



Aufgaben

- 1 Die Härte des Grundkörpers aus EN-GJL-250 (alt: GG-25) soll nach Brinell mit einer Prüfkugel $D = 5 \text{ mm}$ und einer Einwirkdauer von $10 \dots 15 \text{ s}$ geprüft werden.
- 1.1 Warum eignet sich dieses Härteprüfverfahren ?
- 1.2 Bestimmen Sie einen geeigneten Belastungsgrad und die einzustellende Prüfkraft.
- 1.3 Berechnen Sie die Brinellhärte für einen gemessenen Abdruckdurchmesser $d = 2,06 \text{ mm}$, und geben Sie diese normgerecht an.
HP98/99-4 Biegevorrichtung
- 2 Die Bauteile Position 1 (Winkelhebel aus GS-52 mit 0,35%C), 2 (Stößel aus C15) und 3 (Exzenter aus C60) werden an den Verschleißstellen randschichtgehärtet (Position 3 zusätzlich zur Vergütung).
- 2.1 Wählen Sie für jedes Bauteil ein geeignetes Wärmebehandlungsverfahren. Begründen Sie Ihre Wahl.
- 2.2 Geben Sie für den Stößel ein geeignetes Härteprüfverfahren an, wenn die harte Randschicht 1 mm dick ist. Begründen Sie Ihre Aussage.
HP96/97-4 Spannvorrichtung
- 3 Der Erfolg der Wärmebehandlung (Vergüten von C60) lässt sich an $R_m (= 900 \text{ N/mm}^2)$ ablesen. Durch welches einfaches Werkstoffprüfverfahren lässt sich dieser Wert näherungsweise bestimmen ? Welcher Messwert ist bei diesem Verfahren zu erwarten ?
HP96/97-4 Spannvorrichtung
- 4 Das randschichtgehärtete Lenkungslager aus C 15 und der Gabelkopf aus EN-GJS-500-7 (alt: GGG-50) sollen härtegeprüft werden. Wählen Sie ein jeweils geeignetes Verfahren, und begründen Sie Ihre Wahl.
HP96/97-3 Fahrradrahmen
- 5 Die Zugfestigkeit der Traverse (Werkstoff GS 52, Dicke nicht angegeben) soll an den Fertigteilen durch eine Härteprüfung nachgewiesen werden.
- 5.1 Begründen Sie die Eignung der Härteprüfverfahren Brinell, Vickers und Rockwell C.
- 5.2 Geben Sie den erforderlichen Härtewert normgerecht an, und erklären Sie alle Parameter.
HP94/95-3 Abziehvorrichtung
- 6 Welches Härteprüfverfahren schlagen Sie für die randschichtgehärtete Führungsschiene aus C45 vor ? Begründen Sie Ihre Wahl.
HP95/96-4 Maschinenschraubstock
- 7 Die randschichtgehärtete Abtriebswelle (5) und das Abtriebsrad (4) aus EN-GJL-250 (alt: GG-25) werden einer Härteprüfung unterzogen. Wählen Sie das jeweils geeignete Härteprüfverfahren aus, und begründen Sie Ihre Entscheidung.
HP93/94-4 Reibradgetriebe
- 8 Pleuellagerung auf der Kurbelwelle Die Kurbelwelle ist aus einem Stahl mit 0,35%C gefertigt und vergütet. Um sowohl Verschleiß als auch Bruchgefahr gering zu halten, muss die Kurbelwelle an der Lagerstelle anschließend zusätzlich wärmebehandelt werden.
- 8.1 Wählen Sie ein geeignetes Wärmebehandlungsverfahren. Beschreiben Sie den Arbeitsablauf und die Vorgänge im Kristallgefüge.
- 8.2 Mit welchem Verfahren kann die Härte der Lagerstelle überprüft werden?
HP91/92-4 Kurbeltrieb
- 9 Die Härte des Lochstempels aus C105W1 soll vor und nach dem Härten geprüft werden. Welche Härteprüfverfahren schlagen Sie jeweils vor ? Begründen Sie Ihre Antwort.
HP90/91-3 Papierlocher
- 10 Als Werkstoff für Zahnrad und Zahnstange wurde 16 Mn Cr 5 gewählt
- 10.1 Nennen Sie die Anforderungen, denen der Zahnradwerkstoff gerecht werden muss.
- 10.2 Begründen Sie ein geeignetes Härteverfahren.
- 10.3 Welches Härteprüfverfahren ist für die randschichtgehärtete Zahnstange geeignet ? Begründung !
HP88/89-3 Antrieb eines Maschinentisches
- 11 Die Härte der einsatzgehärteten Zahnräder und des Gehäuses aus EN-GJL-250 (alt: GG 25) ist zu prüfen:
- 11.1 Welches Härteprüfverfahren ist dafür geeignet? Begründen Sie Ihre Entscheidung.
- 11.2 Welche Folgen hätte es für das Prüfergebnis, wenn die einsatzgehärteten Zahnräder nach dem Brinellverfahren geprüft würden?
Hauptprüfung 1986/87 4: Zahnradpumpe eines Ölbrenners



Lösungsvorschläge

- 1
- 1.1 EN – GJL–250 ist ein Werkstoff mit einem heterogenen Gefüge aus harten (Eisen) und weichen (Grafit) Bestandteilen (Körnern). Der vergleichsweise große Abdruck der Kugel liefert eine durchschnittliche Härte der Bestandteile. 1,0
- 1.2 Belastungsgrad C = 30 1,0

$$F = \frac{C \cdot D^2}{0,102} = \frac{30 \cdot 5^2}{0,102} = 7353 \text{ N} (= 750 \text{ kp})$$
 Die Einheit kp (Kilopond = Gewichtskraft eines Kilogramm = 9,81 N) ist veraltet und nicht erforderlich, aber in einer normgerechten Härteangabe muss für die Kraft der Zahlenwert 750 angegeben werde.
- 1.3 215 HB 5/750 aus 2,0

$$HB = \frac{0,204 \cdot F}{\pi \cdot D (D - \sqrt{D^2 - d^2})} = \frac{0,204 \cdot 7353}{\pi \cdot 5 (5 - \sqrt{5^2 - 2,06^2})} = 215$$
- 2
- 2.1 Pos.1 und 3: Flamm- oder Induktionshärten, weil in beiden Werkstoffen ausreichend Kohlenstoff vorhanden ist. Pos. 2: Einsatzhärten, weil ohne Einsetzen vor Kohlenstoff derselbe nicht ausreicht zum Härten 3,0
- 2.2 Geeignet sind Rockwell HRC oder Vickers HV: Beide Verfahren arbeiten mit Diamantspitzen und sind deshalb für harte Oberflächen geeignet. 1 mm harte Randschicht ist für das HRC-Verfahren dick genug. 2,0
- 3 Die Zugfestigkeit von unlegierten Stählen kann mit der Härteprüfung nach Brinell geprüft werden. Es ist ein Wert von 266 HB (Tabelle) bzw $257 \text{ HB} = \frac{900}{3,5}$ zu erwarten. 2,0
- 4 Die Dicke der Härteschicht am Lenkungslager ist nicht gegeben und kann von einem Schüler auch nicht abgeschätzt werden. Da Fahrradteile in der Regel nicht sehr dickwandig sind und unter der harten Randschicht auch noch zähes Grundmaterial übrig bleiben soll, ist anzunehmen, dass die Härteschicht dünn ist. HRC kommt als Prüfverfahren also nicht in Frage, da es wegen der hohen Kräfte die harte Schicht ins Grundmaterial drücken würden und dass Messergebnis verfälschen würde. HB ist für gehärtete Stähle nicht geeignet, weil der Prüfkörper aus Stahl oder HM zu weich ist und sich verformen würde. Bleibt HV, das einen sehr harten Prüfkörper verwendet und auch mit geringen Kräften funktioniert. 4,0
- Der Gabelkopf aus EN-GJS-500-7 (alt: GGG-50) weist ein inhomogenes Gefüge aus Graphit in ferritisch-perlitischem Grundgefüge auf. Dafür eignet sich am besten das Brinell-Verfahren mit großem Kugeldurchmesser, der einen Mittelwert aus dem weichen Graphit und dem harten Metallgefüge bildet.
- 5
- 5.1 HB ist möglich, da es sich um einen ungehärteten Stahl(-guss) handelt. Laut Tabellenbuch ist der Zusammenhang zwischen Härte und Zugfestigkeit auch für Stahlguss gültig. HV ist möglich, da es universell einsetzbar ist, allerdings ist es empfindlich. HRC ist nicht möglich, da bei ungehärtetem Stahl die Eindringtiefe zu groß ist. Laut Tabellenbuch ist HRC nur für gehärteten Stahl geeignet. 1,5
- 5.2 Für GS-52 beträgt die Zugfestigkeit $R_m = 520 \text{ N/mm}^2$.
 \Rightarrow ca. HB155 bzw. HV 163 (Vergleichstabelle)
 Normangabe Brinell: 155HB 10/3000 mit:
 Kugel $\varnothing > 10 \text{ mm}$ (bei Probendicke $> 6 \text{ mm}$)
 Prüfkraft = $3000 \cdot 9,81 \text{ N} = 29420 \text{ N}$
 Einwirkdauer 10..15 s
 Normangabe Vickers 163HV5
 Prüfkraft = $5 \cdot 9,81 \text{ N} = 49 \text{ N}$ (Beispiel, andere Prüfkraft sind denkbar)
 Einwirkdauer 10..15 s 2,5
- 6 Geeignet sind Vickers HV oder Rockwell HRC (Schichtdicke beachten): Beide Verfahren arbeiten mit Diamantspitzen und sind deshalb für harte Oberflächen geeignet. Wenn die Schichtdicke ausreicht, sollte HRC gewählt werden, weil es einfacher handhabbar ist. 2,0
- 7 Für die Abtriebswelle (5) mit harter, dünner Oberfläche ist die Härteprüfung nach Vickers HV geeignet, weil durch geeignete Wahl der Prüflast dafür gesorgt wird, dass nur die Härte der Randschicht gemessen wird. Härteprüfung nach Rockwell (HRC) ist dann möglich, wenn die Randschicht mindestens ca. 0,6mm dick ist. Für das Abtriebsrad aus EN-GJL-250 (alt: GG-25) ist die Härteprüfung nach Brinell HB geeignet. Durch die relativ große Prüfkugel ist gewährleistet, dass eine mittlere Härte des heterogenen Grauguss-Gefüges aus Bestandteilen unterschiedlicher Härte ermittelt wird. 3,0
- 8
- 8.1 Randschichthärten, und zwar kann man aus dem Werkstoff auf Flamm- oder Induktionshärten schließen. Die Beschreibung der Details ist beim Thema dieses Übungsblattes nicht nötig. 3,5
- 8.2 Geeignet sind Rockwell HRC oder Vickers HV: Beide Verfahren arbeiten mit Diamantspitzen und sind deshalb für harte Oberflächen geeignet. Die flamm- oder induktionsgehärtete Schicht ist für das HRC-Verfahren dick genug. Brinell HB ist für gehärtete Randschichten nicht geeignet, da die Kugel entweder deformiert würde oder die Randschicht in den weichen Untergrund drücken würde. 3,5



- 9 C105W1 (ungehärtet) wird mit Brinell, der 3,0
gehärtete Werkstoff mit HRC geprüft, weil
die Werkstoffe im Messbereich der jeweiligen
Verfahren liegen. HB am gehärteten Werkstoff ist
nicht möglich, weil der Prüfkörper verformen würde.
HRC am ungehärteten Werkstoff ist nicht möglich,
weil der Prüfkörper zu tief eindringen würde.
In beiden Fällen ist auch HV möglich, doch ist
dieses Verfahren empfindlich.
- 10
- 10.1 Die Zähne müssen an der Oberfläche hart 2,0
(= verschleißfest) und im Kern zäh
(= unempfindlich gegen Bruch) sein.
- 10.2 16MnCr5 ist ein Einsatzstahl, der von Haus 2,0
aus zu wenig Kohlenstoff zum Härten ent-
hält. Deshalb wird Kohlenstoff „eingesetzt“, d.h.
durch Diffusion in der Randzone zugeführt, sodass
eine kohlenstoffreiche und damit härtbare Rand-
schicht entsteht. Beim anschließenden Abschreck-
härten wird dann nur die Randschicht hart.
- 10.3 Für die Härteprüfung der Oberfläche der 3,0
Zahnräder ist HV geeignet, weil wegen des
Diamanten harte und wegen der möglichen kleinen
Kräften auch dünne Schichten geprüft werden
können.
- 11 HP86/87 Zahnradpumpe eines Ölbrenners
- 11.1 Für die einsatzgehärteten Zahnräder ist HV 3,0
geeignet, weil wegen des Diamanten harte
und wegen der möglichen kleinen Kräfte auch
dünne Schichten geprüft werden können.
Für das Gehäuse aus Grauguss ist HB geeignet,
weil die Kugel einen großen Bereich des
heterogenen Gefüges (Eisen / Grafit) erfasst und
mechanisch einen Durchschnittswert ermittelt.
- 11.2 Entweder kann die Kugel des Brinell- 3,0
verfahrens die harte Randschicht in den
weicheren Untergrund drücken und so teilweise
dessen Härte ermitteln, oder sie wird von der
gehärteten Schicht verformt. In beiden Fällen wird
das Ergebnis verfälscht.