

Entwurfsgrundlagen der Ankerhemmungen

Anker für Hemmungen mit konstantem Antriebe

(Schluß zu Seite 106)

Kraftwirkungen am Anker, Berechnung der Ruhereibung

Die Kraft des Gangrades einer Ankerhemmung bringt außer an den Hebungsf lächen auch an den Rückföhrungs- bzw. Ruhe- oder Zugf lächen des Ankers der verschiedenen Ankerhemmungen Wirkungen hervor, die im ersteren Falle für den Gangregler bei der Schwingung nach der einen Seite einen Kraftverlust, nach der anderen aber einen Antrieb bedeuten, in den beiden letzteren Fällen aber nur Kraftverluste verursachen.

Es soll nun zunächst der einfachste Fall untersucht werden, nämlich der Kraftverlust, der durch den Druck des Ganggradzahnes auf die Klauen-Ruhef läche eines ruhenden Ankeranges entsteht, wenn dessen Ankermittelpunkt, wie es am vorteilhaftesten ist, im Schnittpunkte der in den Ruhepunkten an den Zahnspitzenkreis gezogenen Tangenten liegt.

Die Abbildung 19 zeigt diesen Fall. Die Kraft des Gangrades wirkt in H in der Richtung der Tangente auf die Ruhef läche des Ankers ein. Da die Richtung dieser Kraft durch den Ankermittelpunkt geht, so tritt eine Kraftzerlegung nicht ein, und der Kraftverlust K_r (die Ruhereibung) ist in diesem Falle gleich der Tangentialkraft des Gangrades T mal dem Reibungskoeffizienten f , also

$$K_r = T \cdot f.$$

Unter Reibungskoeffizient versteht man die von Härte und Oberflächenbeschaffenheit der aufeinander reibenden Körper abhängige Größe, mit der man den Druck, den sie aufeinander

sondern auch der Hebelarm, auf den sie einwirkt, zu berücksichtigen, d. h., es muß das Produkt aus beiden Größen, das Kraftmoment genannt wird, in Rechnung gezogen werden. Ist R der Ruhehalbmesser, so wird das Moment der Reibungskraft

$$M_r = T \cdot f \cdot R.$$

Die zur Überwindung der Reibung vom Gangregler zu leistende Arbeit, auf die es hier allein ankommt, also die dem Gangregler für eine Schwingung entzogene Bewegungsenergie, die das Uhrwerk immer wieder ersetzen muß, damit er in Schwingung verbleibt, ist nun gleich dem oben angeführten Moment der Reibungskraft mal dem durchlaufenen Winkel. Dieser Winkel ist für die ruhende Hemmung gleich Ruhewinkel + Überschwungswinkel. Er muß allerdings in Längenmaß ausgedrückt werden, was in der Weise geschieht, daß man ihn auf dem Umfange eines Kreises mit dem Halbmesser Eins in Millimetern mißt. Der Umfang eines Kreises ist bekanntlich $U = 2 \cdot r \cdot \pi$, für den Halbmesser 1 also gleich $2 \cdot 1 \cdot \pi = 2\pi$. 1° hat auf dem Umfange

dieses Kreises eine Bogenlänge von $\frac{2\pi}{360}$; für n° ist die entsprechende Bogenlänge demnach gleich $n \cdot \frac{2\pi}{360}$.

Die vom Gangregler zur Überwindung der Ruhereibung aufzuwendende Arbeit ist mithin

$$A_r = T \cdot f \cdot R \cdot n \cdot \frac{2\pi}{360}.$$

Nimmt man den Ankermittelpunkt nicht mehr im Tangentenschnittpunkt, sondern, wie das die Abbildung 20 zeigt, merklich von diesem abweichend an, so tritt eine Zerlegung der Tangentialkraft T des Gangrades ein, die von dem Winkel α abhängt, welcher die Richtung dieser Kraft mit der senkrecht auf die Ruhef läche gerichteten Seitenkraft, der Normalkraft N , einschließt. Da die Reibungskraft stets gleich dem Normaldruck mal dem Reibungskoeffizienten, hier also gleich $N \cdot f$ ist, so wird ihr Moment zu

$$M_r = N \cdot f \cdot R.$$

Da ferner $N = \frac{T}{\cos \alpha}$ (denn $\frac{T}{N} = \cos \alpha$), so ist schließlich

$$M_r = f \cdot R \cdot \frac{T}{\cos \alpha}.$$

Der Kosinus eines Winkels ist für $0^\circ = 1$, für $90^\circ = 0$; er nimmt also mit dem Kleinerwerden des Winkels zu. M_r erreicht seinen kleinsten Wert daher, wenn $\alpha = 0^\circ$, $\cos \alpha$ also = 1 ist. Das ist der Fall der Abbildung 19. Die zur Überwindung der Ruhereibung erforderliche, vom Gangregler für jede Schwingung zu leistende Arbeit ist natürlich auch hier gleich obigem Reibungskraftmoment mal dem durchlaufenen Winkel, also

$$A_r = f \cdot R \cdot \frac{T}{\cos \alpha} \cdot n \cdot \frac{2\pi}{360}.$$

Diese dem Gangregler durch die Ruhereibung entzogene Arbeit hängt also, wie man sieht — abgesehen von dem ohne weiteres erkennbaren Einfluß der größeren oder geringeren Reibung — vor allem und direkt von der Ankerarmlänge R ab. Wie diese größer oder kleiner wird, so wächst auch der Verlust oder nimmt er ab. In gleicher Weise hängt der Arbeitsverlust des Gangreglers durch die Ruhereibung auch von der am Umfange des Gangrades wirkenden Tangentialkraft T und vom Ankerwinkel $n \cdot \frac{2\pi}{360}$ ab, in dem die Ruhereibung tätig ist. Der Arbeitsverlust steht aber auch im Verhältnis zur Größe des Winkels α , den die Kraftrichtung

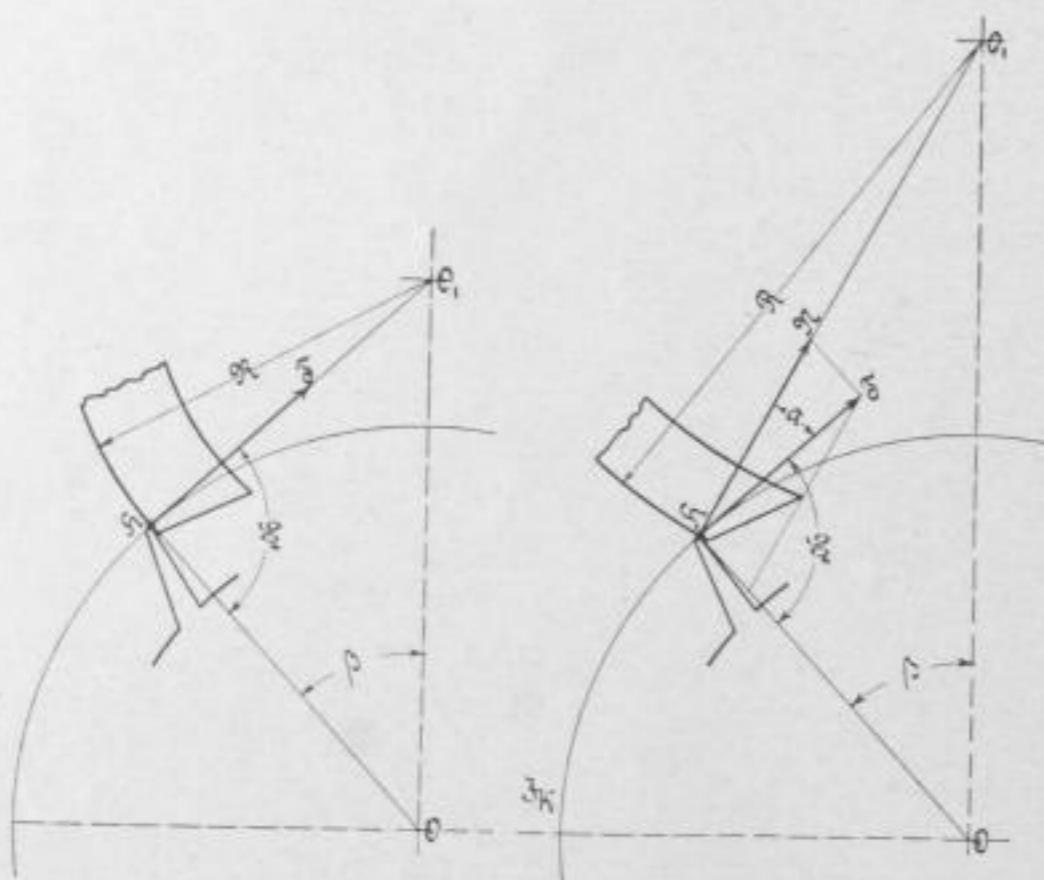


Abb. 19. Ruhereibung bei Ankerachse im Tangentenschnittpunkt

Abb. 20. Ruhereibung bei Ankerachse oberhalb des Tangentenschnittpunktes

ausüben, multiplizieren muß, um die Kraft zu erhalten, die zur Überwindung der Reibung nötig ist. Liegt beispielsweise ein 300 g schwerer Körper auf horizontaler Unterlage, drückt er auf diese also mit einer Kraft K von 300 g, und ist der Reibungskoeffizient, wie etwa zwischen poliertem harten Stahl oder Stein und Messing, $f = 0,14$, so wird, um die Reibung der beiden Körper knapp überwinden zu können, eine Kraft

$$K_r = 300 \cdot 0,14 = 42 \text{ g}$$

nötig sein. Bei der geringsten Zunahme dieser parallel zur Horizontalen wirkenden Kraft wird der Körper also in Bewegung geraten.

Im Falle der Abbildung 19 handelt es sich nun um die Wirkung einer Kraft auf einen Hebel. Hier ist also nach früheren Ausführungen nicht allein die Größe der Kraft,