

in den vorderen, kälteren Teil des Kolbens, mitten über die eigentliche Gleit- und Tragfläche, unter Ausschluß des verjüngten hinteren Kolbenendes, Abb. 931 a und Zusammenstellung 110, lfd. Nr. 16. Der Seitendruck darf an Verbrennungsmaschinen bei einem Stangenverhältnis $\frac{R}{L} = 1:5$ zu rund $\frac{P_{\max}}{10}$ angenommen werden, da der hohe Zünddruck mit zunehmendem Kurbelwinkel sehr rasch sinkt, bei Viertaktmaschinen zudem nur bei jedem vierten Hube auftritt. Unter der Voraussetzung, daß der Kolben bis zu einem Winkel $\gamma = 60^\circ$ beiderseits der Hauptebene tragen wird, daß also die Projektion der wirksamen Auflagefläche bei l_2 cm Länge:

$$2 \cdot \frac{D}{2} \cdot \sin \gamma \cdot l_2 = 0,87 D \cdot l_2$$

st, darf der Flächendruck $p = 1,25 - 1,5 \text{ kg/cm}^2$ betragen. Wenn er demnach niedriger als an den Gleitflächen selbständiger Kreuzköpfe genommen wird, so ist das 1. auf die höhere Bahntemperatur und 2. auf die Absicht zurückzuführen, die Abnutzung weitgehendst einzuschränken, zugunsten der Erhaltung der Zylinderform, die wegen der sicheren Abdichtung äußerst wichtig ist. Aus $\frac{P}{10} = 0,87 D \cdot l_2 \cdot p$ ergibt sich die Länge der eigentlichen Tragfläche:

$$l_2 = \frac{P}{8,7 D \cdot p} \quad (259)$$

Das Eigengewicht des Kolbens erhöht bei liegender Anordnung den Flächendruck an der Gleitfläche, braucht aber im allgemeinen nur bei größeren Maschinen mit schweren, gekühlten Kolben, etwa durch Einsetzen des niedrigeren Wertes für p berücksichtigt zu werden. An kleineren und leichteren Motoren, vgl. Abb. 978, legt man der Berechnung des Flächendruckes die ganze Kolbenlänge l , einschließlich der Kolbenringe zugrunde.

Als Mittelwerte für das Verhältnis $\frac{l}{D}$ können gelten:

an leichten Motoren: $\frac{l}{D} = 1 \dots 1,4$,

an liegenden Verbrennungsmaschinen bis zu 40 PS $\frac{l}{D} = 2 \dots 1,8$,

an größeren bis zu 180 PS $\frac{l}{D} = 1,5 \dots 1,6$.

2. Berechnung und Ausführung der Kolbenbolzen in Tauchkolben.

Für die Ermittlung der Bolzenmaße gelten die im Abschnitte über Zapfen gemachten Angaben. Der häufig beschränkte Raum im Innern des Kolbens zwingt häufig zu ziemlich hohen Werten für die Beanspruchungen. An Verbrennungsmaschinen, an denen freilich der höchste Druck nur sehr kurze Zeit wirkt, findet man bei sorgsamster Ausführung der gehärteten und geschliffenen Zapfen für den Flächendruck $p = 125 - 130$, bei großen Maschinen selbst bis 150 kg/cm^2 . Als Beanspruchung auf Biegung werden an einsatzgehärtetem Stahl 1000 und mehr kg/cm^2 zugelassen.

Bei der Befestigung des Zapfens ist die Ausdehnungsmöglichkeit des Kolbens zu wahren. Verspannung der Bolzen an beiden Enden durch kegelige Sitzflächen, wie sie sich an Kreuzköpfen bei wechselnden Drucken sehr häufig finden, können zum Unrundwerden und Klemmen des Kolbens bei der Erwärmung während des Betriebes führen. Da zudem die Belastung in den einfach wirkenden Maschinen im wesentlichen schwellend ist, wird meist nur das eine Ende des Bolzens durch eine Mutter oder einen Riegel, Abb. 976, verspannt, das andere aber zylindrisch gehalten, so daß es bei ver-

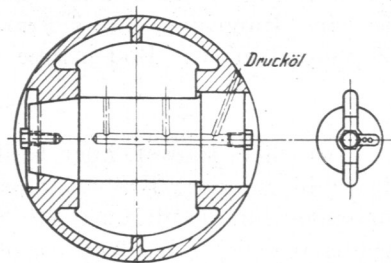


Abb. 976. Kolbenbolzen durch Riegel gesichert.

schwellend ist, wird meist nur das eine Ende des Bolzens durch eine Mutter oder einen Riegel, Abb. 976, verspannt, das andere aber zylindrisch gehalten, so daß es bei ver-

schiedener Ausdehnung des Kolbens gegenüber dem Bolzen im Auge gleiten kann. Bei kleineren und mittleren Bolzen finden sich sogar beiderseits zylindrische Passungen (Haft-, bei größeren Maßen Treibsitz), Abb. 978, in

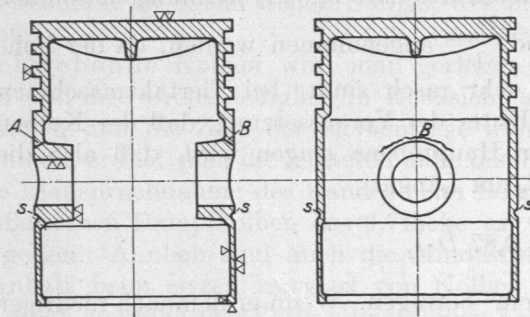
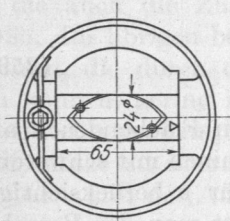


Abb. 977. Bruch am Bolzenauge.

Rücksicht auf Verzerrungen durch das Eintreiben der Bolzen oder durch Wärmewirkungen. Manche Konstrukteure sparen die Kolbenlauffläche an der Sitzstelle der Bolzen aus, Abb. 978. Zur Sicherung der Lage und zur Verhinderung der Drehung der Bolzen in den Augen dienen Stifte, Druckschrauben, Abb. 991, Riegel, Abb. 976, Federn, Abb. 932 usw.

Die Augen müssen kräftig gehalten werden, brechen aber bei kleineren Kolben nicht selten nach Abb. 977 an den Übergangstellen

zur Kolbenwand, wohl infolge von Nebenbeanspruchungen auf Biegung. Zur Verminderung der letzteren empfiehlt es sich, die Bolzen tief in die Augen hineingreifen zu lassen, um so die Kräfte möglichst unmittelbar auf die Kolbenwandung zu übertragen.



In Abb. 932 ist ein Kompressorstufenkolben mit eingebautem Zapfen wiedergegeben.

Den Kolben eines Kraftwagenmotors von 105 mm Bohrung zeigt Abb. 978. Er ist, um die Massendrücke bei den hohen Umlaufzahlen klein zu machen, leicht gehalten, mit einem gewölbten Boden versehen und hat einen um ein Zehntel Millimeter geringeren Durchmesser als der Zylinder, damit er sich bei stärkerer Erwärmung ausdehnen kann und nicht klemmt. Die Dichtung übernehmen die vier Kolbenringe. Der Kreuzkopfbolzen aus gehärtetem und geschliffenem Stahl ist durchbohrt und durch eine mit einem federnden Draht gesicherte Schraube so gehalten, daß die Löcher *L* unten liegen. Diese führen das von der Zylinderwandung durch die Kante *K* abgestreifte Öl den Schmiernuten in der unteren Hälfte der Schubstangenlagerschale zu, welche die durch die Entzündung des Brennstoffs erzeugte Kolbenkraft aufnehmen muß. Zur Versteifung der Sitzstelle des Bolzens ist eine Ringrippe, zur Übertragung der Kräfte zwischen dem Kolbenboden und den Zapfennaben eine Bodenrippe vorgesehen.

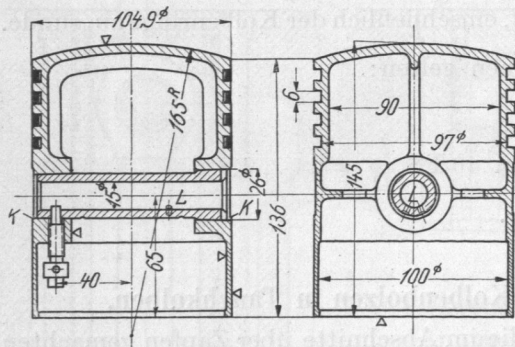


Abb. 978. Kraftwagenmotorkolben, Gußeisen. M. 1:4.

Der Kreuzkopfbolzen aus gehärtetem und geschliffenem Stahl ist durchbohrt und durch eine mit einem federnden Draht gesicherte Schraube so gehalten, daß die Löcher *L* unten liegen. Diese führen das von der Zylinderwandung durch die Kante *K* abgestreifte Öl den Schmiernuten in der unteren Hälfte der Schubstangenlagerschale zu, welche die durch die Entzündung des Brennstoffs erzeugte Kolbenkraft aufnehmen muß. Zur Versteifung der Sitzstelle des Bolzens ist eine Ringrippe, zur Übertragung der Kräfte zwischen dem Kolbenboden und den Zapfennaben eine Bodenrippe vorgesehen.

3. Kolbenspiel.

Das Spiel schwebender Kolben im Zylinder hängt bei liegenden Maschinen von der Durchbiegung der Kolbenstange ab und soll etwa gleich dem Dreifachen des rechnermäßigen, für die ungünstigste Stellung ermittelten Betrages sein. Bei kleinen Maschinen genügen meist 1 bis 2, bei größeren 2 bis 3 mm radiales Spiel. Die Kolben stehender Maschinen erhalten ringsum 1 bis 3 mm Luft. Besondere Sorgfalt ist auf das Spiel der Tauchkolben einfachwirkender Verbrennungsmaschinen zu verwenden, vgl. S. 547.

4. Die Befestigung der Kolben auf den Kolbenstangen.

Als Spannungsverbindung ausgebildet, muß sie die sichere Übertragung der Kräfte zwischen den Teilen bei gegenseitiger Zentrierung gewährleisten. Zur Verspannung dient