

geordnet werden, daß er an der Grenze neutralen Gleichgewichtes steht; eine kleine Änderung der Geschwindigkeit hätte einen verhältnismäßig großen Ausschlag der Pendel zur Folge.

Bei noch größerer Entfernung der Aufhängepunkte von der Achse würde die Anordnung Fig. 138 die Eigenschaft der Stabilität verlieren; ein solcher Regulator wäre labil, daher als Regulator unbrauchbar.

156. Gleichgewicht der belasteten Regulatoren. Die vorstehenden Resultate lassen sich ohne weiteres auch auf den belasteten oder Porterschen Regulator (Fig. 133) anwenden. Bezeichne M' den Betrag der Extrabelastung pro Pendel (gewöhnlich ist M' die Hälfte der gesamten Hülsenbelastung), q das Geschwindigkeitsverhältnis der vertikalen Bewegung der Hülsenbelastung und der vertikalen Bewegung der Pendel, welches leicht durch Rechnung oder bei gegebener Konfiguration des Regulators graphisch ermittelt werden kann, dann hat jedes Pendel bei seiner Aufwärtsbewegung außer seinem Eigengewichte noch eine zusätzliche Belastung äquivalent q -mal dem Gewichte von M' zu heben. Die zusätzliche Belastung erhöht daher die Gegenkraft von dem Betrage $\frac{M g r}{h}$ auf $\frac{(M + q M') g r}{h}$. Für den Gleichgewichtszustand bleibt jedoch die Bedingung aufrecht, daß F gleich sein muß $4\pi^2 n^2 r M$.

Die Geschwindigkeit, mit welcher der belastete Regulator laufen muß, um irgend eine bestimmte Konfiguration beziehungsweise Höhe h anzunehmen, ergibt somit die Gleichung

$$n = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{(M + q M') g}{M h}}$$

Der belastete Regulator erfordert daher bei gleicher Höhe h eine im Verhältnis $\sqrt{M + q M'}$ zu \sqrt{M} größere Geschwindigkeit als der unbelastete Regulator.

Bei der gewöhnlichen Anordnung des Porterregulators bilden die vier Glieder ein Parallelogramm (Fig. 140), daher ist die Vertikalbewegung der Hülse und des mit derselben vereinten Belastungsgewichtes zweimal so groß wie jene der Pendel, somit $q = 2$; nachdem andererseits das Belastungsgewicht auf zwei Pendel aufgeteilt ist, wird das Gewicht jedes der beiden Pendel, aber nicht die Masse desselben, um einen Betrag gleich dem vollen Gewichte der Hülsenbelastung vermehrt.

Es sei hier noch ein anderer Weg der Ermittlung der Gleichgewichtsbedingungen des Porterregulators erwähnt. M bezeichne wie früher die Masse eines Pendels und $2M'$ jene der Hülsenbelastung. Die Hülsenbelastung, deren Gewicht $2M'g$ beträgt, wird durch den Zug in den

beiden unteren Stangen Fig. 140 getragen. Aus dem Dreiecke abc Fig. 141, als Kräfte-diagramm der Hülsenbelastung, in welchem $ab = F_3$ das Gewicht dieser Belastung darstellt, ergibt sich durch die Seiten bc und ac der Zug in den unteren Stangen. Trägt man in der Verlängerung von ab die Strecke $bd = F_1$ entsprechend dem Gewichte Mg eines Pendels auf und zieht man durch d die Horizontale de , von c aus die Linie ce parallel zur Richtung der oberen oder Aufhängestange, dann bildet die Figur $ecbd$ das Polygon jener Kräfte, welche auf das Pendel einwirken und die Strecke de gibt die resultierende Gegenkraft F .

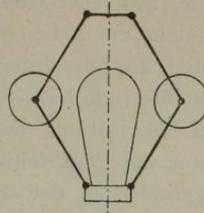


Fig. 140.

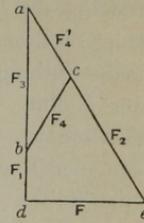


Fig. 141.

Die Geschwindigkeit, mit welcher der Regulator läuft, ist bestimmt durch die Bedingung, daß $4\pi^2 n^2 r M$ gleich sein muß der Resultierenden ed . Bei der gewöhnlichen Anordnung paralleler Stangen fällt ac und ce in eine gerade Linie zusammen, somit ist für diesen normalen Fall

$$ed = ad \tan \alpha \quad \text{oder} \quad F = (M + 2M')g \tan \alpha,$$

wenn α den Neigungswinkel der Stangen mit der Vertikalen bezeichnet. Nachdem andererseits $\tan \alpha = \frac{r}{h}$, geht dieser Ausdruck für F in den vorhin gefundenen über; F kann somit auf diese Weise graphisch ermittelt werden.

157. Empfindlichkeit der Regulatoren. Jede Geschwindigkeitsänderung eines Regulators äußert sich in dem Bestreben, eine Änderung in der Lage der Pendel hervorzurufen; wäre der Regulator selbst und der mit demselben verbundene Reguliermechanismus reibungslos, dann würde, die Eigenschaft der Stabilität vorausgesetzt, somit einer bestimmten Geschwindigkeit auch nur eine einzige bestimmte Lage der Pendel entsprechen. Wenn daher die Zufuhr des Dampfes einer Dampfmaschine, oder der Arbeitsflüssigkeit einer Wärmekraftmaschine überhaupt, von der Stellung der Pendel des Regulators abhängig ist, dann kann durch einen stabilen Regulator eine vollkommen gleichbleibende Geschwindigkeit der Maschine nicht erzielt werden.

Sobald sich die Kesselspannung oder der Arbeitsbedarf der Maschine ändert, ist eine Änderung in der Stellung der Pendel erforderlich, um den Zufluß der motorischen Substanz entsprechend zu vermehren oder zu verringern; die Pendel können ihre neue Lage jedoch nur behaupten, indem sie sich bleibend langsamer oder schneller drehen, als in der vorher inne-