

D. Kupfer.

Für kupferne Dampfleitungen ist eine Materialbeanspruchung von höchstens $\frac{1}{10}$ der Zugfestigkeit zulässig. Die letztere kann bei Temperaturen bis 120°C , wenn größere Festigkeit nicht nachgewiesen wird, zu 22 kg/qmm angenommen werden. Bei höherer Temperatur ist die Zugfestigkeit für je 20°C um 1 kg/qmm niedriger zu wählen.

Gegenüber überhitztem Wasserdampf von 250°C und mehr ist die Verwendung von Kupfer zu vermeiden.

3. Zylindrische Kesselmäntel.

A. Bezeichnungen.

- K_z = Zugfestigkeit in kg/qcm .
 K_s = Schubfestigkeit in kg/qcm .
 σ_z = Zugspannung bei beliebiger Belastung in kg/qcm .
 σ_s = Schubspannung bei beliebiger Belastung in kg/qcm .
 σ_b = Biegungsspannung bei beliebiger Belastung in kg/qcm .
 σ_n = Belastung von 1 qcm Nietquerschnitt, als Gleitwiderstand oder als Schubspannung angesehen.
 k_z = zulässige Zugbeanspruchung in kg/qcm .
 k_s = „ Schubbeanspruchung in kg/qcm .
 k_b = „ Biegungsbeanspruchung in kg/qcm .
 k_n = zulässiger Gleitwiderstand auf 1 qcm Nietquerschnitt.
 $\ominus = \frac{K_z}{k_z}$ = Sicherheitsfaktor.
 φ = Festigkeitsverhältnis
 $= \frac{\sigma_z \text{ im vollen Blech}}{\sigma_z \text{ in der Niet- oder Schweißnaht}}$
 D = lichter Durchmesser in cm .
 p = höchster Betriebsüberdruck in kg/qcm .
 s = Blechstärke in cm bzw. mm .
 d = Nietlochdurchmesser in cm bzw. mm .
 q = Nietquerschnitt in qcm .
 n = Zahl der tragenden Nietquerschnitte.

B. Beanspruchungen zylindrischer Kesselwandungen mit innerem Überdruck.

Der innere Druck beansprucht nur die Zugfestigkeit eines Rohres, und zwar:

a) In einem Querschnitt $I-I$ senkrecht zur Rohrachse (Fig. 367).

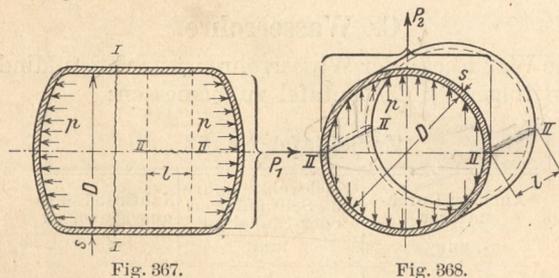


Fig. 367.

Auf diesen Querschnitt wirkt eine vom Dampfdruck p herrührende Zugkraft von der Größe

$$P_1 = \frac{\pi D^2}{4} \cdot p.$$

Die in der Querschnittsfläche des Bleches von der annähernden Größe $\pi D s$ auftretende Widerstandskraft ist

$$W_1 = \pi D s \sigma_z.$$

Aus der Gleichgewichtsbedingung $W_1 = P_1$ ergibt sich die Spannung im Bleche zu

$$\sigma_z = \frac{\pi D^2}{4} \cdot p \cdot \frac{1}{\pi D s} = \frac{D p}{4 \cdot s}.$$

b) In einem Querschnitt $II-II$ parallel zur Rohrachse (Fig. 368).

Um den Einfluß der Böden auszuschalten, denkt man sich ein Stück von der Länge l aus dem Rohr herausgeschnitten. Auf die beiden so erhaltenen Blechquerschnitte wirkt die Zugkraft

$$P_2 = D \cdot l \cdot p;$$

die im Blech auftretende Widerstandskraft ist

$$W_2 = 2 l s \sigma_z,$$

woraus sich

$$\sigma_z = \frac{D l p}{2 l s} = \frac{D p}{2 s} \text{ berechnet.}$$

Man erkennt, daß die Spannung im Querschnitt $I-I$ nur halb so groß ist wie im Querschnitt $II-II$. Für die Bemessung der Blechstärke ist also nur die letztere maßgebend, welche man aus der letzten Gleichung mit

$$s = \frac{p D}{2 \sigma_z}$$

erhält.

Anstatt mit einer gewählten zulässigen Beanspruchung k_z zu rechnen, wie sonst bei Festigkeitsrechnungen üblich ist, legt man bei der Berechnung der Blechstärken die Zugfestigkeit K_z und den Sicherheitsgrad \ominus zugrunde. Ferner ist zu beachten, daß die größte Spannung nicht im vollen Blech, sondern in der durch die Nietlöcher geschwächten Nietnaht auftritt, was man durch den Faktor φ berücksichtigt. Schließlich gibt man einen gesetzlich vorgeschriebenen Zuschlag von $0,1\text{ cm}$, um dem Angriff durch Anfrassungen und Rost Rechnung zu tragen. Danach ist die Blechstärke

$$s = \frac{D p \ominus}{2 \varphi K_z} + 0,1 \text{ cm.} \quad (76)$$

Für nahtlos gewalzte Kesselschüsse ist $\varphi = 1$, für überlappt geschweißte Nähte kann $\varphi = 0,7$ gesetzt werden, jedoch kann den gesetzlichen Bestimmungen entsprechend in besonderen Fällen verlangt werden, daß die Schweißung durch aufgenietete Laschen gesichert wird. Für die Nietnähte werden die Werte von φ im nächsten Abschnitt ermittelt. Ferner sind zu wählen:

- $K_z = 3300\text{ kg/qcm}$ bei Schweißeisen,
 $K_z = 3600, 4000, 4400\text{ kg/qcm}$ bei Flußeisen (s. S. 263).

Bei Schiffsdampfkesseln: $K_z = 3600$ bei Flußeisen von 3400 bis 4100 kg/qcm Zugfestigkeit und, sofern Flußeisen von höherer Festigkeit als 4100 kg/qcm benutzt werden soll, die vom Erbauer anzugebende und in die Kesselzeichnung oder Beschreibung einzutragende Mindestfestigkeit.

Der Sicherheitsfaktor \ominus ist wie folgt in Rechnung zu setzen:

- $\ominus = 4,75$ bei überlappten oder einseitig gelaschten, handgenieteten Nähten,
 $\ominus = 4,5$ bei überlappten oder einseitig gelaschten, maschinengenieteten Nähten und bei geschweißten Nähten,
 $\ominus = 4,35$ bei zweireihigen, doppelt gelaschten, handgenieteten Nähten, deren eine Lasche nur einreihig genietet ist,

- $\zeta = 4,25$ bei doppelt gelaschten, handgenieteten Nähten,
- $\zeta = 4,1$ bei zweireihigen, doppelt gelaschten, maschinengenieteten Nähten, deren eine Lasche nur einreihig genietet ist,
- $\zeta = 4$ bei doppelt gelaschten maschinengenieteten Nähten.

Die Werte $\zeta = 4,25$ und $\zeta = 4$ können auch dann in die Rechnung eingeführt werden, wenn bei drei- und mehrreihigen Doppellaschennietungen die eine Lasche eine Nietreihe weniger besitzt als die andere, z. B. Fig. 385.

Die Blechdicke soll nicht geringer genommen werden als 7 mm; nur bei kleinen Kesseln sind allenfalls dünnere Bleche zulässig.

Die Zugbeanspruchung des Bleches darf unter Annahme gleichmäßiger Spannungsverteilung über den Querschnitt in keiner Nietreihe die Grenze $k_z = \frac{K_z}{\zeta}$ überschreiten.

Für Schiffskessel gilt besonders:

Überschreitet die Plattendicke 12,5 mm, so sind die Rundnähte doppelt und bei 25,0 mm und darüber die mittleren Rundnähte dreifach zu nieten.

Sind in den Mantelblechen Stehbolzen angeordnet, so ist darauf zu achten, daß die Festigkeit des Bleches in den Stehbolzenreihen nicht geringer wird als diejenige in der Längsnietung des Kesselmantels.

Die Dicke jeder Doppellasche sei $s_1 \geq \frac{3}{4} s$; die Dicke der einfachen Laschen sei $s_1 \geq s + 3$ mm.

Der Nietdurchmesser darf nicht größer als $2s$ und nicht kleiner als s sein.

Überschreitet die Nietteilung achtmal Mantel- oder Laschenbreite, so müssen die Laschenränder zickzackförmig ausgeschnitten werden, um ein zuverlässiges Verstemmen zu ermöglichen.

C. Die Nietverbindungen.

Man unterscheidet am Niet den Setzkopf, den Nietschaft und den Schließkopf. Die Form des Nietes ist im allgemeinen die in Fig. 369 dargestellte.

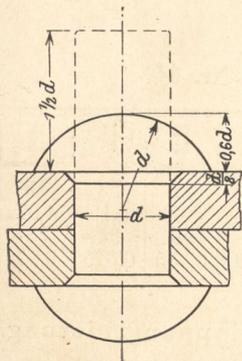


Fig. 369.

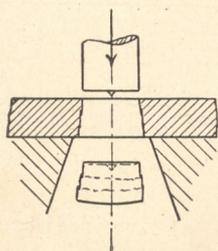


Fig. 370.

Dampfkesselniete werden nur warm (hellrot) vernietet. Damit der warme Niet in das Loch hineingeht, nimmt man den Schaft im Durchmesser um 1 bis 1,5 mm, in der Regel um 1 mm kleiner als das Loch.

Bei der Berechnung der Vernietungen wird stets der fertige Nietdurchmesser, d. h. der Lochdurchmesser in Rechnung gesetzt, in der Voraussetzung, daß durch die Stauchung des Nietschaftes die genau aufeinander passenden Löcher der zu nietenden Teile vollständig ausgefüllt werden.

Die Löcher können durch Stanzen oder durch Bohren hergestellt werden. Beim Stanzen ist der Vorgang etwa folgender: Unter dem Stempel (Fig. 370) wird zunächst das Material des Bleches etwas zusammengedrückt, bis in einer Zylindermantelfläche die Molekularkräfte über-

wunden sind. Der Druck pflanzt sich jedoch nicht genau senkrecht nach unten fort, sondern breitet sich zugleich seitwärts aus; deshalb wird das Loch nicht genau zylindrisch, sondern etwas kegelförmig und das Blech am Lochrande etwas nach unten durchgedrückt, was das glatte Aufeinanderlegen gelochter Blechränder und somit das spätere Dichthalten der Nähte im Betriebe sehr erschwert. Ferner wird das Blech in der Umgebung des Loches durch Überanstrengung und feine Haarrisse verschlechtert. Aus obigen Gründen sollten Löcher für Dampfkesselnietungen nur durch Bohren hergestellt werden.

Nach den „Bauvorschriften“ ist zwar das Lochen bei Blechen mit geringerer Zugfestigkeit als $K_z = 4100$ kg/qcm und bei geringerer Dicke als $s = 27$ mm noch zugelassen, wobei die Werte ζ einen Zuschlag von 0,25 erhalten müssen, welcher auf 0,1 ermäßigt werden kann, wenn die gestanzten Löcher mindestens um $\frac{1}{4}$ des Durchmessers aufgebohrt werden. In ersten Werkstätten werden die Nietlöcher jedoch ohne Ausnahme gebohrt.

Man unterscheidet, je nachdem das Abscheren des Nietes in einem Querschnitte oder in zwei erfolgen würde, einschnittige Nietverbindungen oder Überlappungs- und einfache Laschennietungen und zweischnittige Nietverbindungen oder Doppellaschennietungen;

in beiden Fällen hat man ein- und mehrreihige Verbindungen.

a) Beanspruchungen des Nietes und der Nietverbindung.

In dem durch Fig. 371 veranschaulichten einfachsten Falle einer einreihigen Überlappungsnietung erkennt man, wenn von der Reibung abgesehen und auch die Biegung vernachlässigt wird, folgende Beanspruchungen:

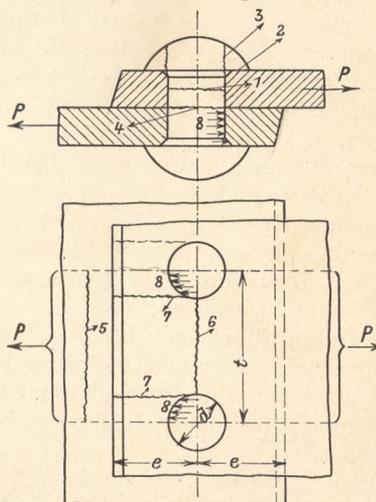


Fig. 371.

1. Beanspruchung des Nietes auf Zug im Querschnitt des Schaftes infolge der Zusammenziehung beim Erkalten.
2. Beanspruchung auf Druck in der ringförmigen Auflagerfläche des Kopfes.
3. Beanspruchung auf Abscheren in einer zylindermantelförmigen Fläche des Kopfes.
4. Beanspruchung auf Abscheren des Schaftes in der Berührungsfläche beider Bleche

$$\sigma_s = \frac{P}{\pi d^2} \cdot \frac{4}{4}$$