

Zahnradgetriebe ist durch ein Gehäuse gegen die Umgebung abgeschlossen.

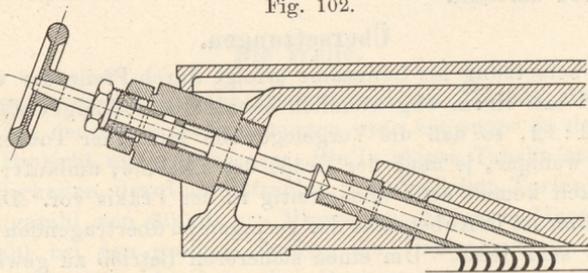
Vielfach, besonders bei größeren Typen, ist die Anordnung derart, daß das kleine Zahnrad in zwei große, einander gegenüberliegende Räder eingreift; auf diese Weise arbeitet die Dampfturbine auf zwei Vorgelegewellen. Insoweit die Vorgelegewellen nicht direkt mit anderen Maschinen gekuppelt sind, sind sie mit kleinen Riemenscheiben oder Seilgarnituren versehen, mittels deren die Arbeitsübertragung unter weiterer Tourenverminderung an Maschinen oder Transmissionen erfolgt.

Meistens wird die Turbine mit dem einfachen oder doppelten Vorgelege auf einer gemeinsamen Grundplatte montiert. Bei sehr großen Leistungen (mehrere hundert Pferdestärken) dagegen bilden nur die Turbine mit Zubehör und das Zahnradvorgelege ein Ganzes, während das Riemenvorgelege mit besonderer Grundplatte durch die Wellenkuppelungen mit dem erstgenannten Maschinenteile zusammenhängt.

Regulierung und Vergleich der Geschwindigkeitsdiagramme der de Laval- und Parsons-Dampfturbine mit einer liegenden Kuhn-schen Tandemventildampfmaschine bei verschiedenen Belastungsänderungen.

Die Regulierung der de Laval-Turbine geschieht auf zweierlei Weise. Die Dampfzufuhr kann zunächst in größeren Stufen von Hand durch Abstellen einer oder mehrerer Düsen, welche meist in größerer Anzahl am Umfange des Turbinengehäuses verteilt sind, geregelt werden. Zu diesem Zwecke ist jede Düse mit einem konischen Absperrventil und einer Spindel mit Handrad versehen, wie aus Fig. 102 zu erkennen

Fig. 102.



ist. (Man ist naturgemäß mit dem Handrade auch imstande, den in die Düse eintretenden Dampf in beliebigem Grade zu drosseln.) Die feinere, kontinuierliche und selbsttätige Regulierung jedoch besorgt ein auf der Vorgelegewelle sitzender Achsenregulator, welcher auf ein Drosselventil im Dampfzufluß wirkt. Da die Drosselung des Dampfes in weiten Grenzen Dampfverluste zur Folge haben würde, so ist in der oben erwähnten Abstellung einzelner Düsen von Hand, d. h. der Regulierung der Beaufschlagung der Turbine, eine vorteilhafte Ergänzung der

automatischen Regulierung zu erblicken. Der Achsenregulator ist sehr kompensiös konstruiert; er sitzt auf dem Wellenende des einen großen Zahnrades. Der Hub des Regulators ist ein axialer; ein Stift in der Verlängerung der Welle drückt auf einen nach dem Drosselventil führenden Hebel ¹⁾.

Die Regulierung ist sehr empfindlich und genügt auch bei bedeutenden Belastungsänderungen weitgehenden Anforderungen.

Fig. 103.

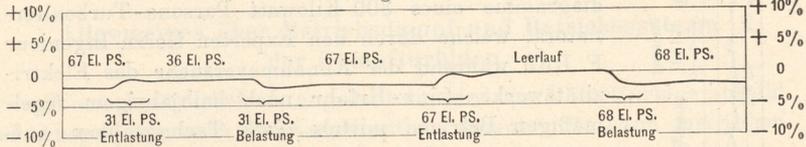


Fig. 104.



Fig. 105.

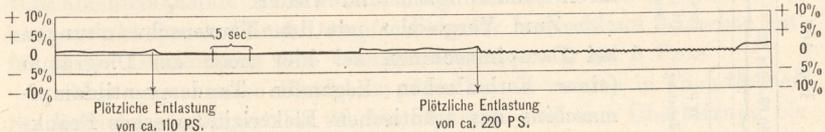
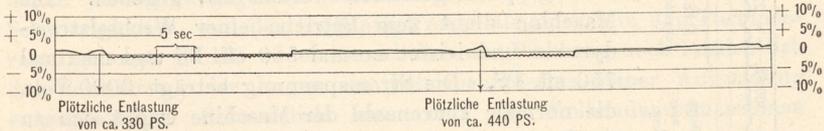


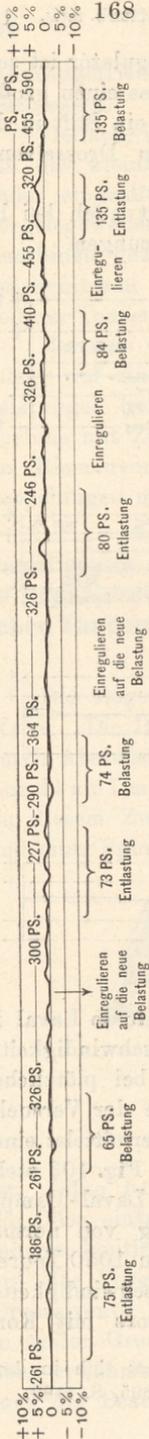
Fig. 106.



Die Ingenieure der Dampfturbinen-Aktiengesellschaft de Laval in Stockholm haben eine Reihe von Versuchen über die Geschwindigkeitsänderungen der de Laval-Dampfturbine im Betriebe bei plötzlicher Belastung oder Entlastung angestellt. Einige Resultate der Versuche geben beifolgende Diagramme (Fig. 103 u. 104), welche vermittelt eines Horn'schen selbsttätigen Tachographen gefunden sind. Fig. 103 stellt die beobachteten Geschwindigkeitsänderungen einer de Laval-Dampfturbinendynamo ohne Kondensation für eine Leistung von normal 135 elektrischen Pferdestärken und einer Tourenzahl von 1050 Touren pro Minute dar. Fig. 104 zeigt die Aufzeichnung der Geschwindigkeitsänderungen eines de Laval'schen Dampfturbinenmotors mit Kon-

¹⁾ Näheres über die Konstruktion des Regulators findet sich in dem Aufsatz von Klein, Zeitschr. des Vereins deutsch. Ingen. 1895, S. 1189.

Fig. 107.



densation und einer normalen Leistung von 100 PS und einer Tourenzahl von 1050 pro Minute. Bei der Dampfturbinendynamo beträgt die maximale Tourenschwankung bei plötzlicher Entlastung bzw. Belastung von etwa 68 PS rund 2 Proz., während beim Dampfturbinenmotor dieselbe bei plötzlicher Entlastung bzw. Belastung von etwa 34 PS sich auf 1 Proz. beläuft.

Fig. 105 u. 106 (a. v. S.) geben Geschwindigkeitsdiagramme eines 300 Kilowatt-Parsons-Turboalternators, welche durch den Experten Herrn Ingenieur F. Roß während der Abnahmeversuche des Elektrizitätswerkes Linz-Urfahr nach halbjährigem regelmäßigen Betriebe mittels eines Tachographen aufgenommen wurden. Aus dem Diagramm ersieht man, daß die Tourenzahl sich zwischen Leerlauf und Vollbelastung nur um etwa 2 Proz. und bei plötzlichen Belastungsänderungen von 100 Proz. sich die Tourenzahl nur um etwa $\pm 1\frac{1}{2}$ Proz., von der Mitte aus gerechnet, ändert; die Maschine erreichte nach Belastungsänderungen von 100 Proz. schon nach $3\frac{1}{2}$ sec ihren Beharrungszustand wieder.

Zum Vergleiche mit den Tourenschwankungen bei Dampfmaschinen sei hier noch ein Diagramm (einer Kuhn'schen liegenden Tandemventildampfmaschine des städtischen Elektrizitätswerkes Frankfurt a. M.), welches auch mittels des selbsttätigen Tachographen gefunden worden ist, gegeben. Die Maschine dient zum Betriebe einer Wechselstromdynamo und leistet normal 560 eff. PS und maximal 750 eff. PS. Die Stromspannung beträgt 3000 Volt, die normale Tourenzahl der Maschine ergibt sich zu 85 Touren pro Minute und der Gesamtwirkungsgrad von Dampfmaschine und Dynamo zu 80,05 Proz. bei Normal- und zu 81,9 Proz. bei Maximalbelastung. Fig. 107 stellt die beobachteten Geschwindigkeitsänderungen der Kuhn'schen Maschine bei verschiedenen Belastungen und Entlastungen dar.

Aus dem Geschwindigkeitsdiagramm geht hervor, daß beim regelmäßigen Betriebe unter irgend einer Belastung die Tourenschwankungen kaum bemerkenswert sind und daß sie bei einer Belastung bzw. Entlastung von 455 auf 590 PS, also um 135 PS, bzw. von 455 PS auf 320 PS, also um 135 PS, nur rund 2 bzw. rund 3 Proz. betragen. Bei einer Belastung von 326 PS auf 410 PS, also um 84 PS, bzw. bei

einer Entlastung von 326 PS auf 246 PS, also um 80 PS, ergeben sich Tourenschwankungen von 2,5 bzw. 2,3 Proz.

Bezüglich der Kuhn'schen Maschinen sei noch erwähnt, daß durch die seit einigen Jahren eingeführten Federregulatoren noch eine günstigere Regulierung erreicht wird.

Einen genaueren Überblick über die Regelmäßigkeit des Betriebes unter verschiedenen Verhältnissen geben die graphischen Darstellungen Fig. 103 bis 107.

Allgemeines über Betriebsdampf und Betriebssysteme der Dampfturbinen.

Wie schon mehrfach angedeutet, wird die Dampfturbine sowohl für Auspuff als auch für Kondensation gebaut. Sie kann mit jedem technisch gebräuchlichen Dampfdrucke bis zu 20 Atm. (vgl. Tabelle zu S. 172) arbeiten. Der Dampfverbrauch gestaltet sich um so günstiger, je größer das Druckgefälle ist. Dies weist darauf hin, wenn möglich, Kondensationsbetrieb zur Anwendung zu bringen. Der verwendete Betriebsdampf soll, wie auch bei Zylinderdampfmaschinen, möglichst trocken dem Turbinenrade zuströmen. Mit besonderem Vorteil wird hochüberhitzter Dampf benutzt. In dieser Hinsicht garantiert z. B. die Maschinenbauanstalt Humboldt, Kalk bei Köln, welche das Fabrikationsrecht der de Laval-Dampfturbine für Deutschland erworben hat, für je 50° Überhitzung eine Dampfersparnis von 5 bis 6 Proz.

Diese sogenannten Heißdampfturbinen werden in allen Größen für Betriebsspannungen bis 20 Atmosphären und eine Überhitzung bis zu 500° C gebaut. Der Betrieb durch Heißdampf mit so außerordentlichen Überhitzungsgraden bietet besonders aus dem Grunde keine Schwierigkeiten, weil der Heißdampf nicht als solcher in den Turbinenraum gelangt, so daß weder hinsichtlich der Dichtung noch hinsichtlich der Schmierung der Lager ein Betriebshindernis seiner Anwendung entgegensteht. Bekanntlich kann man bei Kolbendampfmaschinen höchstens bis zu Überhitzungstemperaturen von 380° C gehen.

Naturgemäß steht dem geringeren Dampfverbrauch bei Überhitzung ein größerer Brennmaterialverbrauch pro Kilogramm Dampf gegenüber. Immerhin hat die Verwendung von Heißdampf einen ökonomischeren Betrieb bezüglich Kohlenverbrauch pro Leistungseinheit im Gefolge. Die Vorteile des Heißdampfbetriebes können durch Ausnutzung der im heißen Austrittsdampf enthaltenen Wärme zu verschiedenen Heizzwecken noch erhöht werden.

Außer den Dampfturbinen für trocken gesättigten Dampf und den Heißdampfturbinen sei noch kurz einer besonderen Klasse, der „Niederdruckdampfturbinen“, Erwähnung getan.

Dieselben kommen in zweierlei Fällen zur Anwendung: 1. Zur Ausnutzung des Auspuffdampfes von Kolbendampfmaschinen, indem der Temperaturabfall des Dampfes vom atmosphärischen Druck bis zur