Der Maschinenbau

Redtenbacher, Ferdinand

Mannheim, 1862

Friktionswinden

Damit eine solche Winde sowohl für leichtere als für schwerere Lasten gut gebraucht werden kann, ist es gut, sie so einzurichten, dass sie mit einer oder mit zwei Räderübersetzungen arbeiten kann. Zu diesem Behufe versieht man die Axe a_2 noch mit einem zweiten (in der Figur nicht verzeichneten) Getriebe g von der Grösse des Getriebes d und befestigt dasselbe an eine Stelle der Axe a_2 so, dass g in b nicht eingreift, wenn f in e eingreift. Macht man nun die Axe a_2 verschiebbar, so kann man machen 1) dass g in b, dagegen f in e nicht eingreift, und dann wirkt die Winde mit einer Uebersetzung, 2) dass f in e, dagegen g in b nicht eingreift, und dann hat man eine Winde für grosse Lasten mit zwei Uebersetzungen. Schliesslich muss noch bemerkt werden, dass für eine Last von 3120 Kilogrammen kein Seil genommen werden kann, sondern eine Kette genommen werden muss. Der Durchmesser des Ketteneisens ist (nach Resultate, Seite 40) 1·6 Centimeter. Damit die Kettenglieder, wenn sie sich auf die Welle legen, nicht verdrückt werden, muss die Welle zur Aufnahme der stehenden Kettenglieder mit einer schraubenförmigen Furche versehen werden.

Derlei Winden mit zwei Räderübersetzungen werden selten gebraucht. Sie fallen zu schwerfällig aus, und die Lasten, welche mit denselben gehoben werden können, sind doch nicht bedeutend. Winden mit drei Uebersetzungen werden gar nicht gebraucht. Sind die zu hebenden Lasten so gross, dass sie mit einer Winde mit einer oder mit zwei Uebersetzungen nicht gehoben werden können, so wendet man mehrere solche Winden an, oder man benutzt Flaschenzüge und Winden.

Friktions-Winden.

Wenn die aufzuwickelnden Ketten oder Seile sehr lang sind (was insbesondere der Fall ist, wenn Flaschenzüge angewendet werden), fallen die Ketten- oder Seilwellen ebenfalls sehr lang aus. Man kann in solchen Fällen statt der im Vorhergehenden behandelten Winden sogenannte Friktionswinden gebrauchen.

Fig. 17 und 18, Tafel XXVI. stellt eine solche Winde vor. Die Winde hat drei Axen a_1 a_2 a_3. Mit a_1 ist eine Seiltrommel b_1 und ein Zahnrad c_1 verbunden. Mit a_3 eine Seiltrommel b_3 und ein Zahnrad c_3. a_2 ist mit zwei Kurbeln und mit einem in c_1 und c_3 gleichzeitig eingreifenden Getriebe c_2 versehen.

Um mit dieser Winde einen Widerstand nach der Richtung T durch einen langen Weg zu überwinden, wickelt man das Seil mehrmals um die beiden Seiltrommeln, lässt das Ende t durch einen Arbeiter A anspannen und lässt die Kurbeln durch andere Arbeiter B nach einer Richtung drehen, bei welcher sich das Seilende T stets auf-, das Seilende t dagegen stets abwickelt. Dabei bleiben die Stellen, wo die Auf- und Abwicklungen der Seile T und t stattfinden, immer die gleichen, und wenn der Arbeiter A das Seil stets stark genug spannt, während er fort und fort die Stücke, welche sich abwickeln, auf den Boden fallen lässt, so entsteht durch die im Seil herrschende Spannung am Umfang der Seiltrommeln eine Reibung, welche bewirkt, dass das Seil durch die Trommeln stets mitgenommen wird. Eine solche Friktionswinde ist gleichsam ein umgekehrter Flaschenzug.

Nennt man: T und t die beiden Seilspannungen. w den Halbmesser einer Seiltrommel. k den Halbmesser einer Kurbel, an welcher die Arbeiter B wirken. P die Kraft, mit welcher die Arbeiter gegen die Kurbeln drücken. R die Halbmesser der Räder c_1 c_3. r den Halbmesser des Getriebes c_2, so hat man, vorausgesetzt, dass man einstweilen die Nebenhindernisse (Steifheit des Seiles und Axenreibung) vernachlässiget,

$$T = t + P \frac{R}{r} \frac{k}{w} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

Damit aber das Seil auf den Trommeln nicht gleitet, muss zwischen T und t nachstehende Bedingung erfüllt sein:

$$T = t\, e^{f \frac{\sigma}{w}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

wobei f den Reibungscoeffizienten für die Reibung zwischen Seil und Trommel und σ die Summe der Bogenlängen bedeutet, längs welchen das Seil die *beiden* Trommeln berührt.

Aus diesen Gleichungen findet man:

$$\left.\begin{aligned} P &= T \frac{r}{R} \frac{w}{k} \frac{e^{f \frac{\sigma}{w}} - 1}{e^{f \frac{\sigma}{w}}} \\ t &= T \frac{1}{e^{f \frac{\sigma}{w}}} \\ T &= P \frac{R}{r} \frac{k}{w} \frac{e^{f \frac{\sigma}{w}}}{e^{f \frac{\sigma}{w}} - 1} \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots (3)$$

Es sei z. B.:

$$P = 2 \times 16,\ \frac{R}{r} = 5,\ \frac{k}{w} = \frac{39}{13} = 3,\ f = 0{\cdot}28,$$

$$\frac{\sigma}{w} = \frac{3 \times 2\, w\, \pi}{w} = 18{\cdot}8 \text{ (drei volle Umwindungen)},$$

dann wird:

$$e^{f\frac{\sigma}{w}} = 2{\cdot}718^{5{\cdot}264} = 193$$

$$T = 32 \times 5 \times 3\ \frac{193}{193 - 1} = 480$$

$$t = \frac{480}{193} = 2{\cdot}5 \text{ Kilgr.}$$

Das ablaufende Seil braucht also nur sehr wenig gespannt zu werden.

Diese Berechnung einer Friktionswinde mit Vernachlässigung aller Nebenhindernisse ist wohl für kleine Winden genügend, allein wenn derartige Winden in grossem Maassstabe anzuordnen sind, lohnt es sich wohl der Mühe, die Rechnung möglichst genau durchzuführen, daher wollen wir die Berechnung mit Berücksichtigung der Nebenhindernisse folgen lassen.

Nehmen wir an, die verschiedenen Seilspannungen seien gerade so gross, dass ein Glitschen des Seiles auf den Rollen nicht eintritt. Es seien:

$t\ t_1\ t_2 \ldots\ldots t_{2n} = T$ diese Spannungen in den einzelnen Seilstücken.

n die Zahl, welche angibt, wie oftmal das Seil um jede der beiden Seilwellen geschlungen ist.

$\lambda = e^{f\pi}$ wobei $e = 2{\cdot}718$ die Basis der natürlichen Logarithmen,

π die Ludolph'che Zahl,

f der Reibungscoeffizient für die Reibung des Seiles auf den Rollen,

f_1 der Reibungscoeffizient zur Berechnung der Zapfenreibungen,

δ der Durchmesser des Seiles in Centimetern,

d der Durchmesser der Zapfen an der Seilwelle,

$D = 2\, w$ der Durchmesser der Seilwelle.

Wenn alle Spannungen die kleinsten Werthe haben, bei welchen ein Gleiten derselben auf den Trommeln nicht eintritt, so ist:

$$t_1 = \lambda t,\ t_2 = \lambda t_1 = \lambda^2 t,\ t_3 = \lambda t_2 = \lambda^3 t \ldots . t_{2n} = T = \lambda^{2n} t\ . \quad (1)$$

Die an den Kurbeln wirkende Kraft P hat nicht nur die Spannungsdifferenz $t_{2n} - t = T - t$, sondern auch die Zapfenreibungen und Steifheitswiderstände zu überwinden. Daher hat man:

$$P \frac{R}{r} \frac{k}{w} = t_{2n} - t + f_1 \frac{d}{D} \left[\left(t + t_1\right) + \left(t_1 + t_2\right) + \left(t_2 + t_3\right) \ldots + \left(t_{2n-1} + t_{2n}\right) \right]$$
$$+ 0{\cdot}26 \frac{\delta^2}{D} \left(t + t_1 + \ldots . + t_{2n-1} \right)$$

oder

$$P \frac{R}{r} \frac{k}{w} = t_{2n} - t + 2 \left(t + t_1 \ldots + t_{2n-1} \right) f_1 \frac{d}{D} + \left(t_{2n} - t \right) f_1 \frac{d}{D}$$
$$+ 0{\cdot}26 \frac{\delta^2}{D} \left(t + t_1 \ldots + t_{2n-1} \right)$$

$$P \frac{R}{r} \frac{k}{w} = \left(t_{2n} - t \right) \left(1 + f_1 \frac{d}{D} \right) + \left(0{\cdot}26 \frac{\delta^2}{D} + 2 f_1 \frac{d}{D} \right) \left(t + t_1 + \ldots t_{2n-1} \right)$$

Allein es ist vermöge (1):

$$t + t_1 + \ldots . + t_{2n-1} = t \left(1 + \lambda + \lambda^2 + \lambda^3 + \ldots \lambda^{2n-1} \right) = \frac{\lambda^{2n} - 1}{\lambda - 1} t$$

demnach erhält man:

$$P \frac{R}{r} \frac{k}{w} = \left(t_{2n} - t \right) \left(1 + f_1 \frac{d}{D} \right) + \left(0{\cdot}26 \frac{\delta^2}{D} + 2 f_1 \frac{d}{D} \right) \frac{\lambda^{2n} - 1}{\lambda - 1} t$$

oder weil $t_{2n} = T = t \lambda^{2n}$ ist:

$$P \frac{R}{r} \frac{k}{w} = T \frac{\lambda^{2n} - 1}{\lambda^{2n}} \left[1 + f_1 \frac{d}{D} + \left(0{\cdot}26 \frac{\delta^2}{D} + 2 f_1 \frac{d}{D} \right) \frac{1}{\lambda - 1} \right]. \quad (2)$$

Dieser Ausdruck stimmt mit dem früher aufgestellten überein, wenn man in demselben diejenigen Glieder verschwinden lässt, welche die Axenreibung und Seilsteifheit ausdrücken. Der Einfluss von n auf den Werth von P liegt in dem Quotienten $\frac{\lambda^{2n} - 1}{\lambda^{2n}}$. Dieser Werth ist kleiner als die Einheit, nähert sich aber sehr bald dieser Grenze, so wie n gleich 2, 3, 4... gesetzt wird. Hieraus sieht man, dass die zur Ueberwältigung eines gewissen Widerstandes T an den

Kurbeln erforderliche Kraft bei einer grösseren Anzahl von Umwindungen etwas grösser ist als bei einer kleineren Anzahl. Eine grössere Anzahl von Umwindungen vermehrt also die zur Ueberwindung des Widerstandes T erforderliche Kraft nur wenig, vermindert dagegen die Seilspannung t, was die Thätigkeit des Arbeiters, welcher diese Spannung hervorzubringen hat, erleichtert.

Es sei:

$$T = 1248 \text{ Kilgr}, \quad d = 6, \quad \delta = 4, \quad D = 36$$

$$f_1 = 0{\cdot}1, \quad f = 0{\cdot}28, \quad \frac{R}{r} = 5, \quad \frac{k}{w} = \frac{36}{18} = 2, \quad n = 3$$

so wird $\lambda = 2{\cdot}718^{0{\cdot}28 \times 3{\cdot}14} = 2{\cdot}408$ und:

$$1 + f_1 \frac{d}{D} + \left(0{\cdot}26 \frac{\delta^2}{D} + 2 f_1 \frac{d}{D}\right) \frac{1}{\lambda - 1} = 1{\cdot}122$$

$$P = \frac{1}{5} \times \frac{1}{2} \times 1248 \times \frac{2{\cdot}408^6 - 1}{2{\cdot}408^6} \, 1{\cdot}122 = 140 \text{ Kilg.}$$

Die zum Treiben erforderliche Kraft ist in dem vorliegenden Falle im Verhältniss 1·122:1 grösser, als wenn keine Nebenhindernisse zu bewältigen wären.

Krahne.

Ein Krahn ist ein mit einer oder mehreren Winden versehenes, um eine vertikale Axe drehbares Gerüst, vermittels welchem Lasten von einem Ort nach einem anderen gebracht werden, vorausgesetzt, dass die beiden Orte innerhalb der Peripherie eines gewissen Kreises liegen. Nach der Aufstellungsweise können die Krahne in drei Klassen eingetheilt werden. 1) Krahne für geschlossene Lokalitäten, Magazin-Krahne. 2) Freistehende Krahne, Quai-Krahne zur Bedienung der Schiffe. 3) Transportable Krahne, Eisenbahnkrahne. Wir werden mehrere derselben beschreiben und dann ihre Construktion erklären.

Einfacher Magazinkrahn.

Fig. 1, Tafel XXVII. Das Drehgerüste besteht aus drei Balken a, b, c. a bildet eine Säule, sie ist oben und unten mit Zapfen versehen. Der obere g wird durch ein Lager gehalten, das an der Decke