

größeren Abstände von der Welle anliegt. Im Augenblick des Aufsetzens des Stempels auf das zu prägende Stück rückt der Anschlag A_1 die Scheibe T_1 vom Umfang des Schwungrades ab, um die beiden wegen der beim Prägvorgang eintretenden Verzögerung des Schwungringes nicht aufeinander gleiten zu lassen. Das Prägen wird also von der

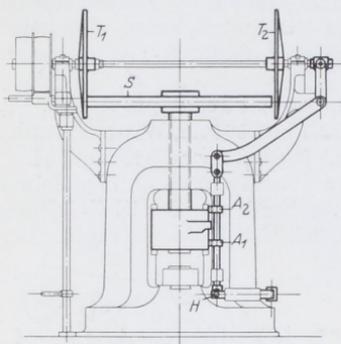


Abb. 2182. Spindelpresse.

Wucht des Schwungrades allein bestritten. Zum Wiederhochschrauben der Spindel dient die rechte Tellerscheibe T_2 , die nach dem Prägen mittels des Handgriffs H zum Anliegen gebracht, in der höchsten Spindelstellung durch den Anschlag A_2 wieder abgeschaltet wird. Gewöhnlich wird die Wirkung der Schwungräder nur zwischen zwei Grenzdrehzahlen n_1 und n_2 oder -winkelgeschwindigkeiten ω_1 und ω_2 ausgenutzt. Dann ist die vom Rad abwechselnd aufzunehmende und abzugebende Arbeit A_s dargestellt durch die Differenz der lebendigen Kräfte:

$$\begin{aligned} A_s &= A_2 - A_1 = \frac{J}{2} (\omega_2^2 - \omega_1^2) = \frac{J \cdot \pi^2}{2 \cdot 30^2} (n_2^2 - n_1^2) \\ &= \frac{J}{182,4} (n_2^2 - n_1^2). \end{aligned} \quad (712)$$

Ersetzt man das Trägheitsmoment J durch das Produkt aus der Masse M und dem Quadrat des Trägheitshalbmessers R_s , so wird:

$$A_s = \frac{M \cdot R_s^2}{2} (\omega_2^2 - \omega_1^2) = \frac{M \cdot R_s^2}{182,4} (n_2^2 - n_1^2) = \frac{M}{2} (v_2^2 - v_1^2), \quad (713)$$

wobei v_1 und v_2 die am Trägheitshalbmesser gemessenen Umlaufgeschwindigkeiten sind.

1. Schwungräder an Werkzeugmaschinen.

Zwischen zwei in weiterem Abstände liegenden Grenzdrehzahlen werden Schwungräder an manchen Werkzeugmaschinen, wie Stanzen, Scheren und Pressen benutzt, indem während der Pausen zwischen den einzelnen Schnitten oder Arbeitsvorgängen die Masse des Rades unter Erhöhung der Umlaufzahl beschleunigt wird. Für den Arbeitsvorgang steht dann neben der Leistung des antreibenden Motors die im Rad aufgespeicherte lebendige Kraft bereit. Die Wucht solcher Schwungräder pflegt man bei der höchsten Drehzahl n_2 etwa 2 bis 3 mal so groß wie die Arbeit A , die bei einem Arbeitsvorgang erforderlich ist, zu nehmen. Aus der Bedingung, daß dabei die Hälfte bzw. zwei Drittel der Wucht ausgenutzt wird, folgt, daß $\frac{J \cdot \omega_1^2}{2} = \frac{1}{2} \frac{J \cdot \omega_2^2}{2}$ bzw. $\frac{2}{3} \frac{J \cdot \omega_2^2}{2}$ und somit die Winkelgeschwindigkeit unter Gleiten des Riemens oder Schlüpfen des Motorankers auf $\omega_1 = 0,7 \omega_2$ bzw. $0,78 \omega_2$ sinken müßte, wenn nicht ein Teil der Arbeit vom Antriebmotor geleistet würde.

2. Schwungräder für Ilgner-Umformer.

In großem Maßstabe werden diese Vorgänge beim Ilgner-Umformer ausgenutzt, der dazu dient, die durch den Betrieb von Fördermaschinen oder schweren Walzwerken hervorgerufenen großen Belastungsschwankungen zu mildern. Würde man die Antriebmotoren unmittelbar ans Netz anschließen, so entstanden beim Anfahren der Fördermaschinen und beim Fassen der Walzen ganz unzulässige Stromstöße und Spannungsschwankungen, die alle andern am Netz liegenden Betriebe empfindlich stören würden. Ilgner schaltet deshalb ein schweres, raschlaufendes Schwungrad ein, das während der Pausen große Energiemengen aufspeichert, während der Arbeitszeiten aber wieder hergibt. Abb. 2183 stellt schematisch eine solche Anlage dar. An das Netz angeschlossen ist der ständig

laufende Motor *I*. Seine Welle trägt das Schwungrad *S* und die während der Pausen leerlaufende Anlaßdynamo *II* für den Walzwerkmotor *III*, so daß dieser in keiner unmittelbaren Verbindung mit dem Netz steht. Der dem Motor *I* zugeführte Strom wird dazu benutzt, die Geschwindigkeit des Schwungrades, die während des Walzens gesunken war, wieder an die obere Grenze zu bringen. Soll gewalzt werden, so wird die Anlaßdynamo erregt; ihr Strom treibt den Motor *III* an, wobei die nötige Energie zum Teil durch den Motor *I* aus dem Netz, zum Teil aus dem Schwungrad unter Verminderung seiner Umlaufgeschwindigkeit auf das 0,9... 0,85fache unter Schlüpfen des Ankers des Motors *I* entnommen wird. Dadurch, daß Ilgner das Schwungrad unter hohen oberen Geschwindigkeiten von 100 bis 150 m/sek laufen läßt, läßt es möglich, gewaltige Energiemengen aufzuspeichern und die Belastungsschwankungen des Netzes wirksam zu dämpfen.

3. Schwungräder an Kolbenmaschinen.

An Kolbenkraft- und -arbeitsmaschinen haben die Schwungräder eine zweifache Aufgabe, nämlich, beim Anlassen die Strecklagen des Kurbeltriebs überwinden zu helfen, während des normalen Laufs aber die Winkelgeschwindigkeit der Welle genügend gleichförmig zu machen.

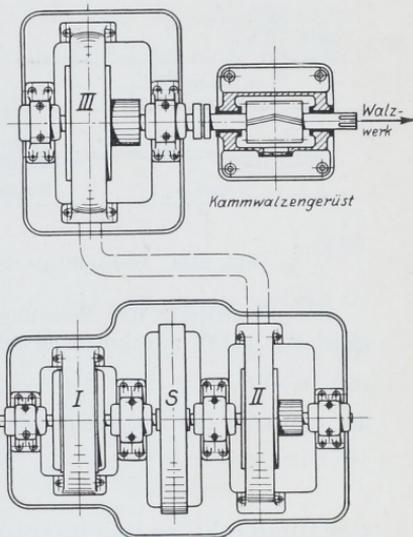


Abb. 2183. Ilgner-Umformer.

B. Berechnung der Schwungräder auf Grund der Arbeitsfähigkeit.

1. Berechnung an Hand des Tangentialdruckdiagrammes.

Auf S. 612 war an Abb. 1062 gezeigt worden, daß der die Kurbelwelle antreibende Tangentialdruck einer Einzylindermaschine erheblichen Schwankungen unterliegt und bald größer, bald kleiner als der von der Maschine zu überwindende Widerstand ist. Die über der Widerstandslinie liegende Überschubarbeit A_s muß vom Schwungrad unter geringer Steigerung der Umlaufgeschwindigkeit aufgespeichert und während der Zeit, wo das Drehmoment zur Überwindung des Widerstandes nicht ausreicht, unter Verringerung der Geschwindigkeit wieder abgegeben werden. Wie diese Arbeit an mehrachsigen Maschinen unter Beachtung der Versetzung der Kurbeln gegeneinander zu ermitteln ist, wurde an Abb. 1064 und 1067 dargetan. Dabei sei hervorgehoben, daß bei der Berechnung des Schwungrades stets die größte, während eines Spieles auftretende Über- oder Unterschubarbeit maßgebend ist. Für dieselbe kann die algebraische Summe mehrerer Teilflächen in Frage kommen, wenn gleichartige Flächen durch eine kleinere entgegengesetzter Art unterbrochen sind. Vgl. in der Beziehung die beiden Unterschubarflächen in der linken Hälfte der Abb. 1067. Falls in einer einachsigen Anlage eine Arbeitsmaschine durch die Kolbenstange unmittelbar mit der Kraftmaschine gekuppelt ist, läßt sich die im Schwungrad aufzuspeichernde Arbeit einfacher durch Übereinanderzeichnen der Kolbenüberdrucklinien, in Abb. 1065 also durch den Inhalt einer der gestrichelten Flächen bestimmen.

Abb. 2184 zeigt die Drehkraftlinie einer einachsigen, einfach wirkenden Viertaktverbrennungsmaschine mit dem links wiedergegebenen Druckverlauf. Die während des dritten Hubes erzeugte Nutzarbeit muß zum größten Teil von einem genügend schweren Schwungrade aufgenommen werden, weil sich das Kräftespiel auf vier Hübe oder zwei