

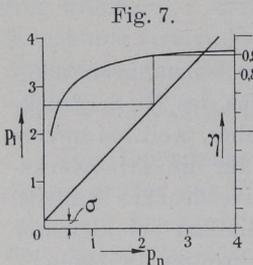
Einfluß der Belastung auf den Wirkungsgrad der Maschine.

47. Die Abhängigkeit der Widerstände von der Belastung nimmt man (mangels genauerer Unterlagen) meist linear an und setzt den nutzbaren Druck p_n zu p_i in die Beziehung

$$p_i = \sigma + (1 + \mu) p_n.$$

p_n ist definiert durch $\eta = \frac{p_n}{p_i}$, somit $\eta = \frac{p_i - \sigma}{p_i(1 + \mu)}$.

Die Konstante σ kann an einer fertigen Maschine leicht bestimmt werden, indem man sie unbelastet ($p_n = 0$) bei voller Tourenzahl indiziert. Es ist dies die sogenannte Leerlaufreibung. Die der jeweiligen Belastung proportionale Reibung μp_n nennt man die zusätzliche Reibung. In Fig. 7 ist p_i als lineare Funktion von p_n (mit Ordinatenanschriften links) dargestellt.



In dem Hilfsbuch von Hrabák und in der Hütte (21. Aufl. II S. 127 und 131) sind Regeln zur Annahme dieser Konstanten für verschiedene Maschinen und Admissionsdrucke gegeben, die jedoch auch (vgl. Art. 42) nicht mehr recht zeitgemäß sind. Jedenfalls bedürfen die in den Schätzungsformeln für die Konstanten enthaltenen Zahlenwerte einer starken Reduktion.

Wenn $\sigma = p_{i0}$ im vorliegenden Falle = 6 Prozent der Normalleistung = $0,06 p_{i \text{ normal}} = 0,06 \cdot 2,60 = 0,156$ geschätzt wird, so ergibt sich bei dem für normale Belastung angenommenen $\eta = 0,9$ mit

$p_n = 0,9 \cdot 2,60 = 2,34$ die zusätzliche Reibung aus

$$2,60 = 0,156 + (1 + \mu) 2,34,$$

$$1 + \mu = 1,044; \quad \mu = 0,044.$$

Hiernach kann η für verschiedene Belastungen ermittelt werden mit Gleichung

$$\eta = \frac{p_n}{p_i}, \quad \text{mit } p_i = 0,156 + 1,044 p_n \quad \text{oder} \quad p_n = \frac{p_i - 0,156}{1,044}.$$

Die Wirkungsgradkurve ist in Fig. 7 mit Ordinatenanschriften für η an der rechten Seite als Funktion von p_n dargestellt. Für die normale Leistung $p_i = 2,6$ muß natürlich η der ursprünglichen Annahme entsprechend = 0,9 sein. Der betreffende, von $p_i = 2,6$ auf $\eta = 0,9$ führende Linienzug ist in die Figur eingetragen.

Berechnung der erforderlichen Maximalfüllung.

48. Zunächst werde die ideelle Maximalfüllung für das Expansionsgesetz $p v = \text{const}$ aufgesucht. Hierzu ist die Tabelle auf S. 20 geeignet. Nach der Aufgabe soll die Leistung auf 160 PS_e gesteigert

werden können. Aus dieser Forderung ergibt sich bei den festliegenden Abmessungen der Maschine das erforderliche p_i aus der Gleichung

$$N_e = \eta \frac{2 n s F p_i}{60 \cdot 75}; \quad \eta p_i = \frac{N_e \cdot 60 \cdot 75}{2 n s F}$$

Es möge angenommen werden, daß die Tourenzahl um 1,5 Prozent = 2 Touren bei Vollbelastung abfällt, die Maschine also nur 128 Touren macht. Die Kolbenfläche (Mittelwert aus Kurbel- und Deckelseite) ist bei einem Durchmesser von 42 cm = $\frac{1385}{1,018} = 1360$ qcm, damit wird

$$\eta p_i = \frac{160 \cdot 60 \cdot 75}{2 \cdot 128 \cdot 0,6 \cdot 1360} = 3,45;$$

nach S. 24 ist $p_i = 0,156 + 1,044 p_n = 0,156 + 1,044 \cdot 3,45 = 3,758$; $\eta = 0,918$.

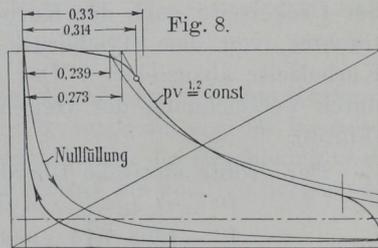
$$\text{Es ist } p_i = u (A p - B p_3); \quad 3,758 = u (A p - B p_3).$$

Da die Kompression nicht verändert wird, ist für B der oben gefundene Wert beizubehalten. p_3 kann bei der Maximalleistung infolge knapper Querschnitte und knapper Vorausströmung etwas größer werden wie bei normaler Leistung. Es möge angenommen werden, daß p_3 unverändert bleibt; auch u werde mit 0,98 beibehalten; dann ergibt sich A aus der Gleichung

$$3,758 = 0,98 (A \cdot 7 - 0,400); \quad A = 0,605.$$

Nach der Tabelle S. 20 liegt die Füllung zwischen 0,20 und 0,25 mit den Werten $A = 0,552$ und $0,620$. Die Interpolation ergibt eine Füllung von 0,239 (Fig. 8).

49. Für überhitzten Dampf wird nach dem in Art. 22 ange deuteten Verfahren angenähert die ideelle Füllung = 0,273 gefunden (Fig. 8). Dann wird die Abschluß füllung durch schätzungsweise Ein zeichnung der abgerundeten Ab schlußlinie = 0,314 gefunden und außer dem Füllungszuschlag für die obere Reguliergrenze wegen Art. 28 noch ein Sicherheitszuschlag bis auf 0,33 gegeben. Dem Regu lator kann es dann überlassen bleiben, diejenige Füllung einzustellen, welche 160 PS_e liefert, und die kleinen Schätzungsirrtümer zu beseitigen.



50. Von Bedeutung für die Regulierung und für die Wahl der Scheitelkurve ist noch die Leistung bei Nullfüllung. A ist hierbei (nach der Tabelle auf S. 20 für $m = 0,04$ und $s_1 = 0$) = 0,130,

und wenn bei Nullfüllung keine namhafte Drosselung eintritt, ist $A p = 0,130 \cdot 7 = 0,91$; $B p_3$ bleibt $= 0,400$, so daß wird:

$$p_{i0} = 0,98(0,910 - 0,400) = 0,50.$$

Die Leerlaufwiderstände entsprechen nach Art. 47 einem indizierten Druck von 0,156. Die Maschine würde also, wenn nicht noch andere größere Leergangswiderstände (Transmission od. dgl.) zu überwinden sind, unbelastet mehr Arbeit leisten, als sie verbraucht, d. h. sie würde durchgehen. Die Steuerung muß daher so durchgebildet werden, daß sie bei kleinsten Füllungen stark drosselt, damit an Stelle von 7 Atm. ein wesentlich niedrigerer Anfangsdruck eintritt. Bei überhitztem Dampf wird freilich die Arbeit bei Nullfüllung und ungedrosseltem Eintrittsdampf etwas kleiner sein wie bei Satttdampf. Doch mag davon abgesehen werden, die Arbeit zu bestimmen, da sie immer noch größer sein wird wie der Leergangswiderstand und es hier nur darauf ankam, zu zeigen, daß der Ausbildung der Steuerung nach dieser Richtung hin Aufmerksamkeit zuzuwenden ist. In Fig. 8 ist die der Füllung Null entsprechende Expansionslinie für ungedrosselten Satttdampf eingezeichnet.

Kräfte am Triebwerk

für $s = 0,6$ m, $D = 42$ cm, $p = 7$ Atm. abs., $p' = (1 + 0,05)p$, $p_3 = 0,21$.

51. Um die Triebwerkskräfte zunächst rein statisch zu ermitteln, hat man die gleichzeitig auf beiden Seiten des Kolbens wirkenden Kräfte voneinander abziehen; man hat also, wenn man bei nicht durchgehender Kolbenstange die Kräfte des Kolbenhingsangs von der Deckelseite nach der Kurbelseite als die stärkeren zuerst betrachtet, von dem Triebdruck der Deckel- den Gegendruck der Kurbelseite abziehen.¹⁾ Der Abzug geschieht in bekannter Weise durch Verzeichnung der Gegendrucklinie der anderen Kolbenseite (Fig. 9).

Der größte statische Überdruck auf den Kolben ist

$$P' = \pi/4 \cdot 42^2 (p' - 0,21); \quad p' = 1,05 p = 7,35;$$

$$P' = 1385 \cdot 7,14 = 9889 \text{ kg.}$$

Sowohl der Einfachheit halber als auch aus den im nächsten Artikel erörterten Gründen soll jedoch nicht der Anfangsadmissions-

¹⁾ Genau genommen müßten die spezifischen Gegendrucke bei Zusammensetzung mit den spezifischen Triebdrucken im Verhältnis $\frac{D^2 - d^2}{D^2}$ reduziert werden, wovon jedoch der Einfachheit wegen Abstand genommen werden möge.