

7,37 m/sek. Der Druckverlauf *cc* und eine Geschwindigkeit von 6,42 m/sek stellte sich ein nach Vergrößerung der ersten Nut, sowie Einschalten einer weiteren, schwalbenschwanzförmigen und einer Versatzung an Stelle zweier früherer Nuten, Skizze *c* — ein Mittel, das sich allerdings auf hin- und hergehende Kolben nicht anwenden läßt.

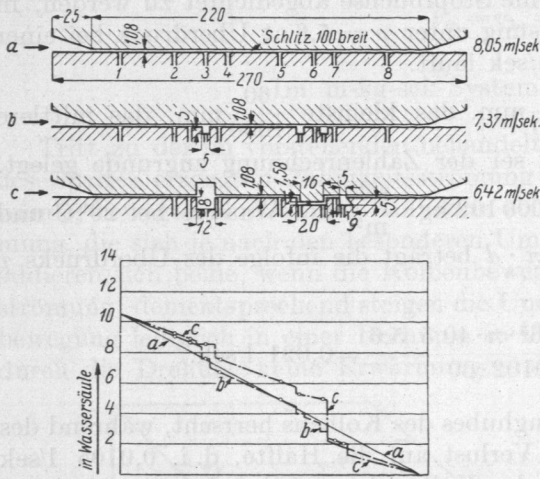


Abb. 937. Druckverlauf in ebenen, glatten und mit Nuten versehenen Spalten nach Just.

Den Geschwindigkeiten verhältnisgleich ist die Menge des durchtretenden Wassers; die Dichtheit war also durch das Anbringen der Nuten nicht unwesentlich erhöht worden. Die Nuten müssen so breit sein, daß sie nicht durch den Flüssigkeitsstrom übersprungen werden, sondern die Vernichtung der Geschwindigkeitshöhe durch Wirbelungen sicher gestellt ist. Übermäßige Breite schadet aber, weil die Flüssigkeit in der weiteren Nut geringeren Reibungswiderstand findet als an den Wänden des engeren Spaltes. Zu beachten ist noch, daß die Stege zwischen den Nuten nicht zu schmal gemacht werden dürfen. Um in dieser Beziehung einen Anhalt zu geben, seien die Versuche von Just an einem Spalt von 0,7 mm Weite und 220 mm Länge erwähnt: eine Nut von 5 · 5 mm Querschnitt ersetzt 30 mm Spaltlänge, so daß der Spalt bei gleichem Durchtrittsverlust um $30 - 5 = 25$ mm gekürzt werden kann, zwei Nuten gleichen Querschnitts bei 10 mm Stegbreite entsprachen 60 mm Spaltlänge, so daß die Ersparnis $60 - 20 = 40$ mm betrug. Dagegen boten drei Nuten mit zwei Stegen von gleichen Abmessungen nur soviel Widerstand wie 65 mm des glatten Spaltes, — Ersparnis $65 - 35 = 30$ mm.

Die Dichtheit nimmt also mit der Zahl der Nuten zu, allerdings nicht verhältnisgleich. Auf Grund der Abnahme der Ersparnis im dritten Falle dürfte es sich empfehlen, die Stegbreite bei mehr als zwei Nuten auf etwa 15 mm, d. i. das Dreifache der Nutbreite, zu vergrößern.

Die Kanten der Nuten müssen scharf sein, dürfen nicht etwa abgerundet werden.

Alle bisher besprochenen Bauarten ohne besondere Packungsmittel können nur unvollkommen abdichten, verlangen große Sorgfalt bei der Herstellung, bedingen aber geringe Reibung und sind selbst für große Kolbengeschwindigkeiten geeignet.

3. Stulpdichtungen.

Die Möglichkeit vollkommener Abdichtung bietet die Stulp- oder Manschettendichtung, Abb. 938 bis 948.

Der geschlossene Lederring U-förmigen Querschnittes, Abb. 938, soll sich schon beim Einbau durch seine eigene Federung oder durch einen weichen Gummiring *G*, Abb. 939, unterstützt, an der Wandung und der Kolbenfläche gleichmäßig anlegen. Dringt dann beim Betrieb der Flüssigkeitsdruck von der offenen Seite her ein, so wird der Stulp der Höhe des Druckes entsprechend schärfer angepreßt; er dichtet auf die Weise dauernd selbsttätig ab.

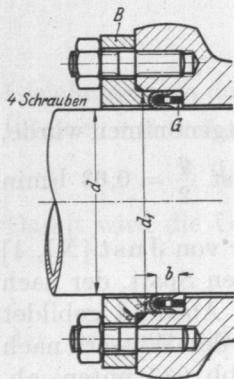


Abb. 938. Stulpdichtung.

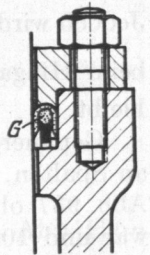


Abb. 939. Stulpdichtung.

Als Rohstoff kommt vor allem Leder — nach Gehrrens am besten eine zwischen Sohl- und Riemenleder liegende, in Eichenlohe gegerbte Sorte in Frage. Freilich nur

für Wärmegrade unter 40°C , weil Leder bei höheren Temperaturen zu weich und nachgiebig wird. Chromleder kann größere Wärme vertragen, liefert aber wenig steife Ringe und ist gegen Öl empfindlich. Als Ersatz für Leder werden in neuerer Zeit Gummi und Guttapercha, vielfach mit Einlagen aus Hanf und anderen Faserstoffen verwendet. Die Eigenart der erwähnten Rohstoffe läßt die Stulpdichtung hauptsächlich bei Flüssigkeiten Anwendung finden, aber nur bei geringen Geschwindigkeiten bis zu etwa 1 m/sek , jedoch bis zu sehr hohen Drucken. Zur unmittelbaren Abdichtung von Gasen und Dämpfen, die Leder und Gummi rasch austrocknen und zusammenschrumpfen lassen, sind die Stulpdichtungen ungeeignet. Wohl aber läßt sich die Aufgabe, die Druckluft im Akkumulator, Abb. 940, abzuschließen, mittelbar durch Einschalten einer Sperrflüssigkeit lösen. Solange die Stulpe, Abb. 941, vollkommen dicht halten, tritt kein Verbrauch

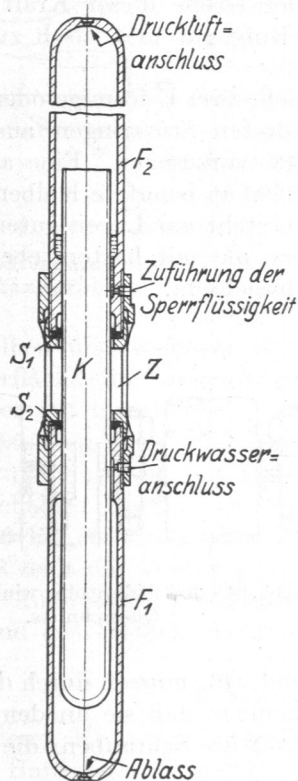


Abb. 940 Akkumulator. M. 1:15.

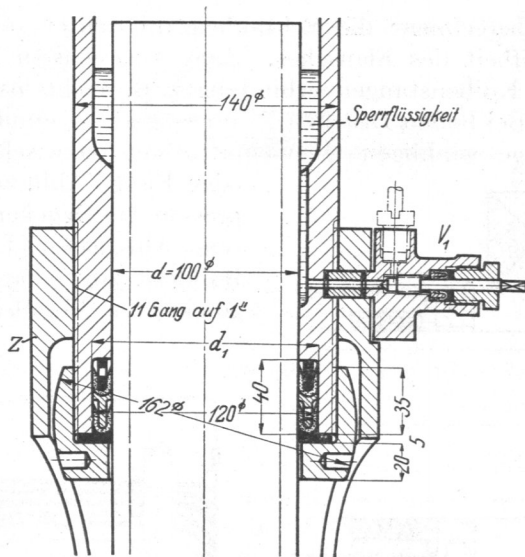
Abb. 941. Doppelte Stulpdichtung am Akkumulator
Abb. 940. M. 1:2,5.

Abb. 942. Stulppresse.

an Flüssigkeit ein; immerhin ist die Möglichkeit vorzusehen, die Flüssigkeit durch ein Ventil V_1 zu ersetzen. Der Akkumulator, Abb. 940, besteht aus einem rohrförmigen Kolben K in zwei Flaschen F_1 und F_2 , die durch ein mit seitlichen Öffnungen versehenes Zwischenstück Z verbunden, durch zwei Stopfbüchsen S_1 und S_2 abgedichtet sind. In der unteren Flasche F_1 wird die Druckflüssigkeit aufgespeichert; im Inneren des Kolbens und in der oberen Flasche F_2 befindet sich Druckluft, die um so stärker zusammengepreßt wird, je höher der Kolben steht.

Die Herstellung der Stulpe geschieht durch Pressen ringförmiger, in warmem Wasser aufgeweichter und gut durchgekneteter Lederscheiben in einer Form, Abb. 942. In derselben läßt man die einzelnen Ringe erkalten und hart werden, schärft dann die Ringkanten durch Abdrehen zu und macht das Leder durch Einfetten geschmeidig und gebrauchsfertig. Die weichere Fleischseite des Leders, die am Kolben und an der Stopfbüchsenwandung anliegen soll, muß in der Presse unten angeordnet sein.

Der Stulp wird über den Kolben, der keinerlei Ansätze oder Verstärkungen haben darf, gestreift und in der sauber ausgedrehten Rinne, Abb. 938, durch einen zweckmäßigerweise durchbrochenen Ring *G* gestützt und so gehalten, daß die zugeschärften Ränder nicht am Grunde aufstoßen und verbogen werden. Die Endfläche der Brille *B* ist der Form des Stulpes angepaßt; ihren Spielraum gegenüber dem Kolben wählt man so klein, daß ein Durchpressen des Ringes ausgeschlossen erscheint. Daß der Stulp durch die Brille nicht festgeklemmt, verspannt oder verdrückt und die selbsttätige Wirkung der Dichtung in Frage gestellt wird, erreicht man am einfachsten dadurch, daß man die Brille aufliegen läßt. Der Flansch und die Schrauben sind auf die Kraft:

$$P = \frac{\pi}{4} (d_1^2 - d^2) \cdot p \quad (250)$$

zu berechnen; die Schraubenzahl richtet sich nach der Größe dieser Kraft und der Steifheit des Flansches. Zum Auswechseln muß der Ring gut und rasch zugänglich, die Kolbenstangenverbindung z. B. leicht lösbar sein.

Bei hohen Drucken — über 50 at —, empfiehlt es sich, zwei U-förmige oder mehrere Ringe winkligen Querschnitts mit dazwischen geschalteten Stützringen aus Messing oder Eisen, Abb. 941 und 943, vorzusehen. Eine an Huberpennen bei Drucken bis zu 5600 at benutzte Kolbendichtung zeigt Abb. 944 [XI, 2]. Sie besteht aus Lagen guten, an den Rändern zugeschärften Leders, die mit harten, ebenfalls zugeschärften Metallscheiben abwechseln.

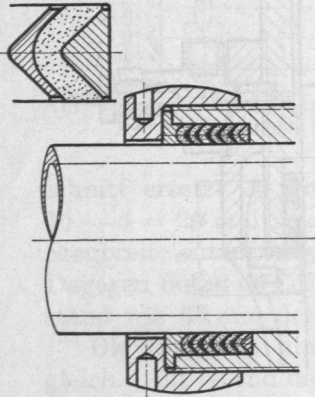


Abb. 943. Stulpe winkelförmigen Querschnitts.

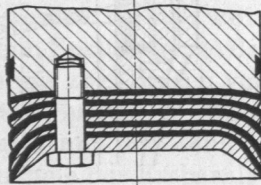


Abb. 944. Abdichtung eines Huberpennenkolbens für 5600 at.

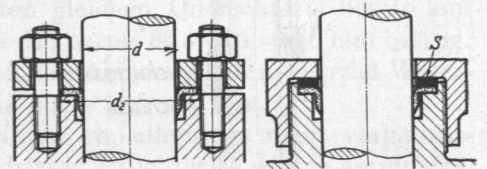


Abb. 945 und 946. Stulpe winkelförmigen Querschnitts.

Ringe von winkelförmigem Querschnitt, Abb. 945 und 946, müssen durch die Brillen oder Verschlussschrauben so fest angespannt werden können, daß sie an den Auflageflächen abdichten. Anzugsmöglichkeit der Brille und kräftige Schrauben, die man der Sicherheit wegen auf den Druck:

$$P_1 = \frac{\pi}{4} (d_2^2 - d^2) \cdot p \quad (251)$$

berechnen wird, unter der Annahme, daß die Pressung *p* äußerstenfalls bis zur Außenkante des Lederringes vordringen kann, sind also in dem Falle geboten. Der Vorteil der Ringform liegt in dem kleinen Durchmesser der Rinne für den Stulp. Gewindemuffen, Abb. 946, setzen genügend widerstandsfähigen Baustoff sowohl des Gehäuses, wie der Muffe voraus, der wiederholtes Auf- und Abschrauben vertragen können muß. Gußeisen ist demnach ausgeschlossen. Zweck der Zwischenscheibe *S* ist, das Verwürgen des Lederrings beim Anziehen der Überwurfmutter zu verhindern.

Einen Ersatz für Lederstulpe bieten Gummiringe nach Frantz-Landgräber, Abb. 947, die von den Pahlischen Gummi- und Asbestwerken in Düsseldorf geliefert werden. Der oft mit Hanfeinlagen versehene Hohlring besitzt an seiner Unterfläche mehrere Öffnungen *L*, die die Flüssigkeit in das Innere treten lassen, so daß der gegen die Wandung gepreßte Ring abdichtet. Zweckmäßig ist die Anordnung einer ringsum laufenden Nut *N*, die den Zutritt der Flüssigkeit zu den Löchern erleichtert. Die Ringe

werden sowohl ungeteilt mit durchlaufendem Kanal ausgeführt und dann wie gewöhnliche Stulpe eingebaut, als auch nach Abb. 947 an einer Stelle aufgeschnitten hergestellt, so daß sie leicht und ohne Auseinandernehmen der Maschine um den Kolben herumgelegt werden können. Die Schnittfuge wird, wenn Ringe und Fuge gut passen, durch das Anziehen der Brillenschrauben und den im Innern auftretenden Druck zusammengepreßt und abgedichtet.

Die Reibung ist bei den Stulpdichtungen im wesentlichen verhältnismäßig dem inneren Druck p und unabhängig von dem Anziehen der Brillenschrauben. Mit den Bezeichnungen der Abb. 938 kann sie durch:

$$R = R_0 + \pi \cdot d \cdot b \cdot p \cdot \mu \quad (252)$$

ausgedrückt werden, wenn μ die Reibungszahl und R_0 die beim Druck $p = 0$ durch die eigene Federung des Stulpes oder durch das Gewicht des Kolbens hervorgerufene Reibung bedeutet, die bei senkrecht angeordnetem Kolben annähernd gleich Null gesetzt werden kann. μ schwankt bei

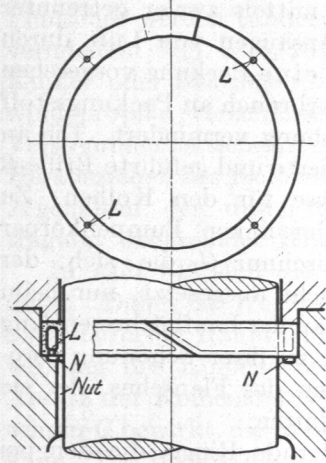


Abb. 947. Dichtungsring nach Frantz-Landgräber.

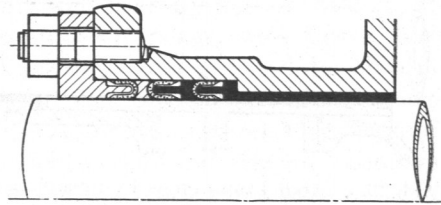


Abb. 948. Abdichtung eines Pumpenkolbens mittels Lederstulpe.

glatttem Kolben und weichem fettigen Leder zwischen 0,03 und 0,07, kann aber bei rauher Oberfläche und schmutzigem Wasser wegen der dann auftretenden Reibung fester Körper auf 0,2 steigen.

Kurze Baulänge und vollkommene Abdichtung bei mäßiger Reibung sind die Vorteile der Stulpdichtung. Zur Beschränkung des Verschleißes müssen aber die Kolben sehr glatt gehalten werden. Die Stulpdichtung wird von etwa 8 bis zu 1000 mm Durchmesser bei 6 bis 30 mm Stulpbreite und 1 bis 6 mm Lederstärke benutzt.

Abb. 948 zeigt die Abdichtung eines Pumpenkolbens durch drei Ringe, von denen die inneren das Austreten der Flüssigkeit beim Druckhub, der äußere das Eindringen von Luft während des Saugens verhüten.

4. Weich- und Metallpackungen.

Bei größeren Kolbengeschwindigkeiten kann Abdichtung durch Stopfbüchsen mit Baumwoll-, Hanf- oder Metallpackungen, Abb. 949, erreicht werden, über welche Näheres unter Stopfbüchsen zu finden ist. Zum Anpressen des Dichtmittels, das in radialer Richtung erfolgen muß, dienen die Stopfbüchsschrauben. Da diese aber nur Kräfte in axialer Richtung ausüben können, müssen sie, um von vornherein genügende Pressung zu erzeugen, sehr kräftig gewählt werden. Bei niedrigem Druck legt man deshalb die dreifache Kraft, die auf die Packung wirkt,

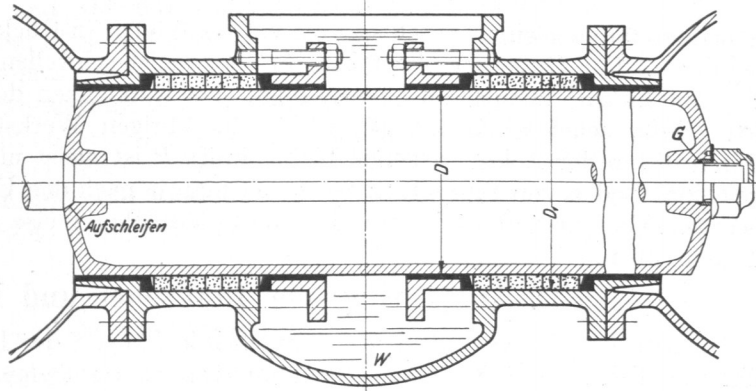


Abb. 949. Abdichtung eines Pumpenplunschers mittels zweier getrennter Stopfbüchsen.

$$3 \cdot \frac{\pi}{4} (D_1^2 - D^2) \cdot p \quad (253)$$