Die Entwicklung naturharter Bewehrungsstähle Sigma s 40-90 kg/mm² mit verbesserten Eigenschaften

Autor(en): **Schaub, C.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **IABSE congress report = Rapport du congrès AIPC = IVBH Kongressbericht**

Band (Jahr): **6 (1960)**

PDF erstellt am: **25.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-7083

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

VI8

Die Entwicklung naturharter Bewehrungsstähle σ_S 40—90 mit verbesserten Eigenschaften

Reinforcement Steels with a Natural Hardness, $\sigma_S = 40 - 90$ kg/mm² Having Improved Characteristics

Aciers d'armature à dureté naturelle, $\sigma_S = 40 - 90$ kg/mm², avec caractéristiques améliorées

C. SCHAUB
Fagersta, Schweden

Die Weiterentwicklung der Bewehrungsstähle bezweckt, höhere Festigkeitswerte zu erzielen. Vor allem strebt man eine Erhöhung der Streckgrenze an, doch darf gleichzeitig die Zähigkeit des Werkstoffes und dessen Sicherheit gegen spröde Brüche nicht unter zulässige Werte sinken.

In Mitteleuropa wird eine hohe Streckgrenze in der Regel durch Kaltverformung eines warmgewalzten Stahles erreicht, der im naturharten Zustande eine geringere Streckgrenze hat. Die durch Recken, Verdrehen oder eine Kombination dieser beiden Verfahren erfolgte Kaltverformung kann die Streckgrenze bis zu einem gewünschten Wert erhöhen; die Zähigkeitsreserve des Werkstoffes wird hierdurch jedoch vermindert und es erfolgt gleichzeitig ein mechanisches Altern. In ungünstigen Fällen kann dadurch ein Risiko für spröde Brüche entstehen.

Schließlich erfordert die Kaltverformung gewisse Mehrkosten gegenüber naturharten, warmgewalzten Stählen, die in Ländern mit hohem Lohnniveau beachtliche Werte erreichen können, wobei noch Investierungen für Lokale, Maschinen, Transportmittel usw. dazukommen.

In Schweden wird der größte Teil der Bewehrungsstähle für schlaffe Bewehrung in naturhartem Zustande in Form von Rippenstählen mit quergewalzten Rippen in den Qualitäten Ks 40 ($\sigma_S \geqq 40$ kg/mm²) und Ks 60 ($\sigma_S \geqq 60$ kg/mm²) angewendet. Die Qualität Ks 40 kommt in zwei Varianten vor, entweder in der gewöhnlichen Ks 40 oder in der schweißbaren Qualität Ks 40 S (Tabelle 1).

Tabelle 1. Schwedische naturharte Bewehrungstähle

Bezeichnung	Abmessung d mm	Analyse C %	Si %	Mn %	Sonstiges %	Zugprobe d mm	σ_S kg/mm²	σ_B kg/mm²	δ_{10} %	Biegeprobe 180°	Bemerkungen
Ks 40	6—32	0,3—0,5	~0,3	~0,5	—	≦18	40	—	15		Warmgewalzter Rippenstahl mit spez. Rippenquerschnitt > 6,25 %.
						18—30	38	—	15	$R = 2{,}5\,d$	
		max.				> 30	36	—	15		
Ks 40 S	6—32	0,28	~0,5	~1,3	—	≦18	40	—	15	,,	,,
						18—30	38	—	15	nach	Schweißbarer Stahl.
						> 30	36	—	15	Alterung	
Ks 60	6—16	~0,45	~1,7	~0,8	—		60	—	12	$R = 2{,}5\,d$	Warmgewalzter Rippenstahl mit spez. Rippenquerschnitt > 12,5 %.
		~0,45	~1,3	~1,3	—		60	—	12		
Naturharte Spezial-Bewehrungstähle der Fagersta Bruks AB											
		max.									
Ks 40 CD[1])	6—32	0,20	~0,3	~0,8	Kleine Zusätze von karbid- und nitridbildenden Elementen	≦18	40	—	15	$R = 2{,}5\,d$	Warmgewalzter Rippenstahl mit spez. Rippenquerschnitt > 6,25 % und mit verbesserter Kaltzähigkeit und Schweißbarkeit.
						18—30	38	—	15	nach	
						> 30	36	—	15	Alterung	
Ks 60 CD[1])	6—16	~0,45	~0,3	~0,8	Zusätze wie oben		60	—	12	$R = 2{,}5\,d$	Warmgewalzter Rippenstahl mit spez. Rippenquerschnitt > 12,5% und mit verbesserter Kaltzähigkeit.
CD 80[2])	26	~0,25	~0,3	~0,7	Cr 0,5 + Zusätze wie oben		80	105	7	—	Warmgewalzter geglühter Rundstahl für vorgespannte Konstruktionen, z. B. System Dywidag etc.
CD 90[2])	26	~0,25	~0,3	~0,7	Cr 2,3 + Zusätze wie oben		90	120	7	—	

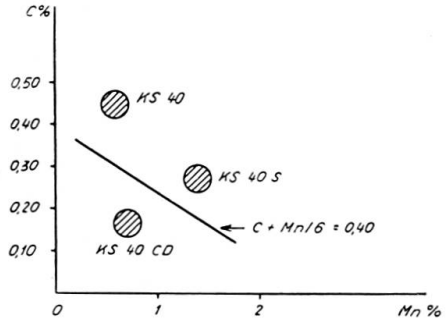
[1]) Spezialstahl (Feinkornstahl) wird in betriebsmäßigem Maßstabe hergestellt.
[2]) Probeschmelzen für Versuchslieferungen.

Für vorgespannte Konstruktionen werden sowohl kaltgezogener Draht mit 2 bis 7 mm ⌀ als auch kaltgereckte Rundstähle schwedischer oder ausländischer Herstellung verwendet.

In Schweden sind seit mehr als fünf Jahren Entwicklungsarbeiten im Gange, um die Zähigkeit und die Schweißbarkeit oder nur diese für sich bei Stählen im naturharten Zustande zu verbessern. Durch «Impfung» mit karbid- und nitritbildenden Zusätzen bei der Erschmelzung der Stähle erhalten diese eine Feinkornstruktur, wodurch sowohl die Streckgrenze als auch das Verhältnis σ_S/σ_B stark erhöht und gleichzeitig die Zähigkeit und Schweißbarkeit wesentlich verbessert werden. Die Analysen dieser neuentwickelten CD-Stähle (CD = cold ductile) gehen aus der Tabelle 1 hervor. Die Wirkung der CD-Behandlung auf die Zähigkeit und Schweißbarkeit ist aus den Tabellen 2 und 3 sowie aus Diagramm 4 ersichtlich.

Tabelle 2. Schweißbarkeit der Bewehrungsstähle Ks 40, Ks 40 S und Ks 40 CD

Bei Kohlenstoff-Manganstählen wird die Grenze zwischen gut oder schlecht schweißbaren Stählen ungefähr durch die Ungleichung $C + Mn/6 \lesseqgtr 0{,}40\,\%$ angegeben. Die schwedischen Rippenstähle mit $\sigma_S = 40$ kg/mm² können in dieser Beziehung auf folgende Weise klassifiziert werden.



Die Feinkornbehandlung durch die CD-Methode ermöglicht bei gleicher Forderung für die Streckgrenze $\sigma_S \geqq 40$ kg/mm² einen niedrigeren Wert C + Mn/6 einzuhalten und dadurch die Schweißbarkeit zu verbessern.

Fagerstas Rippenstahl Ks 60 CD wird seit einigen Jahren betriebsmäßig laufend hergestellt und hat sich in der Praxis ausgezeichnet bewährt. Dieser Rippenstahl ist auch bei niedriger Außentemperatur (−20° C) biege- und rückbiegesicher. Die Herstellung dieses Stahles ist in wirtschaftlicher Beziehung günstig, da durch die CD-Behandlung entsprechende Mengen an Si und Mn eingespart werden.

Die Qualitäten CD 80 und CD 90 wurden als Versuchsschmelzen in begrenztem Umfange hergestellt. Die technischen Eigenschaften dieser Werkstoffe sind ausgezeichnet, was durch zahlreiche Versuchsergebnisse bestätigt wurde. Unter den gegenwärtigen Verhältnissen liegen jedoch die Herstellungskosten für diese Qualitäten noch etwas zu hoch, um mit kaltverformten Stählen mit $\sigma_S \geqq 80$ kg/mm² in allen Fällen konkurrieren zu können.

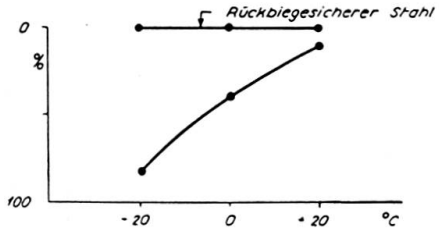
Tabelle 3. Alterungsbiegeprobe

Stahl		Biegeprobe
Ks 40 S	Der Rippenstahl wird 10 % kaltgestreckt	180° R = 2,5 d
Ks 40 CD	danach bei 250° C 1 h gealtert	kein Bruch oder Risse

Die Biegeprobe wird bei Raumtemperatur ausgeführt.

Alterungsrückbiegeprobe

1. Biegeprobe 45° R = 5 d bei Prüftemperatur bzw. −20°, 0°, +20° C.
2. Alterung in kochendem Wasser während 1 h.
3. Rückbiegung 22,5° bei Prüftemperatur bzw. −20°, 0°, +20° C; kein Bruch oder Risse. 10—20 Probestäbe pro Temperatur. Sollten Brüche auftreten, kann das Ergebnis der Prüfung in folgendem Schaubild dargestellt werden:



Die *Spezial-Rippenstähle Ks 60 CD und Ks 40 CD* der Fagersta Bruks AB sind auf Grund der besonderen Herstellung *rückbiegesicher*.

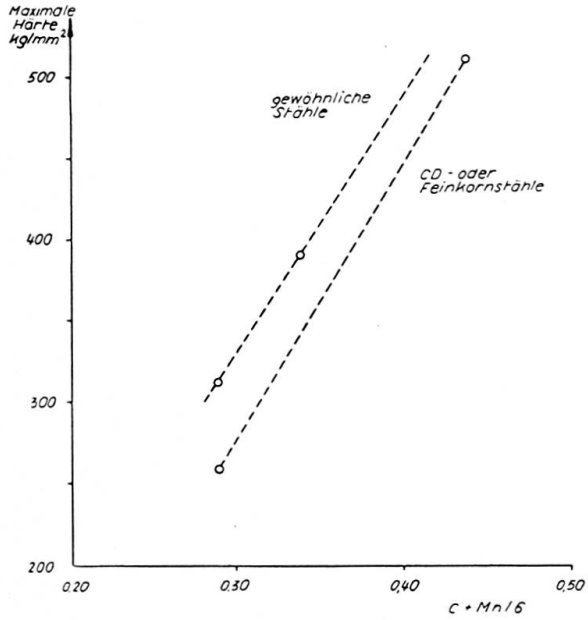


Diagramm 4. Die maximale Härte als Funktion von $l + Mn/6$ (gemäß der Methode von ESAB).

Die maximale Härte ist der ESAB-Methode nach die höchste Härte, die im Werkstoff nach dem Schweißen entstehen kann.

Als besondere Kennzeichen dieser CD-Stähle mit extremen Streckgrenzwerten im warmgewalzten, geglühten Zustand kann man die gute Ermüdungsfestigkeit, den stabilen Wert des Elastizitätsmoduls bei gleichzeitig guter Zähigkeit hervorheben.

Zusammenfassung

Der Autor beschreibt Stähle, die durch ein besonderes metallurgisches Herstellungsverfahren bei niedrigen Legierungsgehalten eine hohe Streckgrenze sowie ein hohes Streck-/Bruchgrenzenverhältnis erhalten. Hierdurch entsprechen diese Stähle weitgehenden Forderungen in bezug auf Zähigkeit (Biegbarkeit) und Schweißbarkeit.

Summary

The steels described are slightly alloyed and are obtained by a special metallurgical process. They have a high yield limit and the ratio between this limit and the failure stress is also high; hence, they fully satisfy the requirements in regard to toughness (folding) and weldability.

Résumé

Les aciers décrits sont faiblement alliés et obtenus par un procédé spécial d'élaboration métallurgique; ils présentent ainsi une limite élastique élevée, dont le rapport à la résistance de rupture est également élevé. Ces aciers satisfont par là largement aux exigences relatives à la ténacité (pliage) et à la soudabilité.

Leere Seite
Blank page
Page vide