	14.71				
Зъби на култиватори	68.81						16.75		
Инструменти за шамповане	85.58	92.35							
Калаен бронз	94.25						19.12		
Корпус на скоростна предавка	92.18	92.60		15.66					
Корпус на съединител	92.18	92.60		15.66					
Конусна трошачка	86.08	86.28	84.78	15.60	15.65	15.80			
Кофи на екскаватори	84.78	83.65	83.50	14.70	15.52		13.91		
Кофи на драги - абразивно	84.78	83.65		14.70	15.52		13.90	13.91	
Краново колело	83.27	83.28	83.29	15.40	15.41	15.42	13.89		
Лемеж	84.78	84.58	83.50	14.70	15.52		13.90	13.91	
Лята стомана	68.81	68.82							
Манганова стомана	86.08	67.45	68.81	15.60	14.71		16.95	16.75	
Матрици (горещо)	85.58	92.35	93.01						
Матрици (студено)	84.52	85.65							
Медни сплави	94.25	94.55							
Мед към стомана	94.25	92.86							
Метална щампа (студено)	85.65								
Метална щампа (горещо)	92.35	93.06		15.86					
Неръждаема към въглеродна стомана	68.81	68.82	67.45	14.71			16.95	16.75	
Никел-мед (Монел метал)	92.86								

Приложение	Добавъчни материали							
	Електроди РЕДЗ OK			Тръбни телове OK Tubrodur			Плътни телове OK Autrod	
Питателни винтове	83.50	84.58	84.84	15.52	15.80		13.90	13.91
Предавки - легирана стомана	68.81	68.82		15.40			13.89	16.75
Предавки – нелегирана стом.	83.28	68.81		15.17	15.40		12.51	13.89 16.75
Пробиване	21.03							
Пробой (студено)	85.65	84.52						
Пробой (горещо)	85.58	93.06		15.86				
Пружинна стомана	68.81	68.82					16.95	
Пясъкоструене – екипировка	83.65	84.58	84.78	15.52	15.80		13.90	13.91
Разбъркващи лопатки	84.58	84.78	84.84	15.52	14.70	15.80	13.90	13.91
Релси (въглеродна стомана)	83.27	83.28		15.41	15.43			
Релси (манганова стомана)	86.28	86.30		15.65				
Режещи инструменти (студено)	85.65	84.52						
Режещи инструменти (горещо)	85.58	93.65	92.35					
Разнородни метали (завар.)	68.81	68.82					16.75	
Ролки на трошачки-абразивно	83.65	83.50	84.78	15.52	14.70	15.80		
Ролки на трошачки - ударно	86.08	86.28	84.58	15.60	15.65	15.52		
Рубене	23.01							
Рязане	23.01							
Свредла (метал)	85.65							
Свредла (дърво)	84.52	85.65						
Селскостопански инструменти	83.50	83.65	84.78	15.52	14.70		13.90	13.91
Секач	84.52	85.65						
Силициев бронз	94.55							
Сонди за почва и скали	83.65	84.78	84.84					
Сонди за почва	84.84	83.28						
Спирални конвейери	83.50	83.65	84.78	15.52	15.80		13.91	
Спирачна челюст	83.28	83.50		15.40	15.52			
Трошачки (абразивно)	83.65	83.50	84.78	15.52	14.70			
Трошачки (ударно)	86.28	68.82	84.58	15.60	15.65	15.40		
Фреза за метал	85.58	85.65						
Фреза за дърво	85.65							
Чугун (сив)	92.18	92.58	92.60	15.66				
Чугун (сферографитен)	92.58	92.60		15.66				
Чукове (абраз.)	83.50	83.65	84.78	15.52	15.80		13.91	13.90
Чукове (удари)	86.28	86.08		15.60	15.65			

Указател на добавъчните материали

Електроди за РЕДЗ	DIN	AWS	Страница
OK 21.03			5
OK 67.42	E 8-UM-200-CKZ	~E307-26	91
OK 67.45	E 8-UM-200-CKZ	~E307-15	91
OK 67.52	E 8-UM-200-CKZ	~E307-26	91
OK 68.81	E 9-UM-200-CKZ	E312-17	91
OK 68.82	E 9-UM-200-CKZ		91
OK 83.27	E 1-UM-350		98
OK 83.28	E 1-UM-300		98
OK 83.29	E 1-UM-300		98
OK 83.30	E 1-UM-300		98
OK 83.50	E 6-UM-55-G		98
OK 83.65	E 4-UM-60-G		99
OK 84.42	E 5-UM-45-R		99
OK 84.52	E 6-UM-55-R		95
OK 84.58	E 6-UM-55-G		100
OK 84.78	E 10-UM-60-GZ		100
OK 84.80	E 10-UM-65-GZ		100
OK 84.84	E 10-UM-60-GP		100
OK 85.58	E 3-UM-50-ST		95
OK 85.65	E 4-UM-60-ST		95
OK 86.08	E 7-UM-200-K		93
OK 86.20	E 7-UM-200-K		93
OK 86.28	~E 7-UM-200-K	E FeMn-A	93
OK 86.30	E 7-UM-200-KR		93
OK 91.58	E Fe B2		90
OK 92.05	EL-NiTi 3		105
OK 92.18	E Ni BG 11	E Ni-Cl	90
OK 92.26	EL-NiCr 15 FeMn	E NiCrFe-3	91
OK 92.35	E 23-UM-250-CKT		95
OK 92.58	E NiFe-1-BG 11	E NiFe-Cl	90
OK 92.60	E NiFe-1-BG 11	E NiFe-Cl	90
OK 92.78	E NiCu-BG 31	E NiCu-B	90
OK 92.86	E NiCu 30 Mn		105
OK 93.01	E 20-UM-55-CSTZ	E CoCr-C	96
OK 93.06	E 20-UM-40-CTZ	E CoCr-A	96
OK 93.07	E 20-UM-300-CKTZ		96
OK 93.12	E 20-UM-50-CTZ	E CoCr-B	96
OK 94.25	EL-CuSn7	E CuSn-C	105
OK 94.55	EL-CuSi3	E CuSi-C	105
OK 96.10	EL-AI99.5	E1100	105
OK 96.20	EL-AIMn1		105
OK 96.50	EL-AISi12		105

Тръбни телове	DIN	AWS	Страница
OK Tubrodur 14.70	MF10-55-GPTZ		101
OK Tubrodur 14.71	MF8-200-CKPZ		91
OK Tubrodur 15.39	MF1-300		101
OK Tubrodur 15.40	MF1-350		101
OK Tubrodur 15.41	MF1-300		101
OK Tubrodur 15.42	MF1-400		101
OK Tubrodur 15.43	MF1-350		102
OK Tubrodur 15.50	MF6-55-GP		102
OK Tubrodur 15.52	MF6-60-GP		102
OK Tubrodur 15.60	MF7-200-KP		94
OK Tubrodur 15.65	MF7-200-GKPR		94
OK Tubrodur 15.66		E NiFe-CI	90
OK Tubrodur 15.73	MF5-45-RTZ		102
OK Tubrodur 15.80	MF10-55-GP		102
OK Tubrodur 15.81	MF6-60-G		103
OK Tubrodur 15.82	MF10-65-GRPZ		103
OK Tubrodur 15.84	MF3-50-ST		96
OK Tubrodur 15.86	MF20-40-CTZ		96
Телове за подфлюсово заваряване			
OK Tubrodur 15.40S	UP1-GF-BAB 167-350		101
OK Tubrodur 15.42S	UP1-GF-BAB 167-400		101
OK Tubrodur 15.52S	UP6-GF-BAB 167-60-GP		102
OK Tubrodur 15.65S	UP7-GF-BFB 155-250-GKPR		94
OK Tubrodur 15.73S	UP5-GF-BFB-		102
Плътни телове			
OK Autrod 13.89	MSG2-GZ-350-P		104
OK Autrod 13.90	MSG2-GZ-50-G		104
OK Autrod 13.91	MSG6-GZ-60-G		104
OK Autrod 16.75	MSG9-GZ-200-CTZ		92
OK Autrod 16.95	MSG8-GZ-200-CKNPZ		92
OK Autrod 18.01	SG-AI99.5	ER1100	106
OK Autrod 18.04	SG-AISi5	ER4043	106
OK Autrod 18.05	SG-AISi12	ER4047	106
OK Autrod 18.15	SG-AIMg5	ER5356	106
OK Autrod 19.12	SG-CuSn	ERCu	106
OK Autrod 19.30	SG-CuSi3	ERCuSi-A	106
OK Autrod 19.40	SG-CuAl8	ErCuAl-A1	106
OK Autrod 19.85	SG-NiCr 20Nb	ErNiCr-3	106

Плътни телове за ВИГ заваряване	DIN	AWS	Страница
OK Tigrod 18.01	SG-Al99.5	ER1100	106
OK Tigrod 18.04	SG-AlSi5	ER4043	106
OK Tigrod 18.15	SG-AlMg5	ER5356	106
OK Tigrod 19.12	SG-CuSn	ERCu	106
OK Tigrod 19.30	SG-CuSi3	ERCuSi-A	106
OK Tigrod 19.40	SG-CuAl8	ErCuAl-A1	106
OK Tigrod 19.85	SG-NiCr 20Nb	ErNiCr-3	106



ESAB International AB, Office Bulgaria

Mladost 1, Bl.13-a, Entr.4, Ap.40

BG-1750 Sofia, Bulgaria

Phone: +359 2 9744288, Fax: +359 2 9744288

E-mail: esab@netbg.com

Web: www.esabinternational.com