

Protokoll Kerbschlagbiegeversuch

Einteilung:

2. Seite

- Aufgabenstellung
- Versuchsaufbau

3. Seite

- Versuchsdurchführung

4. Seite

- Av – T - Diagramm

5. Seite

- Bruchzuordnung
- Diskussion der Messergebnisse

Aufgabenstellung

Der Kerbschlagbiegeversuch nach DIN EN 10045 dient zur Untersuchung des Spröbruchverhaltens von Metallen. Dabei wird die Arbeit, die zum Bruch der Kerbschlagbiegeprobe erforderlich ist, als Zähigkeitsmaß des zu untersuchenden Werkstoffes bzw. Werkstoffzustandes angesehen.

Der Kerbschlagbiegeversuch lässt Schlüsse über das Verhalten eines Werkstoffes bei schlagartiger Belastung (hohe Beanspruchungsgeschwindigkeit) zu, die sich weder aus den Kennwerten des Zugversuches oder anderen Standardprüfverfahren ergibt.

So besitzt z.B.: ein gealterter Werkstoff ein wesentlich geringeres Zähigkeitsverhalten bei gleichen Bedingungen als der gleiche ungealterte Werkstoff, die Ergebnisse beim Zugversuch jedoch sind annähernd gleich.

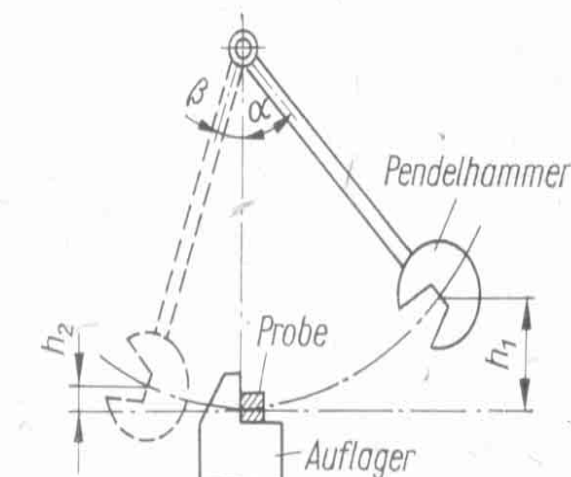
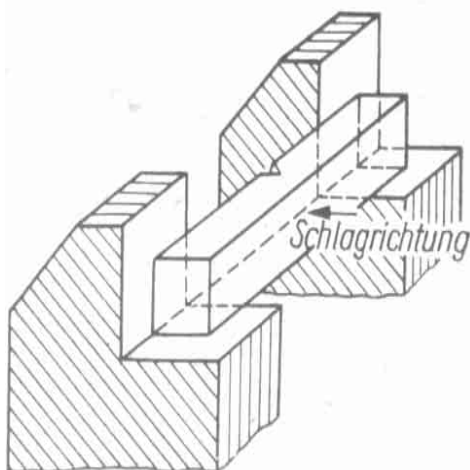
Bei unserem Kerbschlagbiegeversuch handelt es sich um Baustahl C15: kaltverformt, künstlich gealtert, normalgeglüht, grobkorngeglüht und kaltverformten austenitischen Stahl x10CrN188. Alle Proben sind mit einem V-Kerb (Tiefe 3 mm) versehen, sie wurden in Längsform aus dem Prüfstück entnommen.

Der Kerbschlaghammer wurde mit einem Normalschlaghammer KV 100 = 99J durchgeführt.

Versuchsaufbau

Der Versuch wird an einem Pendelschlagwerk durchgeführt. In einer Achse ist fast reibungsfrei ein Pendel aufgehängt. Dieses wird auf eine bestimmte Höhe gebracht, wodurch es eine bestimmte potentielle Energie erlangt.

Die Kerbschlagprobe wird auf das Widerlager gelegt, wobei der Kern der Hammerfinne abgewandt ist. Zum Versuch wird das Hammerpendel ausgeklümpelt, wodurch seine potentielle in kinetische Energie umgewandelt wird. Die Energie, welche benötigt wurde um die Probe zu durchschlagen kann an der Skala abgelesen werden. Vorteil bei dieser Prüfmethode ist, dass das Prüfstück nicht lange auf Temperatur gehalten werden muss, sondern es nur auf die entsprechende Temperatur gebracht wird. (kürzerer Prüfvorgang als bei Zugversuch)



Versuchsdurchführung

Zunächst wird die Leerlaufreibung des Pendelschlags gemessen.

Dazu wird der Pendelhammer in die obere Position gebracht, eingeklingt und der Schleppzeiger des Skala auf Null gestellt. Dann wird der Hammer ausgeklingt und nach ungehindertem Durchgang die Arbeit der Leerlaufreibung A_r abgelesen. Dieser A_r – Wert dient allen folgenden Versuchen als Grundlage.

Die Proben wurden im Labor auf ihren charakteristischen Zustand gebracht.

C 15 künstlich gealtert: wurde auf 250 °C erwärmt, 2 Stunden bei der Temperatur gehalten, dann an Luft abgekühlt (Farbe weiß)

C 15 normalgeglüht : wurde auf 920 °C erwärmt, dort eine halbe Stunde gehalten, dann an Luft abgekühlt (Farbe grün)

C 15 grobkorngeglüht: wurde auf 1100 °C erwärmt, dort 4 Stunden gehalten und dann an Luft abgekühlt (Farbe rot)

Der letzte C 15 (Farbe schwarz) und der Austenitische Stahl (Farbe blau) sind kaltverformt.

Die Messungen für die Proben bei 20 °C wurden bei Raumtemperatur durchgeführt, die Proben die bei 0 °C getestet wurden, wurden mit Eiswasser abgekühlt. Die Proben, bei welchen tiefere Temperaturen als 0 °C erreicht werden mussten, wurden mit Hilfe von flüssigem Stickstoff abgekühlt. Die Prüftemperatur über 20 °C wurde mit Hilfe von kochendem Wasser erreicht.

→ Schlagarbeit in Joule (J)

Werkstoff	Temperatur in °C						
	-90	-80	-50	-30	0	20	100
C15 kaltverformt (schwarz)			5,4 J	6,97 J	(88,78J)		
C15 künst. gealtert (weiß)			3,43 J	6,87 J	(89,76J)		
C15 normalgeglüht (grün)	2,45 J		10,3 J	Av < 99J			
C 15 grobkorngeglüht (rot)				1,96 J	4,9 J	3,43J	15,7 J
austh. Stahl (blau)		83,88					

Die Umrechnung der verrichteten Arbeit A_v in Joule erfolgt mittels der Formel:

$A_v(J) = 0,5 * (A_v - A_r) * 9,81 \text{ m/s}^2$, der Faktor 0,5 resultiert vom Gewicht des Hammers.

In unserem Versuch war die Formel: $A_v * 9,81 \text{ m/s}^2$

Bedingung für Versuch: Querschnittsflächen aller Proben sind gleich

Bei der Betrachtung des Aussehens der Bruchfläche lassen sich folgende Proben dem Sprödbbruch zuteilen:

- C15 schwarz: -50°C und -30°C
- C15 weiß : -50°C und -30°C
- C15 grün : -90°C und -50°C
- C15 rot : 0°C , -30°C und 20°C ,

da ihre Bruchflächen ein kristallin glänzendes Aussehen aufweisen.

Der C15 rot bei 100°C kann dem Mischbruch zugeordnet werden.

Die restlichen Brüche werden dem Zähbruch zugeordnet, da das Aussehen der Bruchfläche matt/fassrig ist.

Die Übergangstemperaturen bei 27 J können hier nur für drei Stähle angegeben werden:

- C15 grün : = $44,10^{\circ}\text{C}$
- C15 weiß : = $11,90^{\circ}\text{C}$
- C15 schwarz : = $10,90^{\circ}\text{C}$

Den C15 rot – Wert kann man nicht ablesen, da der Stahl bei 100°C erst einen Av-Wert von 15,7 J erreicht hat und somit für die Betrachtung nicht in Frage kommt.

Diskussion der Messergebnisse

Die Zähigkeit eines Werkstoffes ist sehr stark von seiner Temperatur abhängig. Wenn man die Av-T-Kurve betrachtet, so fällt auf, dass die Schlagarbeit bei niedrigen Temperaturen (unter -40°C) sehr gering (Tieflage), Bruch wegen eingeschränkter Bewegung der Atome und eingeschränkter plastischer Bewegung, und bei hohen Temperaturen (ab 20°C) sehr groß ist (Hochlage). Dazwischen fällt die Kurve drastisch ab und deshalb Steilabfall genannt. In der Hochlage treten Verformungsbrüche auf, welche sich durch matte, stark verformte Bruchoberflächen auszeichnen. In der Tieflage handelt es sich um Trenn- oder Sprödbüche, die an der glänzend praktisch verformungsfreien Bruchfläche zu erkennen sind. Wobei Sprödbuch fördernde Faktoren:

- hohe Verformungsgeschwindigkeiten
- niedrige Temperaturen
- mehrachsige Spannungszustände
- hohe Eigenspannung
- und Spannungskonzentrationen an Kerben und Rissen, sind.

Das glänzende Aussehen beim Sprödbuch kommt daher, dass der Bruch entlang der Korngrenzen verläuft, wohingegen beim Zähbruch die Körner aufgerissen werden, somit allerdings eine Abschätzung der Korngrößen möglich ist.

Wenn man jetzt aus der Messreihe den C15 rot und den C15 grün vergleicht, so fällt auf, dass der Pendelhammer bei -30°C den C15 rot leicht zerschlagen konnte, mit 1.96 J wohingegen beim C15 grün der Wert über 99 J liegt. Dieser gewaltige Unterschied lässt sich durch die beiden unterschiedlichen Bearbeitungsvorgänge erklären. Der C15 grün wurde normalgeglüht, d.h. er besitzt ein wesentlich feineres Gefüge als der C15 rot, ein feineres Gefüge (Korn) bewirkt eine verbesserte Festigkeit und Verformbarkeit. Der Stahl besitzt eine höhere Verformungsreserve.

Bei den beiden anderen C15 Stählen weiß und schwarz ist vom optischen nur bei -50° und 20°C ein guter Unterschied auszumachen. Im Allgemeinen müsste der C15 weiß schlechtere Av – Werte besitzen, da ein gealterter Stahl voll mit Verunreinigungen ist, was eine geringere Kerbschlagarbeit bedeutet (eingelagerte Stoffe wandern an Orte wo sie mehr Platz haben es kommt zu Versetzungen).

Allgemein kann man sagen, daß die Kerbschlagarbeit mit steigender Temperatur zunimmt, da die Zähigkeit der Werkstoff ebenfalls zunimmt.