Die Ingenieur-Mathematik in elementarer Behandlung

Enthaltend die statischen Momente und Schwerpunktslagen, die Trägheits- und Centrifugalmomente für die wichtigsten Querschnittsformen und Körper der technischen Mechanik in rechnender und graphischer Behandlung unter Berücksichtigung der Methoden von Nehls, Mohr, Culmann, Land und Reye

Holzmüller, Gustav

Leipzig, 1897

B. Schwungrad und Centrifugalkraft.

hervorgeht, die Gleichung 2) maſsgebend. Man erhält

$$t = \frac{4 \cdot 20\,(3 \cdot 3\,\pi)^2}{g \cdot 30} = 217{,}2 \text{ Sekunden.}$$

Dies ist 9-fache des Resultates der Aufgabe 411, was sich naturgemäſs daraus erklärt, daſs t dem Quadrate der Winkelgeschwindigkeit proportional ist.

B. Schwungrad und Centrifugalkraft.

418) Schwungräder werden in der Regel durch Betriebsstockungen in der oben erwähnten Weise zerstört. Bei sehr groſsen Geschwindigkeiten, z. B. beim Durchgehen der unbelasteten Maschine, deren Absperrventil nicht in Ordnung ist, kann die Zerstörung auch durch die Centrifugalkraft erfolgen. Sieht man von den Radarmen vorläufig ab, so handelt es sich um das Abreiſsen der einen Kranzhälfte von der andern. Maſsgebend ist also die im Schwerpunkte S_1 vereinigt gedachte Masse jeder Hälfte. (Vgl. Figur 53.)

Ist d die Dicke des Rades mit rechteckigem Hauptschnitt, sind r und r_1 die Radien, und ist p' das spezifische Gewicht, so handelt es sich um die Masse $\frac{p}{g} = \frac{\pi}{2}\left(r^2 - r_1^2\right) d \frac{p}{g}$ und um Centrifugalkräfte $m\varrho\,(2\,n\pi)^2$, wo ϱ der Schwerpunktsabstand $\frac{4\left(r^3 - r_1^3\right)}{3\,\pi\left(r^2 - r_1^2\right)}$, n die Tourenzahl für die Sekunde bedeutet, also um

$$K = \frac{\pi\left(r^2 - r_1^2\right) d p'}{2\,g} \; \frac{4\left(r^3 - r_1^3\right)}{3\,\pi\left(r^2 - r_1^2\right)}\,(2\,n\pi)^2 = \frac{2\,d p'\left(r^3 - r_1^3\right)(2\,n\pi)^2}{3\,g}.$$

419) **Aufgabe.** Wie groſs ist die Centrifugalkraft, die einen einfach gestalteten Schwungring von den nachstehenden Dimensionen bei einer, zwei, drei Touren in der Sekunde zerreiſsen will? $r = 3{,}3$ m, $r_1 = 3$ m, $d = 0{,}3$ m, $p' = 7{,}5$.

Auflösung.

$$K_1 = \frac{2 \cdot 0{,}3 \cdot 75\,(3{,}3^3 - 3^3)\,4\,\pi^2}{3 \cdot 9{,}81} = \frac{6\,\pi^2\,(3{,}3^3 - 3^3)}{9{,}81} = \frac{53{,}62\,\pi^2}{9{,}81} = 53{,}94 \text{ Tonnen.}$$

Bei 2 Touren handelt es sich um das 4-fache, bei 3 Touren um das 9-fache u. s. w.

Bemerkung. Die gesamte Riſsfläche ist das doppelte Rechteck aus d und $(r - r_1)$, also gleich $2\,d(r - r_1) = 2 \cdot 0{,}3 \cdot 0{,}3 = 0{,}18$ qm $= 180\,000$ qmm. Von der Spannung 53 940 kg kommen also auf jedes Quadratmillimeter $0{,}2997 = \sim 0{,}3$ kg. Der Tragmodul des Guſseisens ist 7,5 kg. Wann wird er erreicht? Bei n Touren handelt es sich um $n^2 \cdot 0{,}3$ kg Spannung, aus $n^2 \cdot 0{,}3 = 7{,}5$ folgt $n^2 = 25$ und $n = 5$. Bei 5 Touren also wird bereits die Elastizitätsgrenze erreicht. Wird der Bruchmodul als 11 angenommen, so erfolgt das Zerreifsen bei

$$n = \sqrt{\frac{11}{0{,}3}} = 6{,}055 \text{ Umdrehungen in der Sekunde.}$$

Die Annahme, dafs der Zug sich gleichmäfsig über die ganze Rifsfläche verbreitet, ist nicht ganz richtig, aber für praktische Zwecke zulässig.

Bei anderer Gestaltung des Hauptschnittes kommen die Formeln des Abschnittes 49 zur Geltung.

Will man direkt die Spannung erhalten, so ergiebt sich in Tonnen auf das Quadratmeter die Zugspannung

$$S_1 = \frac{2\,d\,p'\,(r^3 - r_1^3)\,(2\,n\,\pi)^2}{3\,g\,2\,d\,(r - r_1)} = \frac{p'\,(r^2 + r\,r_1 + r_1^2)\,(2\,n\,\pi)^2}{3\,g}.$$

Multiplikation mit 1000 und Division durch 1 000 000 reduziert diese Spannung auf Kilogramm pro Quadratmillimeter, so dafs man dann hat

$$S = \frac{p'(r^2 + r\,r_1 + r_1^2)\,(2\,n\,\pi)^2}{3000\,g},$$

im Beispiele also

$$S = \frac{7{,}5\,(10{,}89 + 9{,}9 + 9)\,4\,\pi^2}{3000 \cdot 9{,}81} = 0{,}2997 \text{ kg/qmm.}$$

Bei den grofsen z. B. in Drahtwalzwerken gebräuchlichen Umdrehungszahlen sind nach Obigem gufseiserne Räder von grofsen Dimensionen unbrauchbar. Sie werden dort durch schmiedeeiserne ersetzt. Bei dem Schrägwalzverfahren (Mannesmann) hat man die Sicherheit noch durch Umspinnung mit Draht zu vergröfsern gesucht.

C. Die ausgleichende Arbeit des Schwungrades bei der einfachen Kurbelbewegung.

420) Der Kurbelradius der Maschine sei r, der Widerstand, auf den Radius r reduziert, sei q, also $q\,r$ das Moment des zu überwältigenden Widerstandes. Man denke sich z. B. die Last q an einem Seile wirkend, welches um die Peripherie des Kurbelkreises geschlungen ist. Die Richtung der Pleuelstange werde stets als horizontal angenommen, was bei der sogenannten Kurbelschleife durchaus richtig, bei Pleuelstangen gewöhnlicher Art angenähert richtig ist, sobald sie mehr als die 5-fache Länge des Kurbelradius haben. Die treibende Maschine werde, wie überall in den Lehrbüchern, zunächst als Voll-