

bungswiderstand des Systems ist unwesentlich, so lange dasselbe in Bewegung ist; da in jedem in Bewegung befindlichen und Erschütterungen ausgesetzten System die Reibung praktisch eliminiert ist, und jeder Teil diejenige Stellung einnimmt, welche er in einem ähnlichen reibungsfreien System annehmen würde.“

Es fragt sich, auf welche Weise die Regulierung in Fall 1 brauchbar gemacht werden kann. Die Antwort lautet: Durch Hinzufügen einer Reibungsbremse oder einer Oelbremse oder durch Vermehrung der Regulatormassen (bezw. Wahl einer „grösseren Regulatornummer“), am besten aber durch Anwendung aller dreier Mittel. Die Wirkungen von Reibungs- und Oelbremse sind etwas verschieden. Beide haben zunächst den gleichen Einfluss, die

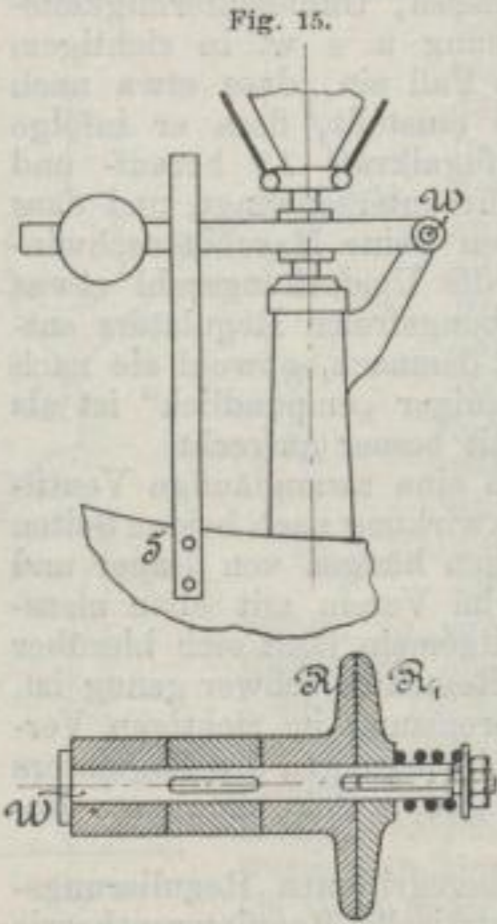


Fig. 15.

Schwingungsdauer des Regulators zu verändern. Dies ist sehr wichtig; denn die Schwingungsdauer des Regulators kann mit der Maschine so harmonisieren, dass die Regulatorschwingungen durch den Steuerungsdruck immer verstärkt werden. Ein leichtes Anziehen der Bremse hilft dem sofort ab. Ferner vermindern beide die Schwingungsweite und damit die Wahrscheinlichkeit, dass die Steuerung grossen Füllungsschwankungen ausgesetzt wird, welche unabänderlich mit Schwankungen der Umdrehungszahl verbunden sind. Der Unterschied in der Wirkung zwischen Reibungsbremse und Oelbremse besteht in der Verschiedenheit des Widerstandes. Die Reibungsbremse bietet für alle Geschwindigkeiten gleichen Widerstand, während der Widerstand der Oelbremse mit der Geschwindigkeit der Bewegung erheblich wächst. Infolgedessen wird eine Reibungsbremse bei plötzlichen Belastungsänderungen grössere Beweglichkeit gestatten, als eine Oelbremse, während andererseits das Verhüten zu heftiger Bewegungen auch als Vorteil der Oelbremse gerühmt wird. Ein Kompromiss von beiden Bremsungsarten ist daher vorzuziehen. Verstellbare Oelbremsen sind in Deutschland sehr verbreitet, während einstellbare Reibungsbremsen kaum zu finden sind. Es dürfte daher von Interesse sein, einfache Konstruktionen, wie sie sich an einigen von der *Southwark Foundry and Machine Co.*, Philadelphia, ausgeführten Maschinen vorfinden, kennen zu lernen. In Fig. 15 ist nach Einstellung des Gegengewichtes am Rahmen eine Stahlblattfeder angeschraubt, welche gegen den Regulatorhebel drückt. Unter der oberen Schraube ist während der Einstellung Spielraum, so dass der Reibungsbetrag verändert werden kann. In Fig. 16 ist die in Fig. 15 mit *w* bezeichnete Welle so ausgebildet, dass sie durch die Regulatorbewegung gedreht wird, wobei die Reibungsscheibe *R*₁ gegen die fest mit dem Gestell verbundene Scheibe *R* schleift. Durch Verändern der Federspannung lässt sich das Reibungsmoment einstellen.

Wenn Reibungs- und Oelbremsung sehr zuverlässige und unveränderliche Grössen wären, dann könnte man selbst bei Steuerungen mit grosser Rückwirkung verhältnismässig kleine Regulatoren anwenden. Nun sind aber beide Bremsungen veränderlich. Die Reibungsbremse hängt von der Schmierung ab und die Oelbremse von der Temperatur, welche die Flüssigkeit des Oeles verändert. Ausserdem werden, falls die Oelbremse zu scharf angezogen ist, die Regulatorbewegungen zu träge und es treten starke Maschinenschwingungen bei plötzlichen Belastungsänderungen auf, worauf weiterhin näher eingegangen wird.

Regulatorbremse ist daher nur dann ein gutes Hilfsmittel, wenn sie in mässigen Grenzen angewandt wird. Nachdem der Reibungsbetrag, welcher zur Bremsung nützlich angewandt werden kann, einmal ausgemittelt ist, wird derselbe bei allen folgenden Ausführungen zweckmässig in den Regulator oder in die Vorrichtung zum Verstellen der Umdrehungszahl gelegt. Das Haupthilfsmittel gegen Steuerungsrückwirkung bleibt Masse; denn dieselbe vermindert, wie gezeigt, die Schwingungsweite erheblich und ist von Temperatur und Wartung unabhängig. Damit ist aber nicht gesagt, dass die Gewichtsregulatoren den Vorzug verdienen; im Gegenteil ist es, falls man das Geld aufwenden kann, besser, einen sehr grossen Federregulator zu wählen, weil derselbe auch grössere Belastungsänderungen sicher und schnell einstellt.

Die Frage der Regulierung von Dampfmaschinen für Gleichstrombetrieb lässt sich demnach kurz in folgende Hauptregeln zusammenfassen:

1. Für compoundierte Dynamomaschinen ist ein geringer Ungleichförmigkeitsgrad δ nicht notwendig. Für Nebenschlussmaschinen ist δ so klein als möglich zu wählen.
2. Der geringste zulässige Ungleichförmigkeitsgrad δ hängt von zu vielen Umständen ab, als dass sich Regeln dafür aufstellen liessen. Einfache Vorrichtung zur Einstellung desselben während des Versuchsbetriebes ist daher vorteilhaft.
3. Für Drosselregulierungen und für Steuerungen, welche keine Rückwirkung ausüben, sind Regulatoren mit geringster Eigenreibung, kleinen Massen und hohen Umdrehungszahlen anzuwenden. Einstellbare Oelbremse ist vorzusehen.
4. Für Steuerung mit Rückwirkung sind, je nach Grösse derselben, schwere, massige Regulatoren anzuwenden, bei welchen Reibungs- und Oelbremse so zu adjustieren sind, dass infolge der periodischen Steuerungsdrucke der Regulator in kleinen Schwingungen immer wieder in dieselbe Lage zurückschwingt. Ein sicherer Weg ist die Anwendung eines grossen Regulators mit geringer Reibung und allmähliche Zuführung von Oelbremsung und Reibungsbremse, bis ruhiger Gang erzielt ist.

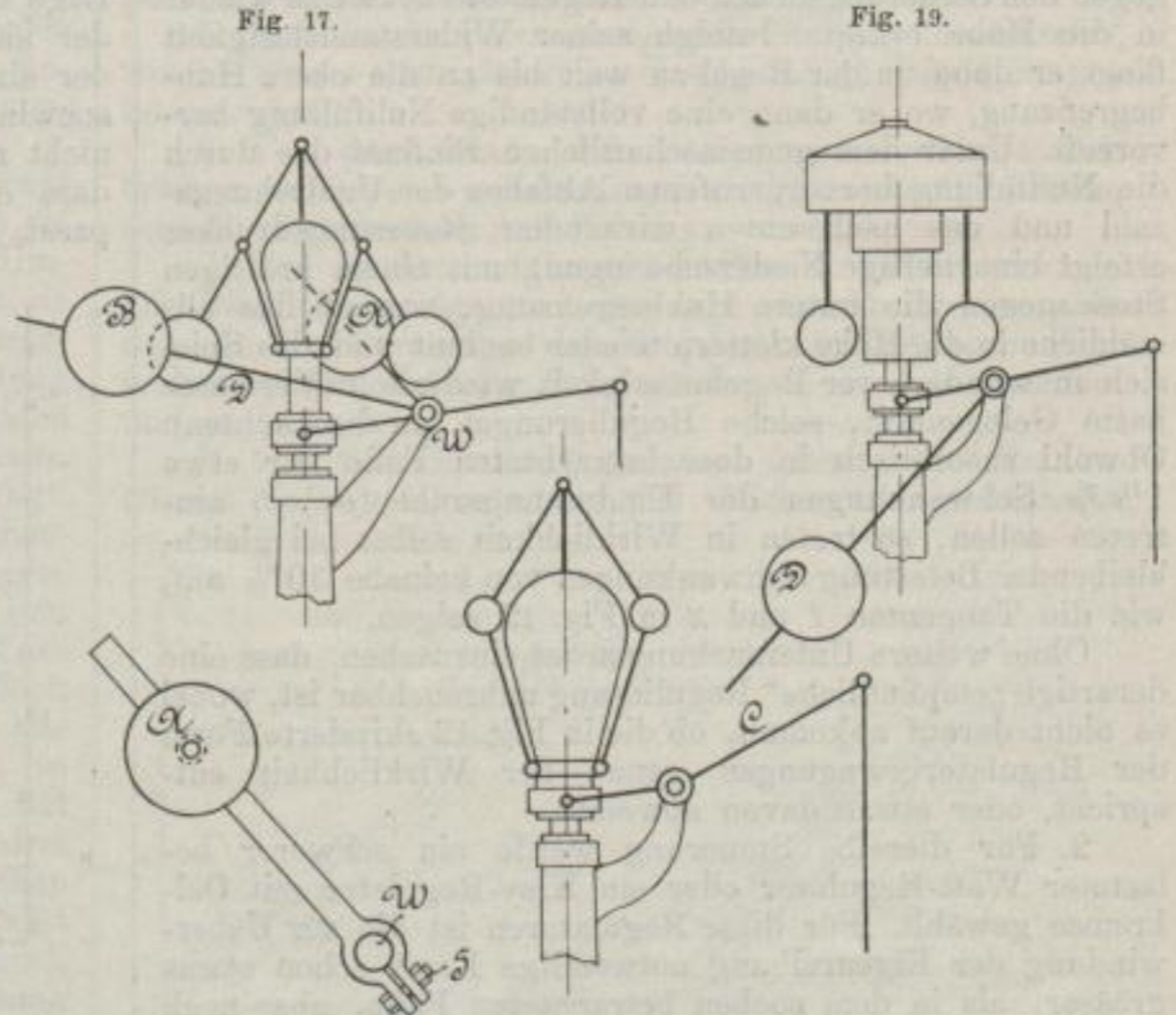


Fig. 18.

Im Anschluss hieran seien noch einige konstruktive Bemerkungen über Regulatoren mitgeteilt, welche dann und wann von Wert sein können.

Aus jedem noch so statischen Regulator kann man auf einfache Weise einen fast astatischen Regulator machen durch Einführung von Winkelhebelbelastung (Fig. 17 und 18). Das Gewicht *A* (Fig. 17) kann auf seiner Stange verschoben und diese wieder gegen die Welle *w* verdreht werden. Mit Hilfe dieser Vorrichtung kann man den Ungleichförmigkeitsgrad so lange verkleinern, bis der Re-