Der Maschinenbau

Redtenbacher, Ferdinand

Mannheim, 1862

Schraube

urn:nbn:de:bsz:31-270970

Für $f = 0{,}054$, $\frac{d}{D} = \frac{1}{14}$, $\frac{d_1}{D_1} = \frac{1}{5}$ würde

$$Z = \frac{Q}{1300}$$

Leider ist die Anwendung der Friktionsrollen bei Eisenbahnwagen, so wie überhaupt bei Maschinen, in welchen mächtigere Kräfte wirken, nicht wohl zulässig. Die Construktion ist zu complizirt und die Axenlagerung zu unsicher.

Die Schraube mit flachem Gewinde. Eine genaue Bestimmung des bei einer Schraube vorkommenden Reibungswiderstandes verursacht sehr weitläufige Rechnungen und führt zu so complizirten Formeln, dass es wohl Niemand in den Sinn kommen würde, darnach numerische Rechnungen zu machen. Auch würde die Genauigkeit doch nur illusorisch sein, indem man in den Anwendungen niemals in der Lage ist, den Werth des Reibungscoeffizienten mit Zuverlässigkeit anzugeben. Wir begnügen uns daher mit einer Annäherungsrechnung, die sich ergiebt, wenn man die Gewindtiefe unendlich klein annimmt, in welchem Falle 1) alle Punkte der Schraubenfläche gleiche Geschwindigkeit haben, 2) die Neigung der Schraubenfläche gegen den Horizont für alle Punkte derselben einerlei Grösse hat.

Wird die Mutter festgehalten und die Spindel gedreht, so erhält dieselbe auch eine fortschreitende Bewegung nach der Richtung ihrer Axe und dabei gleitet die Spindelfläche an der Mutterfläche hinauf, wie ein auf einer schiefen Ebene liegender, durch eine Horizontalkraft getriebener Körper.

Wir werden daher die Formel, welche wir Seite 261 für die schiefe Ebene aufgestellt haben, anwenden können und erhalten daher für die Kraft P, welche am Umfang der Spindel horizontal drehend wirken muss, um die an derselben hängende Last aufzuziehen und die zwischen Mutter und Spindel statt findende Reibung zu überwinden, folgenden Ausdruck:

$$P = Q \frac{\tan \alpha + f}{1 - f \tan \alpha} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

wobei nun α den Neigungswinkel der Schraubenlinie gegen eine auf die Axe senkrechte Ebene bedeutet.

Nennt man d den Durchmesser der Spindel, h die Höhe eines Schraubenganges, so darf man setzen:

$$\text{tang}\ \alpha = \frac{h}{d\,\pi} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (2)$$

demnach ist auch:

$$P = Q\,\frac{\frac{h}{d\,\pi} + f}{1 - f\,\frac{h}{d\,\pi}} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (3)$$

Die Wirkung W, welche die Kraft P entwickeln muss, damit die Last Q auf eine Höhe H gehoben wird, ist $P\,\frac{H}{\text{tang}\,\alpha}$, oder

$$W = Q\,H\,\frac{\text{tang}\ \alpha + f}{\text{tang}\ \alpha - f\ \text{tang}^2\ \alpha} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (4)$$

Dieser Ausdruck wird ein Minimum für

$$\text{tang}\ \alpha = -f + \sqrt{1 + f^2} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (5)$$

Diese hinsichtlich des Erhebungseffektes vortheilhafteste Schraube fällt in der Regel sehr steil aus, indem für gut ausgeführte Metallschrauben f nie grösser als $\frac{1}{10}$ ist.

Gewöhnlich wird eine Schraube angewendet, um mit einer gewissen Kraft einen sehr grossen Druck auszuüben, und dann muss tang α klein gemacht werden, oder muss eine Schraube von geringer Steilheit genommen werden, dann aber ist das Güteverhältniss einer solchen Schraube, nämlich $\frac{W}{Q\,H} = \frac{\text{tang}\ \alpha + f}{\text{tang}\ \alpha\ (1 - f\ \text{tang}\ \alpha)}$, äusserst ungünstig, denn wenn z. B. $f = 0{\cdot}1$ und tang $\alpha = 0{\cdot}1$ ist, wird dieses Verhältniss $\frac{W}{Q\,H} = \frac{2}{1 - 0{\cdot}01} = \frac{2}{0{\cdot}99} = 2$ (nahe), d. h. die zum Erheben erforderliche Wirkung wird noch einmal so gross, als sie wäre, wenn keine Reibung statt fände, oder mit anderen Worten, es geht in diesem Falle von der drehenden Kraft die Hälfte verloren. Die Schraube ist daher leider ein sehr schlechter Mechanismus zur Transmittirung grosser Kräfte. Wenn man mit einer Schraube 100 Pferdekraft übertragen wollte, würden 50 verloren gehen, und diese verlorene Kraft würde noch überdies auf Abnutzung der Spindel und Mutter wirken. Um die Mutter gegen Abnützung zu schützen, ist es nothwendig, derselben eine sehr grosse Ausdehnung zu geben, um so die Intensität des Druckes zwischen Spindel und Mutter zu mässigen.

Frägt man nach der Kraft P_1, die am Umfang der Schraube wirken muss, um zu verhindern, dass sich die Spindel durch den

Zug der Last Q nicht dreht, so findet man dieselbe, wenn man in (1) P_1 statt P und $-f$ statt f setzt Man hat daher:

$$P_1 = Q \frac{\tang \alpha - f}{1 + f \tang \alpha} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (6)$$

Schrauben, die zum Festhalten dienen, müssen so eingerichtet werden, dass sie sich durch die längs der Spindel wirkende Kraft von selbst nicht aufdrehen. Hierzu ist vermöge Gleichung (6) erforderlich, dass

$$\tang \alpha \leqq f$$

ist. Will man dagegen umgekehrt, dass sich die Spindel, wenn auf sie keine drehende Kraft einwirkt, dreht, so muss

$$\tang \alpha > f$$

genommen werden.

Schraube mit scharfem Gewinde. Die genaue Berechnung der Reibung bei einer Schraube mit scharfem Gewinde ist mit Weitläufigkeiten und Schwierigkeiten verbunden, die in keinem Verhältniss stehen mit dem geringen praktischen Nutzen, der aus einer ganz genauen Berechnung entstehen könnte. Will man die Sache ganz genau nehmen, so ist diese Berechnung heut zu Tage noch ganz unmöglich, denn man müsste mit Rücksicht einerseits auf das sehr complizirte Bildungsgesetz der Schraubenfläche, andererseits auf die Elastizität des Materials, aus welchem Spindel und Mutter besteht, die in jedem Berührungspunkt zwischen Spindel und Mutter statt findende Pressungsintensität bestimmen. Ich habe diese Rechnungen so weit als möglich durchgeführt, halte es aber nicht für angemessen, sie hier zu produziren, sondern beschränke mich auf die praktischen Bedürfnisse, für welche eine Annäherungsrechnung ganz ausreichend ist.

Nennt man für eine dreikantige Schraube, Fig. 12, Tafel XIV., α die Neigung der äusseren Schraubenlinie der Spindel gegen eine auf die Axe der Schraube senkrechte Ebene, β die Hälfte des Kantenwinkels des Gewindes und nimmt P, Q, f in dem früher angegebenen Sinn, so ist $\frac{Q \cos \alpha + P \sin \alpha}{\cos \beta}$ der Normaldruck zwischen Mutter und Spindel, die Kraft $P \cos \alpha$ muss nun den Widerstand $Q \sin \alpha$ und die aus obigem Normaldruck entstehende Reibung überwinden, daher hat man:

$$P \cos \alpha = Q \sin \alpha + \frac{Q \cos \alpha + P \sin \alpha}{\cos \beta} f$$