Der Maschinenbau

Redtenbacher, Ferdinand

Mannheim, 1862

Kurbelübersetzungen

urn:nbn:de:bsz:31-270970

die Theilung der Kette allmählig grösser wird, während die Rädertheilung unverändert bleibt.

Bei einer durch den Gebrauch abgenützten Kette können daher die Bolzen derselben nicht mehr in das Mittel der Zahnlücken fallen. Auch die Erfahrung hat sich gegen die Anwendung der Ketten zur Uebertragung stärkerer Kräfte ausgesprochen. Das Schraubenschiff *Great Brittain* und die *Sömering-Lokomotive* von *Maffei* waren mit Kettenbewegungen versehen, mussten aber aufgegeben werden. Indessen ausnahmsweise können die Kettenbewegungen dennoch gebraucht werden, und insbesondere dann, wenn dieselben nicht continuirlich, sondern nur von Zeit zu Zeit, und jedesmal nur während kurzer Dauer zu wirken haben.

Kurbelübersetzungen.

Mit diesem Wort will ich diejenigen Mechanismen bezeichnen, bei welchen Axendrehungen durch Kurbeln hervorgebracht werden. Solche Kurbelübersetzungen gibt es mehrere.

Erstes Beispiel.

Fig. 4 und 5, Tafel XXI. a und d sind zwei in Lagern liegende Axen, c und e zwei mit denselben verbundene Kurbeln, der Halbmesser von c ist gleich dem Abstand der Axen, der Halbmesser von e ist zweimal so lang. Die beiden Kurbelzapfen sind durch eine Schleppstange *f* verbunden, deren Länge gleich ist dem Halbmesser von e. Wird die Axe a mit gleichförmiger Geschwindigkeit gedreht, so entsteht in der Axe d eine periodisch ungleichförmige Drehung, wobei d bei zwei Umdrehungen von a nur eine Umdrehung macht. Dieser Mechanismus ist von keinem praktischen Werth, weil der Bewegungszustand von d jedesmal unsicher wird, wenn die Richtungen von c, e und *f* übereinstimmen. Allgemein ist:

$$2\,a\,(r \cos\varphi - r_1 \cos\varphi_1) - 2\,r\,r_1 \cos(\varphi - \varphi_1) = l^2 - (a^2 + r^2 + r_1^2)$$

Zweites Beispiel.

Fig. 6, Tafel XXI. a ist eine Axe, mit welcher zwei diametral gegenüberstehende Kurbeln b und c verbunden sind. An die Zapfen derselben sind Röllchen gesteckt. d ist eine zweite zu a parallele Axe, mit welcher ein Rinnenkreuz *f* verbunden ist. Die Entfernung der Axenmittel von a und d ist gleich dem Halbmesser einer der Kurbeln b und c. Die Röllchen der Kurbeln laufen in den Rinnen des Kreuzes. Wird die Axe a gleichförmig gedreht, so entsteht auch in der Axe d eine vollkommen sanfte, gleichförmige Drehung. Dieser Mechanismus kann wohl zur Uebertragung von schwachen Kräften gebraucht werden. Für starke Kräfte würden die Zapfen der Rollen und das Kreuz zu gross ausfallen, und würde ein genaues Einpassen der Rollen in die Rinnen zu schwierig sein.

Drittes Beispiel. Die Kurbelschleife.

Fig. 7 und 8, Tafel XXI. a und b sind zwei parallele Axen, die erstere ist mit einer gewöhnlichen Kurbel d versehen, die zweite mit einer Kurbelschleife c, in welcher ein Gleitstück e aus- und einschleifen kann. Dieses Stück e ist an den Zapfen der Kurbel d gesteckt. Wird die Axe a gleichförmig gedreht, so entsteht in b eine periodisch drehende Bewegung. Nennt man r den Halbmesser der Kurbel d, ε den Abstand der Axen a und b, φ den Drehungswinkel von d, φ_1 den Drehungswinkel von c, so findet man leicht:

$$\frac{\sin(\varphi_1 - \varphi)}{\sin \varphi_1} = \frac{\varepsilon}{r}$$

demnach:

$$\cot g\, \varphi_1 = \cot g\, \varphi - \frac{\varepsilon}{r \sin \varphi}$$

Man kann diesen Mechanismus anwenden, wenn gefordert wird, dass eine Axe die aufeinanderfolgenden halben Umdrehungen abwechselnd mit grosser und kleiner Geschwindigkeit vollbringen soll.

Viertes Beispiel. Die Kurbelschwinge.

Fig. 9, Tafel XXI. Dieser Mechanismus ist nur ein spezieller Fall des vorhergehenden, nämlich der Fall, wenn die Distanz ε der beiden Axen grösser ist als der Halbmesser r der Kurbel. Dann macht der Hebel c nicht mehr ganze Umdrehungen, sondern er schwingt nur hin und her, mit wechselnder Geschwindigkeit.

Diese Bewegung wird durch nachstehende Formel bestimmt:

$$\frac{\sin(\varphi + \psi)}{\sin \psi} = \frac{\varepsilon}{r}$$

daraus folgt:

$$\cot g\, \psi = \frac{\varepsilon}{r \sin \varphi} - \cot g\, \varphi$$

oder auch:

$$\cot g\, \psi = \frac{1}{\sin \varphi}\left(\frac{\varepsilon}{r} - \mathrm{sos}\, \varphi\right)$$

Aus diesem letzteren Ausdruck ersieht man, das ψ nur in dem

Falle jeden zwischen 0 und 360° liegenden Werth annehmen kann, wenn $\varepsilon < r$, also nur im Fall der Kurbelschleife, nicht aber im Fall der Schwinge.

Fünftes Beispiel. Die maskirte Kurbelschleife.

Aeusserlich ist diese Anordnung, Fig. 10, Tafel XXI., sehr verschieden von der vorhergehenden, der Wirkung nach aber nicht. a ist eine unbewegliche kreisrunde Scheibe, um welche sich ein Zahnrad d dreht. b ist eine gegen a excentrische Drehungsaxe, die mit einer Schleifenkurbel e versehen ist. c ist ein in dem Radkörper d angebrachter Zapfen mit einem Gleitstückchen, das in der Schleife e aus- und eingleiten kann. Wird nun d mit gleichförmiger Geschwindigkeit gedreht, so wird durch den Zapfen c die Schleife e mit herumgenommen, und schleift dabei das Gleitstückchen in der Schleife aus und ein, was zur Folge hat, dass die Axe b eine periodisch drehende Bewegung erhält. Diese Einrichtung ist zwar complizirt, gewährt aber den Vortheil, dass die Axe b nach beiden Seiten fortgesetzt werden kann.

Sechstes Beispiel. Verbindung mehrerer Axen mit Kurbeln.

Fig. 11, Tafel XXI. a, b, c, d sind vier parallele mit Kurbeln e, *f*, g, h versehene Axen. i i ein steifer Winkelhebel, der mit seinem Scheitelpunkt an den Zapfen der Kurbel e gesteckt ist, und mit seinen Enden die Zapfen der Kurbeln *f* und g anfasst. l und k sind zwei Stängelchen, durch welche die Zapfen der Kurbeln *f*, g, h zusammengehängt sind. Wird die Axe a gleichförmig gedreht, so entstehen auch in den drei anderen Axen b, c, d gleichförmige Drehungen. Es ist selbstverständlich, dass man auf ähnliche Weise eine beliebige Anzahl von parallelen Axen von einer Axe aus bewegen kann. Dieser Mechanismus leistet gute Dienste bei Schützenaufzügen von Turbinen.

Das Universalgelenk oder der Hook'sche Schlüssel.

Fig. 12, Tafel XXI. Dieser Mechanismus gehört zu den sinnreichsten Elementen der Mechanik und leistet vortreffliche Dienste, wenn zwei Axen in Verbindung gesetzt werden sollen, die ihre gegenseitige Lage ändern. a und b sind zwei unter einem kleinen sonst beliebigen Winkel gegen einander geneigte Axen, deren Richtungen sich schneiden. c d sind zwei mit diesen Axen verbundene Gabeln. e ist ein die Gabelenden verbindendes Kreuz. Wird a gedreht und zwar gleichförmig, so entsteht in b eine periodisch ungleichförmige Drehung, die auf folgende Weise bestimmt werden kann. Es sei, Fig. 13, Tafel XXI., $f\,g\,k\,h$ der auf a senkrechte Kreis, welchen die Endpunkte f und k der Gabel c beschreiben, wenn sich die Axe a dreht. $g\,l\,h\,i$ der auf b senkrechte Kreis, den die Endpunkte g und h bei einer Drehung von b beschreiben. Der Neigungswinkel der beiden Ebenen $f\,g\,k\,h$ und $g\,l\,h\,i$ ist gleich dem Winkel, den die Axen a und b bilden. Wird a gedreht, so dass f nach f_1 kommt, so gelangt gleichzeitig g nach einem gewissen Punkt g_1 des Kreises $g\,l\,h\,i$, und da bei diesen Drehungen die Kreuzlinien immer gegen einander senkrecht bleiben, so muss der Winkel $f_1\,o\,g_1$ ein rechter sein. Die Winkel $f\,o\,f_1 = \varphi$ und $g\,o\,g_1 = \psi$, um welche sich gleichzeitig die Axen a und b drehen, ergeben sich demnach, wenn man einen rechten Winkel an zwei Ebenen, deren Neigung gleich ist dem Winkel, welchen die Axen a und b bilden, so fortgleiten lässt, dass der Winkelpunkt stets in einem Durchschnittspunkt der Ebenen und jeder der beiden Schenkel in einer der beiden Ebenen bleibt.

Hierauf gründet sich zur Auffindung der zusammengehörigen Drehungswinkel folgendes construktive Verfahren.

Man zeichne, Fig. 14, Tafel XXI., den Neigungswinkel $AOB = \alpha$ der Axen oder der Ebenen der Bewegungskreise. Zeichne einen beliebigen Winkel $COB = f\,o\,f_1 = \varphi$, fälle von einem beliebigen Punkt E den Perpendikel EF, beschreibe den Bogen FG, fälle GK, ziehe EJ parallel OB und verbinde den Durchschnittspunkt H mit O, so ist $HOB = g\,o\,g_1 = \psi$. Wiederholt man diese Construktion, indem man mehrere Linien wie OC annimmt, so erhält man eine Reihenfolge von zusammengehörigen Werthen von φ und ψ, und zeigt sich dann augenscheinlich Folgendes: Im ersten Quadranten (also wenn $\varphi < 90^0$ ist) ist ψ grösser als φ, eilt also die Axe b der Axe a voraus, und die Differenz zwischen φ und ψ wird am grössten, wenn φ ungefähr gleich 45^0. Bei $\varphi = 90^0$ ist auch $\psi = 90^0$. Im zweiten Quadranten ist $\varphi > \psi$, bleibt also die zweite Axe gegen die erste zurück, und die Differenz $\varphi - \psi$ wird bei φ ungefähr gleich $90^0 + 45^0$, am grössten aber bei $\varphi = 180^0$ wird auch $\psi = 180^0$. Die Bewegungen im dritten und vierten Quadranten stimmen mit denen im ersten und zweiten Quadranten überein.

Die zwischen φ und ψ bestehenden Beziehungen können auch leicht analytisch ausgedrückt werden. Es ist, Fig. 14, Tafel XXI., wenn wir $OE = x$ setzen: $OF = OG = x \cos\varphi$, $EF = x \sin\varphi$, $OL = x \cos\varphi \cos\alpha = OH \cos\psi$. $LH = FE = x \sin\varphi = OH \sin\psi$. Eliminirt man aus diesen zwei Gleichungen $\overline{OH}$, so findet man:

$$\operatorname{cotg}\psi = \operatorname{cotg}\varphi \cos\alpha$$

oder:

$$\text{tang}\ \varphi = \text{tang}\ \psi\ \cos\ \alpha$$

Es ist sehr zu bedauern, dass dieses Universalgelenk für eine allgemeine Anordnung zu kostspielig ist, sonst würde es unstreitig jeder andern Wellenkupplung vorzuziehen sein, und überhaupt in sehr vielen Fällen angewendet werden.

Hin- und Hergang.

„Hin- und Hergang" nennen wir jeden Mechanismus, der zur Verwandlung einer rotirenden Bewegung in eine hin- und hergehende, oder zu einer umgekehrten Verwandlung dient. Diese Mechanismen spielen im Maschinenwesen eine wichtige Rolle und es gibt deren sehr viele, aber doch nur wenig allgemein anwendbare. Die beachtenswertheren von diesen Mechanismen sind folgende.

Die Sinus- oder Sinus-Versus-Bewegung.

Fig. 15, Tafel XXI. a ist eine in Führungen b b laufende, mit einer Schleife c versehene Stange. d eine gewöhnliche Kurbel, an deren Zapfen ein Gleitstückchen gesteckt ist, das in der Schleife c hin- und hergleiten kann. Wird die Axe der Kurbel gleichförmig gedreht, so oscillirt die Stange a mit periodischer Geschwindigkeit auf und ab.

Nennt man r den Halbmesser der Kurbel, x den Weg, den die Stange nach aufwärts zurücklegt, während die Kurbel aus der horizontalen Stellung um einen Winkel φ nach aufwärts abgelenkt wird, so hat man, wie ein Blick auf die Figur zeigt,

$$x = r\ \sin\ \varphi$$

Die Weglängen der Stange a representiren also die Sinuse der Drehungswinkel der Kurbelaxe. Diese Bewegung ist die einfachste Schwingung, auf welche die meisten in der Natur vorkommenden Schwingungen zurückgeführt werden können. Diese Anordnung ist der compendiöseste Mechanismus zur Verwandlung einer rotirenden Bewegung in eine periodisch hin- und hergehende, und kann zur Uebertragung von schwächeren Kräften wohl gebraucht werden, wenn das Sinusgesetz der Natur der Sache nicht widerspricht. Zur Uebertragung stärkerer Kräfte ist jedoch dieser Mechanismus wegen der beträchtlichen Reibung des Gleitstückes in der Schleife nicht wohl zu verwenden.