



Avesta

ROSTFRIA STÅL

AVESTA JERNVERKS AKTIEBOLAG · AVESTA

varmvalsad plåt
kallvalsad plåt
komppoundplåt
slipad plåt
stängstål · rör
svetselktroder
pressade gavlar
gjutgods

AVESTA KALLSTRÄCKNINGSMETODER

ROSTFRI PLÅT MED HÖG STRÄCKGRÄNS

De austenitiska rostfria stålerna är utvecklade för att ge ett optimalt korrosionsmotstånd, men de har också en mycket god seghet och hög brotthållfasthet jämfört med de vanliga tryckkärlsstålen. Däremot är sträckgränsen låg, vilket är en nackdel vid dimensionering av tryckkärl och andra konstruktioner med hög påkänning. Då är nämligen i allmänhet sträckgränsen beräkningsgrundande.

De austenitiska kvaliteterna har dock den speciella egenskapen att hårdna snabbt redan vid liten kalldeformation. Kallhårdnandet medför en utökning av det elastiska området och en höjning av sträckgränsen ($\sigma_{0,2}$). Det högre sträckgränsvärdet medför att godstjockleken kan reduceras i motsvarande grad.

Från dessa principer har kallsträckningsmetoderna utvecklats vid Avesta Jernverk och lång erfarenhet finns nu av deras praktiska tillämpning.

- Kallsträckningsmetoderna används för tryckkärl och andra konstruktioner med hög påkänning.
- De vanliga stålqualiteterna erhåller en kraftigt höjd sträckgräns varför plåttjockleken kan minskas till ungefär hälften. De allmänna stabilitetskraven måste dock beaktas.
- Stålets övriga hållfasthetsdata och goda korrosionsmotstånd påverkas endast i liten omfattning.
- Materialkostnaden för en konstruktion blir avsevärt mindre.
- Vikten på konstruktionen blir lägre.
- Kallsträckta kärl tillverkas enligt patenterade metoder av Avesta Jernverk och dess licensstagare.
- Försträckt plåt tillverkas av Avesta Jernverk.

METODER

Genom att utföra kalldeformationen som sträckning erhålles en säker kontroll på att materialet bibringas det kalkylerade sträckgränsvärdet. Samtidigt kan materialets töjning följas väl. Vanligtvis utnyttjas en töjning om 2—5 % (maximalt 8 å 10 %).

1. Avestas ursprungliga metod, varvid färdigsvetsade tryckkärl av glödgad plåt sträcks med hydrauliskt inre tryck. Manteln erhåller då ett sträckgränsvärde motsvarande den rådande spänningen, som beräknas ur formler av typen

$$\sigma = \frac{P \cdot D}{200 \cdot t}$$

P = kallsträckningstryck (at ö)
 t = vägg tjocklek (mm)
 D = inre diameter (mm)

SPÄNNING

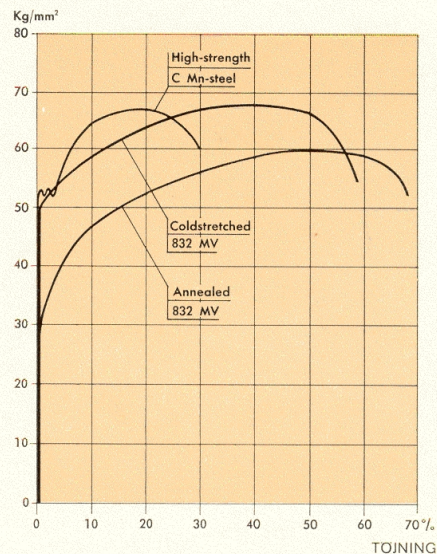


Fig. 1 Jämförande spännings-töjningskurvor.

2. Tryckkärll tillverkas även av försträckt plåt, dvs. glödgad plåt som har sträckts i plant tillstånd till en garanterad sträckgräns. Denna försträckt plåt används när man önskar undvika en dimensionsförändring vid den avslutande kallsträckningen.
3. Försträckt plåt används även till lagercisterner etc. utan följande kallsträckning.
4. Försträckt plåt kan också användas i andra konstruktioner där krav på god dimensionsstabilitet föreligger.

Tillverkning av kallsträckta tryckkärll enligt metod 1 och 2 samt cisterner etc. enligt metod 3 är skyddad av patent.

STÅLKVALITETER

Kallsträckning kan utföras av alla austenitiska rostfria stål. Olika stålqualiteter har olika sträckgräns i glödgat tillstånd, men de kallhårdnar på likartat sätt. Sålunda kräver typerna med hög sträckgräns (t.ex. de N-legerade) mindre kallsträckning för att nå viss sträckgränsnivå. Genom att olika ståltyper går att kallsträcka till samma sträckgräns, kan en jämförelse dem emellan inskränkas till mera specifika materialegenskaper.

HÅLLFASTHETSEGENSKAPER

De sträckgräns, som kan nås genom kallsträckning, begränsas dels av den töjning som erfordras, dels av den säkerhet man önskar ha kvar mot brottgränsen. Under denna övre gräns kan man alltså i princip välja vilken sträckgränsnivå som helst. Tabellen på nästa sida visar högsta garantivärden på försträckt plåt. Motsvarande värden kan också uppnås vid kallsträckningsmetod 1. (Värdena inom parentes avser glödgat material.)

Brottgränsen ökar vid kallsträckningen, dock används samma min.värde som för glödgad plåt.

Brottförlängningen (d_3) sänks något, men kvarstår på en hög nivå.

Elasticitetsmodulen förändras ej.

Även slagsegheten ligger kvar på de austenitiska stålens höga nivå.

Vid högre provningstemperatur kvarstår den sträckgränsökning i materialet som ges vid kallsträckningen. Man erhåller således sträckgränsvärdet vid förhöjd temperatur genom att till det garanterade varmsträckgränsvärdet för glödgad plåt addera sträckgränshöjningen vid rumstemperatur. Olika ståltyper har dock olika form på kurvan för glödgat material. Stabiliserade typer har en flackare kurva, medan de N-legerade är brantare än vad nedanstående exempel visar.

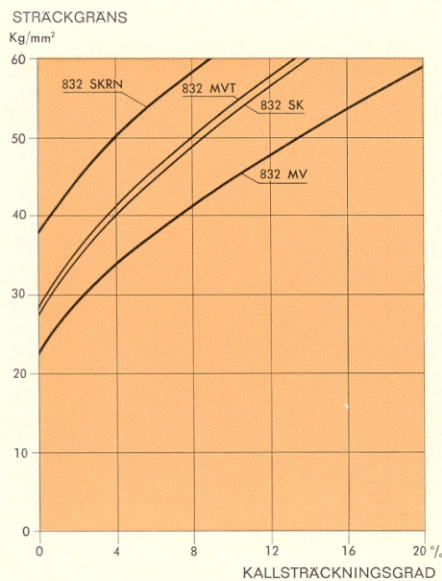


Fig. 2 Sträckgränsens höjning genom kallsträckning.

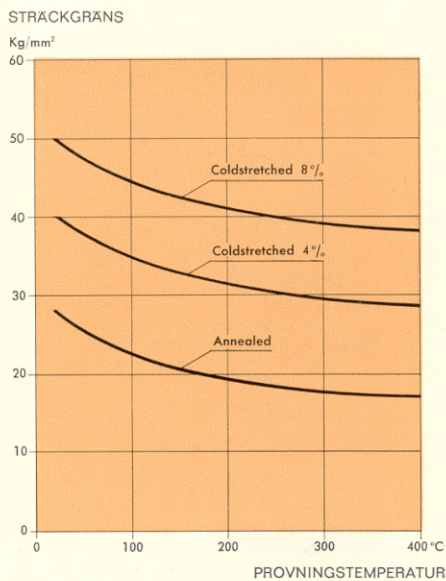


Fig. 3 Varmhållfasthetens höjning genom kallsträckning (832 SK).

Högsta garantivärden på försträckt plåt

Kvalitet Avesta 832		MV	MVR	MVRN	MVT	SK	SKR	SKRN	SNR
$\sigma_{0,2}$ kp/mm ²	upp till min.	38 (20)	38 (18)	42 (27)	38 (21)	38 (22)	38 (20)	42 (30)	42 (24)
σ_B kp/mm ²	min.	50	47	55	50	50	50	60	50
δ_5 %	ned till min.	40 (45)	40 (45)	40 (40)	40 (40)	40 (45)	40 (45)	30 (30)	40 (40)

KORROSIONSEGENSKAPER

Val av stålqualität för olika korrosionsmiljöer sker enligt samma regler som för glödgat material. Kallsträckningen medför nämligen icke någon generell förändring av korrosionsmotståndet. I fråga om spänningskorrosion har omfattande undersökningar med kallsträckning upp till 30 % visat att en viss successiv sänkning erhålles vid belastning i proportion till sträckgränsen. Vid de låga kallsträckningsgrader som kommer till praktisk användning är dock denna sänkning utan betydelse.

MYNDIGHETERS GODKÄNNANDE

Avestas kallsträckningsmetod för tillverkning av tryckkärl är accepterad av Kungl. Arbetarskyddsstyrelsen sedan 1959. Hos TÜV i Tyskland erhöles 1966 ett partiellt godkännande för en stålqualität. Dokumentationsundersökningar pågår för att få detta utvidgat till ett generellt godkännande. Lloyd's Register of Shipping har accepterat principen och leveranser under deras inspektion har utförts. Vad beträffar ASME:s Pressure Vessel Code används där en säkerhetsfaktor mot brottgränsen, vilket gör att kallsträckningsmetoden ej kan utnyttjas lika väl. Avesta Jernverk avser dock att ta upp ett Code Case.

SVETSNING

Allmänt gäller att svetsningen skall utföras med minsta möjliga uppvärmning av området intill fogen. Svetsdiken får ej förekomma. Normalt sker ingen slipning av fogen.

Behållare som skall kallsträckas svetsas med konventionella elektroder. Används därvid försträckt plåt uppstår en smal värmepåverkad zon intill fogen. Denna zon får vid efterföljande kallsträckning samma sträckgränsvärde som väggen i övrigt. Detsamma gäller svetsfog.

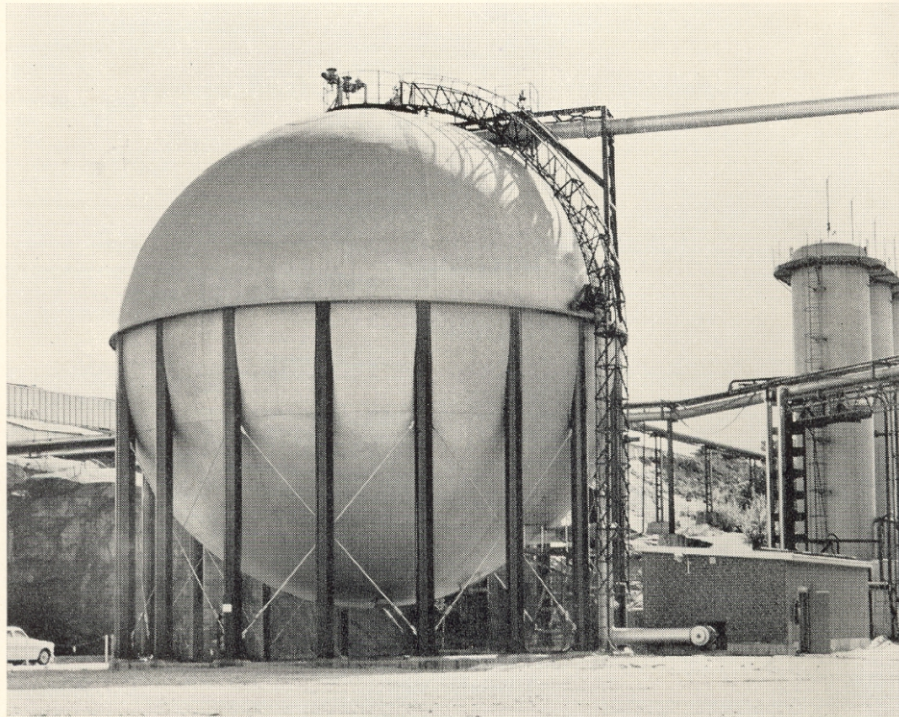
Vid svetsning av försträckt plåt utan efterföljande kallsträckning av svetsen kvarstår den värmepåverkade zonen. Töjningen som kan uppstå i denna smala zon är dock av mycket liten storleksordning. Samma gäller svetsgodset, som i allmänhet har en sträckgräns över 40 kp/mm².

Försträckt plåt får något högre brottgräns än glödgad. Plåt försträckt till en sträckgräns över 35 kp/mm² kan således ha en brotthållfasthet som är högre än den för en planslipad svetsfog. För att säkerställa att svetsfogen även i dessa fall är starkare än plåten, tillverkar Avesta elektroder som ger svetsgoods med förhöjd brottgräns.

LEVERANSER

Sedan 1959 har Avesta tillverkat ca 400 kallsträckta kärl, det största en sfärisk behållare för flytande syre med volymen 2700 m³. En stor del används inom cellulosaindustrin, bl.a. ett 50-tal stora enheter såsom sulfitekare och trycksyracister, men även som autoklaver, lagertankar etc. inom annan kemisk industri. Försträckt plåt har bl.a. använts till lagertankar samt till grova rör för vattenreningsverk.

Huvuddelen har installerats i Sverige, Norge och Finland, men leveranser har också skett till Holland, England, Spanien, Portugal, Tjeckoslovakien och Syd-Afrika.



Sfärisk lagercistern för flytande syre. Lagringstemperatur -183° C. Cisternen är uppbyggd med en inre sfär av rostfri plåt, kvalitet Avesta 832 MVT (SIS 2337), vilken har kallsträckts enligt Avestas patenterade metod. Rostfria sfärens diameter 14,1 m, volym 1400 m³. Ytterskalet är utfört av konstruktionsstål och har diametern 16,5 m. Mellan sfärerna finns isoleringsmaterial.

TILLVERKNINGSPROGRAM

Kallsträckta kärl tillverkas endast av Avesta och licenstagare i skilda länder. Ingående material är glödgad eller försträckt plåt från det normala valsningensprogrammet. Svetsningen utföres med standardelektroder av egen tillverkning.

Försträckt plåt med garanterat sträckgränsvärde tillverkas i samma kvaliteter och format som glödgad plåt. F.n. kan valfritt sträckgränsvärde upp till den angivna max.gränsen offereras. Förslag före-

ligger dock att standardisera vissa sträckgränsvärden (32, 38 och 42 kp/mm²). Vissa inskränkningar i den försträckta plåtens max.bredd och max.tjocklek finns dock vid de högre sträckgränsvärdena. Tillverkningsprogram över försträckt plåt utges separat.

Försträckt plåt har något högre kg-pris. Genom att mindre materialtjocklek kan användas erhålls dock en avsevärd sänkning av totalkostnaden.