

Rationellt val av elektroder för svetsning av konstruktionsstål

Elektroder för svetsning av stålkonstruktioner bör väljas utgående från konstruktörens dimensionering av svetsförbanden i den aktuella konstruktionsdelen. Bl. a. innebär den ökande användningen av höghållfasta konstruktionsstål att man bör ändra tidigare praxis, som i många fall innebär att svetsaren själv valde en elektrod som denne var förtrogen med. Här lämnas några riktlinjer för val av belagda elektroder för manuell metallbågs svetsning ("pinne") och rörtråd för gasmetallbågs svetsning utgående från konstruktörskrav.



Tillsatsmaterial för svetsning ska väljas med viss *hållfasthet* och viss *seghet* svarande mot de aktuella kraven på svetsförbanden. Vid svetsning av moderna konstruktionsstål är det inte längre en självklarhet att elektroderna ska ha minst samma hållfasthet som grundmaterialet. Tvärtom kan man i vissa fall få en säkrare och funktionellare stålkonstruktion genom att välja en svets elektrod som har lägre hållfasthet än grundmaterialet. En viktig generell regel är att svetsgodset bör ha en bättre seghet än grundmaterialet. I de fall man har WPS-datablad bör dessa självklart anpassas till de aktuella kraven på svetsarna i konstruktionen.

Det är upp till konstruktören att ange förutsättningar för valet av svets elektroder. Detta bör ske med angivande av erforderlig *hållfasthetsklass* och *seghetsklass* för elektroderna. (Se exempel i figur 3). Enligt *Boverkets handbok om stålkonstruktioner*, BSK 99 ska sådana förutsättningar redovisas på ritning.

Hållfasthetskrav för svets elektroder anges numera normalt med en hållfasthetsklass svarande mot minimivärdet för brottgränsen R_m . Seghetskrav brukar anges med liknande seghetsklasser (även benämnda kvalitetsklasser) som tillämpas för grundmaterial med en indelning enligt IIW. För svets elektroder har man att välja mellan seghetsklasserna C, D, E, F och G, svarande mot att seghetskraven vid slagprovning är uppfyllda vid 0, -20, -40, -50 resp. -60°C (de inofficiella seghetsklasserna F och G är tillagda för att förenkla redovisningen av kraven för svets elektroder).

I tillämpliga fall kan konstruktören också föreskriva elektrod med *begränsad vätehalt* (hydrogenhalt), vilket normalt sker med hänvisning till klasserna H5 eller H10 (jfr exempel i figur 3), där siffran anger maximala vätehalten i rent svetsgodset lagt med aktuell elektrod och mätt på visst sätt. Vid svetsning av höghållfasta stål, liksom vid grovt gods

STÅLDOKTORN HAR ORDET

Göran Alpsten,
Stålbyggnadskontroll AB
goran.alpsten@stbk.se



eller stor konstruktiv inspänning, bör elektroder klassade i H5 användas.

Om inga förutsättningar för valet av elektroder finns redovisade av konstruktören bör man tillämpa minst samma hållfasthetsklass (minimibrottnivå) och minst ett steg högre seghetsklass än för det dimensionerande grundmaterialet.

Flertalet kvalitets elektroder är klassade enligt Europastandard, t. ex. SS-EN 499 och SS-EN 757 för belagda elektroder för manuell metallbågs svetsning resp. SS-EN 758 och SS-EN 12535 för rörtråd för gasmetallbågs svetsning av "svart" konstruktionsstål. Elektroder betecknas med bokstaven E för belagda elektroder resp. T för rörtråd samt två siffror som är ett mått på hållfastheten (värdet $\times 10$ = minimivärdet för sträckgränsen R_e , med tillhörande minimivärde för brottgränsen R_m) och en siffra som är ett mått på seghetsklassen. Dessutom finns ett antal andra element som kan anges i standard-

beteckningen, t ex kemisk sammansättning, höljetyper (basisk, rutil osv), typ av skyddsgas, utbyte, strömart, svetsläge och vätehalt.

Krav på hållfasthetsklass och seghetsklass för svetsförband kan översättas till en elektrodbezeichnung enligt Europastandard för belagda elektroder för svetsning av "svarta" konstruktionsstål med hjälp av figur 1. Motsvarande tabell för rörtråd finns i figur 2. I tabellerna finns också några exempel på elektroder av Elgas och ESAB:s fabrikat som svarar mot resp elektrodbezeichnung.

Elektroder angivna med fet stil i tabellerna i figur 1 och 2 uppfyller kravet H5 med avseende på vätehalt. Om elektrod svarande mot den av konstruktören föreskrivna hållfasthetsklassen och seghetsklassen saknas i figur 1 eller 2 kan man alltid välja en högre seghetsklass eller, lämpligen efter godkännande av konstruktören, en högre hållfasthetsklass.

Att konstruktören bör ange en hållfasthetsklass och seghetsklass i stället för att direkt hänvisa till en viss elektrodbezeichnung enligt Europastandard beror på att elektrodbezeichnung styr val av svetsmetod. Det bör normalt vara verkstadens / stålbyggarens och inte konstruktörens uppgift att välja svetsmetod utgående från de aktuella hållfasthets- och seghetskraven samt eventuellt krav på maximerad vätehalt. Ett skäl till att man vid översättning av ritningskrav måste gå omvägen via tillämplig standard i stället för att välja elektrod utgående från uppgifter i elektrodleverantörernas kataloger eller datablad är att dessa normalt redovisar *typiska* i stället för *garanterade* värden på brottgränser och seghetsegenskaper.

I figur 3 visas ett exempel på en tillämpning av tabellerna i figur 1 och 2. Ritningskravet är hållfasthetsklass Rm500, seghetsklass E och maximerad vätehalt H5. Vilken elektrod som bör väljas bland de möjliga alternativen i exemplet bör styras av andra praktiska krav än hållfasthet, seghet och vätehalt, t ex lämplighet för aktuella svetslägen, utbyte och strömart. Sådana uppgifter kan erhållas ur datablad tillgängliga på elektrodleverantörernas webbplats eller från representant för elektrodleverantören. ■

Standarder för belagda elektroder för manuell metallbågsvetsning (MMA, "pinne", 111)

Hållfasthetsklass Rm min N/mm ²	Sträckgräns Re min N/mm ²	Seghetsklass (kvalitetsklass)	Elektrodbezeichnung enligt standard	Exempel på elektroder	
				ESAB	Elga
SS-EN 499:1995					
470	380	C	E 38 0	OK 46.00	P 44
		D	E 38 2	OK 53.16	
		E	E 38 4	OK Femax 38.95	
500	420	D	E 42 2	OK 48.15, OK Femax 38.48, 38.85	Maxeta 20, P 47D, P 52T
		E	E 42 4	OK 48.00, OK 48.05, OK 48.30, OK 53.35, Femax 38.65	Maxeta 21, P 48S
		F (-50°C)	E 42 5	OK 48.04, 53.05, 53.70	P 48M
530	460	D	E 46 2	Filarc 27P OK 48.08, 55.00, 73.08	P 48P
		E	E 46 4		P 47
		F (-50°C)	E 46 5		Maxeta 24, (P 62MR)
560	500	D	E 50 2	---	---
		E	E 50 4	OK 75.70	---
		G (-60°C)	E 50 6	---	P 65MR
SS-EN 757:1997					
610	550	E	E 55 4	OK 74.78	---
690	620	E	E 62 4	---	---
		F (-50°C)	E 62 5	Filarc 108	---
760	690	E	E 69 4	OK 75.75	(P 110MR)
		F (-50°C)	E 69 5	Filarc 118	
		G (-60°C)	E 69 6	---	
880	790	E	E 79 4	---	---
980	890	F (-50°C)	E 89 5	OK 75.78	---

Figur 1 Val av belagda elektroder för manuell metallbågsvetsning (MMA, "pinne", svetsmetod 111 enligt SS-ISO 4063) utgående från hållfasthetsklass och seghetsklass angivna av konstruktören. Elektrod angiven med fet stil svarar mot kravet H5 med avseende på vätehalt. Elektrod angiven inom parentes är inte klassificerad.

Standarder för rörtråd för gasmetallbågsvetsning (FCAW, MAG, 136)

Hållfasthetsklass Rm min N/mm ²	Sträckgräns Re min N/mm ²	Seghetsklass (kvalitetsklass)	Elektrodbezeichnung enligt standard	Exempel på elektroder	
				ESAB	Elga
SS-EN 758:1997					
470	380	C	T 38 0	OK Tubrod 14.17	
		D	T 38 2		
		E	T 38 4		
500	420	D	T 42 2	PZ 6103, 6103HS, OK Tubrod 14.11	Elgacore DWX 50, DWA 50, MXX 100
		E	T 42 4	PZ 6105R, 6130HS	Elgacore DWA 55E, MXA 100
530	460	D	T 46 2	OK Tubrod 15.14	Elgacore DWA 55L, DWA 55Ni1, MXA 55T
		E	T 46 4	OK Tubrod 15.17, PZ 6102	
		F (-50°C)	T 46 5	PZ 6138	
		G (-60°C)	T 46 6	PZ 6116S, 6138SR	
560	500	D	T 50 2	OK Tubrod 14.02	---
		E	T 50 4	---	
		G (-60°C)	T 50 6	OK Tubrod 15.11	
SS-EN 12535					
610	550	E	T 55 4	OK Tubrod 14.06	Elgacore DWA 65L
690	620	E	T 62 4	OK Tubrod 15.07	---
760	690	E	T 69 4	OK Tubrod 15.09, 14.03	---
		F (-50°C)	T 69 5	PZ 6148	
880	790	E	T 79 4	---	---
980	890	E	T 89 4	---	---
		F (-50°C)	T 89 5	(PZ 6149)	

Figur 2 Val av rörtråd för gasmetallbågsvetsning (FCAW, MAG, svetsmetod 136) utgående från hållfasthetsklass och seghetsklass angivna av konstruktören. Elektrod angiven med fet stil svarar mot kravet H5 med avseende på vätehalt. Elektrod angiven inom parentes är inte klassificerad.

Exempel på val av tillsatsmaterial:

Ritningskrav: Svetselktroder Rm500E-H5	
Manuell metallbågsvetsning (MMA, "pinne", 111):	
Elektrodstandard	EN 499-1995
Elektrodbezeichnung	E 42 4 H5
Exempel på belagd elektrod:	Elga P 48S, Maxeta 21, (P 48M)
	ESAB OK 48.00, OK 48.05, OK 53.35, Femax 38.65, (OK 48.04, OK 53.70)
Gasmetallbågsvetsning med rörtråd (FCAW, MAG, 136):	
Elektrodstandard	EN 758-1997
Elektrodbezeichnung	T 42 4 H5
Exempel på rörtråd:	Elga Elgacore DWA 55E, MXA 100
	ESAB PZ 6105R, PZ 6130HS

Figur 3 Exempel på översättning av ritningskrav till en lämplig svetselktrod för manuell metallbågsvetsning alternativt gasmetallbågsvetsning med rörtråd (elektrodexempel angivna inom parentes svarar mot ett steg högre seghetsklass än enligt ritningskravet).