Der Maschinenbau

Redtenbacher, Ferdinand

Mannheim, 1862

Wellen mit zusammengesetzter Festigkeit

urn:nbn:de:bsz:31-270970

Hat man auf diese Weise die Dimensionen des Querschnittes in der Mitte der Welle berechnet und die Verzeichnung bewerkstelligt, so kommt es noch darauf an, eine geeignete Uebergangsform von der Mitte aus nach B und C hin ausfindig zu machen.

Fig. 4 und 5 zeigen zwei solche Uebergangsformen. Bei der ersteren dieser Formen ist die Dicke der Höhennerve constant, die Höhe variabel, und an der Axe der Welle ist ein von der Mitte an nach den Enden hin verstärkter runder Kern angebracht; bei der zweiten Form ist kein solcher Kern vorhanden, nimmt dagegen die Nervenbreite von der Mitte an nach den Enden hin zu.

Wellen, die sowohl auf Torsion als auch auf relative Festigkeit in Anspruch genommen sind. Wenn ein Wellentheil sowohl drehend als auch biegend wirkenden Kräften ausgesetzt ist, würde man eine rationelle Regel zur Bestimmung der Querschnittsdimensionen erhalten, wenn man eine Formel ableitete, welche die Resultirende aus den partikularen Spannungsintensitäten ausdrückt. Allein diese Rechnungsweise führt zu Weitläufigkeiten, es ist daher angemessener, sich mit Annäherungen zu begnügen.

Nimmt man an, dass eine Verwindung die relative Festigkeit, und dass eine Biegung die Torsionsfestigkeit nicht merklich verändere, so kann man zur Bestimmung der Querschnittsdimensionen in der Weise verfahren, indem man berechnet, wie gross diese Dimensionen sein müssten, um nur allein dem Torsionsmoment hinreichend widerstehen zu können, dann aber auch berechnet, wie gross dieselben sein müssten, um dem Biegungsmoment hinreichenden Widerstand leisten zu können und zuletzt für die Ausführung die grössere von den so gefundenen Dimensionen anwendet. Diese Regel ist wohl ganz gut zulässig, wenn die beiden Kräftemomente sehr verschieden sind, sie wird jedoch bedenklich, wenn die Kräftemomente ungefähr gleich gross sind.

Ganz sicher lassen sich die Dimensionen bestimmen, wenn man zuerst eine Welle berechnet, die dem Torsionsmoment entspricht und sodann eine Verstärkung anbringt, die für sich allein im Stande ist, gegen das Biegungsmoment zu schützen. Nach dieser Regel fallen jedoch die Dimensionen ziemlich stark aus, wenn die beiden Momente nur wenig von einander verschieden sind. Nach diesem dritten Verfahren ergibt sich folgende Regel.

Es sei:

N der Effekt in Pferdekräften, welchen ein Wellentheil überträgt,
n die Anzahl der Umdrehungen desselben in einer Minute,

d der Durchmesser einer runden Transmissionswelle für N Pferdekräfte und n Umdrehungen,

𝔐 das Biegungsmoment, welchem ein bestimmter Querschnitt der Welle ausgesetzt ist (ausgedrückt in Kilogrammen und Centimetern),

h b die Dimensionen der Verstärkungsnerven Fig. 6, Tafel VIII., welche für sich allein dem Biegungsmoment hinreichend zu widerstehen im Stande sein sollen,

𝔖 die Spannungsintensität, welche durch die Biegung entsteht,

so hat man zunächst:

$$d = 16 \sqrt[3]{\frac{N}{n}} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (10)$$

dann aber auch vermöge (Resultate Tafel V.):

$$\mathfrak{M} = \frac{\mathfrak{S}}{6\,h} \left[(h^3 - d^3)\, b + (h - d)\, b^3 \right]$$

Allein von den in den Klammern stehenden Gliedern kann das zweite gegen das erste vernachlässiget werden, und dann erhält man

$$\mathfrak{M} = \frac{\mathfrak{S}}{6\,h}\, b\, (h^3 - d^3)$$

woraus folgt

$$b = \frac{6\,\mathfrak{M}\,h}{\mathfrak{S}\,(h^3 - d^3)} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (11)$$

Für 𝔖 darf man hier wohl die Zahl 400 in Rechnung bringen, weil nach diesem Verfahren jedenfalls zu starke Dimensionen erhalten werden; auch dürfte man in (10) die Zahl 12 statt 16 setzen. Die Höhe h der Nerve kann nach dem Gefühl genommen werden. Die folgenden Beispiele werden die Anwendung dieser Regeln erklären.

Es sei Fig. 6 eine Wasserradwelle mit zwei Rosetten zu construiren und zwar für folgende Verhältnisse:

Nutzeffekt des Wasserrades	40 Pferdekraft.
Gewicht des Rades	20000 Kilogr.
Länge der Welle von Mittel zu Mittel der Zapfen gemessen	350 Centim.
Fntfernung der Rosettenmittel von dem Zapfenmittel c =	50 „
Kraft, welche der mittlere Theil der Welle durch Torsion überträgt	20 Pferdekraft.
Umdrehungen des Rades in einer Minute	6

Für diese Daten findet man Folgendes:

Druck, welchen ein Zapfen auszuhalten hat . . . . 10000 Kilg.

Durchmesser eines Zapfens $0{\cdot}18\ \sqrt{1000}$ . . . . . . $= 18$ Centm.

Länge eines Zapfens $0{\cdot}87 + 1{\cdot}21 \times 18$ . . . . . . $= 22$ „

Durchmesser der Welle im Mittel der Rosette $18 \sqrt[3]{\frac{50}{\frac{1}{2}\,22}} = 30$ „

Durchmesser einer Transmissionswelle für 20 Pferdekräfte und 6 Umdrehungen in 1 Minute $d = 12 \sqrt[3]{\frac{20}{6}} = 17$ „

Höhe der Nerve in der Mitte . . . . $h = 42$ „

Zulässige Spannungsintensität . . . . $\mathfrak{S} = 400$ Kilg.

Moment, welches die Welle zu brechen strebt $\mathfrak{M} = 10000 \times 50 = 500000$

Dicke der Nerve nach Formel (11)

$$b = \frac{6 \times 500000 \times 42}{400 \times (42^3 - 17^3)} \;.\;.\;.\;. = 5 \text{ Centm.}$$

Es sei ferner Fig. 7 eine Wasserradwelle mit drei Rosetten zu construiren und zwar für folgende Daten:

Nutzeffekt des Rades in Pferdekräften . . . . . $= 30$

Gewicht des Rades . . . . $= 12000$ Kilg.

Totale Länge der Welle von Zapfenmittel zu Zapfenmittel . . . . $= 450$ Cent.

Entfernung der äusseren Rosetten vom Zapfen . . $= 50$ „

Umdrehungen des Rades in 1 Minute . . . . . $= 8$

Kraft, welche das Wellenstück B E durch Torsion überträgt . . . . $= 10$ Pfdk.

Kraft, welche das Wellenstück E C durch Torsion überträgt . . . . $= 20$ „

Dies vorausgesetzt findet man:

Druck auf einen Zapfen . . . . 6000 Kilg.

Durchmesser eines Zapfens $0{\cdot}18\ \sqrt{6000}$ . . . . $= 14$ Centm.

Länge eines Zapfens $0{\cdot}87 + 1{\cdot}21 \times 14$ . . . . . . $= 18$ „

Durchmesser b b der Welle bei B und C $14 \sqrt[3]{\frac{50}{9}}$ . . $= 25$ „

Durchmesser des runden Kernes des Wellenstückes E B:

$$d = 12 \sqrt[3]{\frac{10}{8}} \;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;. = 13 \text{ „}$$

Durchmesser des runden Kernes des Wellenstückes E C:

$$d_1 = 12 \sqrt[3]{\frac{20}{8}} \;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;. = 16 \text{ „}$$

Benimmt man sich bei der Berechnung des Momentes, welches die Welle in der Mitte abzubrechen strebt, so, wie wenn die Welle gewichtslos wäre und das Totalgewicht 12000 Kilogramme in den drei Punkten B E C auf die Welle wirkte, so ist:

$$\mathfrak{M} = 225 \times \frac{12000}{2} - (225 - 50)\frac{12000}{3} = 648000 \text{ Kilogrm.-Centm.}$$

Höhe der Nerve in der Mitte . . . . h = 48 Centimeter.
Dicke der Nerve nach Formel (11):

$$b = \frac{6 \times 648000 \times 48}{400 \times (48^3 - 13^3)} \quad . \; . \; . \quad = 4 \text{ Centimeter.}$$

Wellen-Kupplungen.

(Resultate Seite 56 und 57.)

Beschreibung mehrerer Kupplungen. Lange Wellen werden aus einzelnen Wellenstücken zusammengesetzt. Die zur Verbindung zweier Wellenstücke dienenden Körper werden Wellenkupplungen genannt.

Tafel IX. sind verschiedene Kupplungen dargestellt.

Fig. 1 ist eine Wellenkupplung einfachster Art. Die Wellen A und B sind einfach glatte Cylinder; durch ihre stumpf aneinander gestossenen Enden ist ein die Wellen zusammenhaltender Mitnehmer a gesteckt. Ueber das Ganze ist eine nach der Wellenrundung ausgebohrte Kupplungshülse b geschoben und mit einem zur Hälfte in der Wellenfläche, zur Hälfte in der Kupplungshülse liegenden Keil c eingetrieben.

Fig. 2 ist eine Kupplung mit halbcylindrischen Wellenenden. Die Kupplungshülse b ist durch einen zwischen die Kupplung und die Wellen eingetriebenen Keil c festgehalten.

Fig. 3. Bei dieser Kupplung sind an die Wellenenden Schraubengewinde angeschnitten und ist in der Kupplungshülse b ein Muttergewinde eingeschnitten. Die Gewinde in den beiden Wellen haben einerlei Richtung. Die Drehungsrichtung der treibenden Welle muss so sein, dass sich dabei die Welle in das Muttergewinde der Hülse hineinzuschrauben sucht. Um die Verbindung der Wellen mit Leichtigkeit herzustellen und aufheben zu können, muss das Gewinde an einer der beiden Wellen um etwas mehr als die halbe Länge der Kupplungshülse länger sein als an der andern Welle. Bringt man nämlich die Kupplung in die punktirt angedeutete Position, so ist die Verbindung der Wellen aufgehoben.

Fig. 4 ist eine Wellenkupplung, welche sich von der früher beschriebenen, in Fig. 2 dargestellten, im Wesentlichen nur dadurch