

Hierzu gehört auch das Verlegen einer Rundschweißnaht über den Rost bzw. in das vordere Ende eines Flammrohres. Eine überlappte Nietnaht wird bei tieferen Einbeulungen wohl undicht, sie reißt aber nicht so leicht auf wie eine Rundschweißnaht und ist deshalb für das Bedienungspersonal weniger gefährlich als letztere. Wenn daher bei Reparaturen eine Rundnaht in diesem Teile des Flammrohres nicht zu umgehen ist — bei neu zu konstruierenden Kesseln dürfte der Fall nie eintreten —, so ist aus Gründen der Betriebssicherheit die Nietnaht der Schweißnaht noch vorzuziehen. Die Nietköpfe sind in solchem Falle aber durch ein Gewölbe aus feuerfesten Steinen zu schützen.

Ein Wellrohr wird, wenn es eingedrückt wird, nicht so schnell aufreißen wie ein glattes Rohr, da die bei der Beulenbildung erforderliche stellenweise Verlängerung durch Geradeziehen der Wellen ausgeglichen wird.

Auf alle Fälle sind wesentliche Einbeulungen, wenn sie entdeckt werden, sofort zu beseitigen oder, wenn dieses mit einer hydraulischen Presse (Fig. 403) nicht mehr möglich ist, die Auswechslung des betreffenden Flammrohrschusses zu veranlassen.

Außerordentlich gefährlich ist es, bei eingetretenem Wassermangel sofort in den Kessel zu speisen, da dann die überhitzten Teile durch das kalte Wasser zu plötzlich

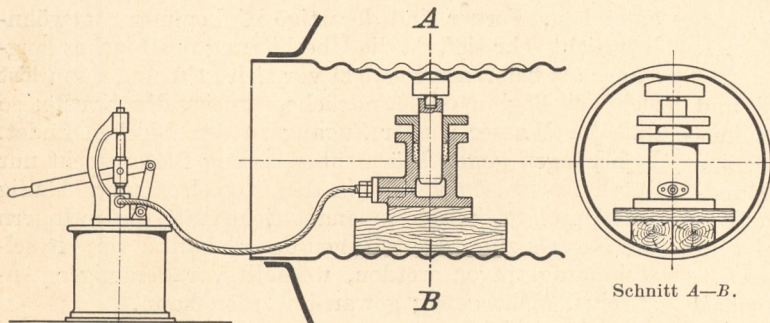


Fig. 403.

abgekühlt werden und leichter aufreißen. Am besten ist es in solchem Falle, Rauchschieber und Feuertüre voll zu öffnen — die Luftzuführungsklappe zum Rost aber dicht zu schließen — und erst den Kessel abkühlen zu lassen, bevor man, vorausgesetzt daß der Weiterbetrieb nicht gefährdet ist, wieder mit der Speisung beginnt.

Risse im vollen Blech.

Bei der Außerbetriebsetzung eines Flammrohrkessels ist vor der Entleerung die Flugasche aus den Feuerröhren zu entfernen und für genügende Erkaltung der einzelnen Kesselteile Sorge zu tragen. Andernfalls kann es vorkommen, daß durch die noch glühende Flugasche der untere Teil der Flammrohre zum Erglühen gebracht wird, während das Blech auf der anderen Seite nach dem Öffnen der Mannlöcher stark abkühlt; das Material wird dann schließlich bei fortgesetzter falscher Behandlung an dieser Stelle spröde und erhält, unterstützt durch die im Betriebe auftretenden Spannungen und Beanspruchungen, Risse.

5. Ebene Wandungen.

Ebene Wandungen sind ungünstiger beansprucht als zylindrische oder kugelförmige Wände, weil bei letzteren in der Regel nur Zugspannungen, bei jenen aber Biegungsspannungen auftreten. Sie werden deshalb im Kesselbau nur dort verwendet, wo aus konstruktiven Gründen zylin-

drische oder kugelförmige Wandungen unmöglich sind, also als Wände von Wasserkammern bei Wasserrohrkesseln, als Stirnwände bei Zylinderkesseln, als Rohrplatten und Seitenwände von Feuerkisten usw.

Bei manchen Kesseln ist der Grundsatz, ebene Wände und von außen gedrückte Rohre ganz auszuschließen, vollständig durchgeführt, z. B. beim Garbe-, Stirling-, Schulz-Kessel.

A. Ebene Platten.

Da ebene Platten von einiger Ausdehnung große Wandstärken erfordern würden, so entlastet man sie durch Stehbolzen oder Anker. Es braucht dann nur die Größe der zwischen den Angriffspunkten dieser Entlastungskonstruktionen liegenden Felder für die Berechnung der Plattendicke in Betracht gezogen zu werden.

Für die Berechnung gilt nach den „Bauvorschriften“:

1. Bezeichnet

s die Blechdicke in mm,

p den größten Betriebsüberdruck in at,

a den Abstand der Stehbolzen oder Anker innerhalb einer Reihe voneinander in mm,

b den Abstand der Stehbolzen- oder Ankerreihen voneinander in mm,

c einen Zahlenwert,

dann ist

$$s = c \sqrt{p(a^2 + b^2)}. \quad (94)$$

Hierin ist zu wählen:

$c = 0,017$ bei Platten, in welche die Stehbolzen oder Anker eingeschraubt und vernietet sind, und welche von den Heizgasen und vom Wasser berührt werden,

$c = 0,015$, wenn solche Platten nicht von den Heizgasen berührt werden,

$c = 0,0155$ bei Platten, in welche die Stehbolzen oder Anker eingeschraubt und außen mit Muttern oder gedrehten Köpfen versehen sind, und welche von den Heizgasen und vom Wasser berührt werden,

$c = 0,0135$, wenn solche Platten nicht von den Heizgasen berührt werden,

$c = 0,014$ bei Platten, welche durch Ankerröhren versteift sind.

2. Bei Platten, deren Anker mit Muttern und Verstärkungsscheiben versehen sind, ist in der Gl. (94)

$c = 0,013$, sofern der Durchmesser der äußeren Verstärkungsscheibe $\frac{2}{5}$ der Ankerentfernung und die Scheibendicke $\frac{2}{3}$ der Plattendicke,

$c = 0,012$, sofern der Durchmesser der äußeren Verstärkungsscheibe $\frac{3}{5}$ der Ankerentfernung und die Scheibendicke $\frac{5}{6}$ der Plattendicke,

$c = 0,011$, sofern der Durchmesser der äußeren Verstärkungsscheibe $\frac{4}{5}$ der Ankerentfernung, auch diese mit der Platte vernietet und die Scheibendicke gleich der Plattendicke ist,

und die Platten nicht vom Feuer berührt sind.

Werden sie dagegen auf der einen Seite von den Heizgasen, auf der anderen Seite vom Dampfe berührt, dann sind sie, falls sie nicht durch Flammbleche geschützt werden, um $\frac{1}{10}$ stärker zu nehmen, als die Rechnung ergibt.

Für Schiffskessel gilt außerdem:

Bei Platten, die nicht durch Stehbolzen oder Längsanker, sondern durch Eckanker oder in anderer Weise ausreichend versteift sind, ist in Gl. (94)

$c = 0,013$, sofern die Platten nicht von den Heizgasen berührt, $c = 0,014$, sofern sie einerseits von den Heizgasen, andererseits vom Dampf berührt werden.

Beispiel 25. Die Rückwand der Feuerkammer des Schiffszylinderkessels für 13 at Überdruck (Fig. 123) ist gegen den hinteren Boden durch Stehbolzen versteift (Fig. 404).

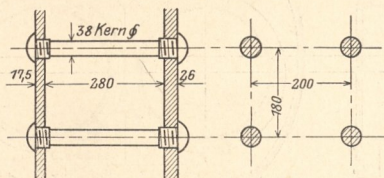


Fig. 404.

Da die Wand auf der linken Seite von Heizgasen berührt wird, ist $c = 0,017$, es ist also mit $a = 200$ und $b = 180$ mm nach Gl. (94)

$$s = 0,017 \sqrt{13(200^2 + 180^2)} = 16,5 \text{ mm,}$$

ausgeführt wurde $s = 17,5$ mm.

Beispiel 26. Für denselben Schiffskessel soll die Stärke der Bodenbleche berechnet werden. Die Böden bestehen des großen

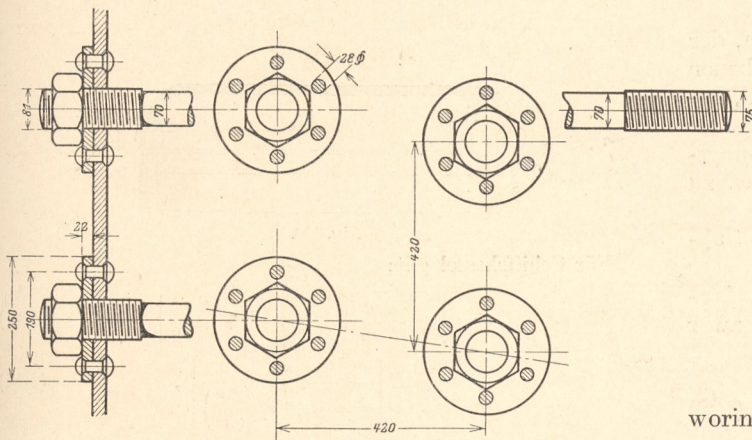


Fig. 405.

Durchmessers wegen aus 2 Teilen. Die obere Hälfte wird nach Fig. 405 durch Ankerschrauben versteift. Mit $a = b = 420$ mm und $c = 0,012$ ist nach Gl. (94)

$$s = 0,012 \sqrt{13(420^2 + 420^2)} = 25,8 \text{ mm,}$$

ausgeführt ist $s = 26$ mm.

Der Durchmesser der Unterlagscheibe ist zu $\frac{3}{8} \cdot 420 \sim 250$ mm, die Stärke derselben zu $\frac{3}{8} \cdot 26 \sim 22$ mm zu nehmen.

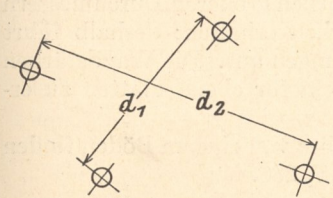


Fig. 406.

3. Bei unregelmäßig verteilten Verankerungen wie in Fig. 406 ist

$$s = c \cdot \frac{1}{2} (d_1 + d_2) \sqrt{p}. \quad (95)$$

Der Wert von c ist je nach der Art der Verankerung aus Ziffer 1 oder 2 dieses Abschnittes zu entnehmen.

Für Schiffskessel gilt:

Ist bei Feuerbüchsen die Decke nicht durch Anker oder in anderer Weise mit dem Kesselmantel verbunden, sondern durch Bügel- oder Deckenträger, welche auf den Rändern der Rohrplatten stehen, unterstützt, dann darf die Dicke der Rohrwand nicht geringer sein als

$$s = \frac{p \cdot w \cdot b}{1900(b - d)}, \quad (96)$$

worin

- w die Weite der Feuerkammer in mm,
- b die Entfernung der Rohre voneinander, von Mitte zu Mitte gemessen, in mm,
- d den inneren Durchmesser der glatten Rohre in mm bedeuten.

Wenn alle Rohre der obersten Reihe Ankerrohre sind, gilt als d das arithmetische Mittel aus dem inneren Durchmesser der glatten Heizrohre und demjenigen der Ankerrohre.

Für die Berechnung der Blechdicke s der ebenen Wände zwischen den Heizrohrbündeln gilt die Formel:

$$s = c_1 \cdot l \sqrt{p}, \quad (97)$$

worin

l den horizontalen Abstand der begrenzenden Rohrreihen voneinander, gemessen von Mittelpunkt zu Mittelpunkt, in mm,

$c_1 = 0,0215$, wenn in den begrenzenden Rohrreihen jedes dritte Rohr ein Ankerrohr ist,

$c_1 = 0,020$, wenn in den begrenzenden Rohrreihen jedes zweite Rohr ein Ankerrohr ist,

$c_1 = 0,0185$, wenn in den begrenzenden Rohrreihen jedes Rohr ein Ankerrohr ist,

bedeuten.

Beispiel 27. Für den Schiffskessel von Beispiel 25 soll die Wandstärke der unteren Hälfte des hinteren Bodens berechnet werden; dieselbe ist, wie Fig. 407 zeigt, mit einem Anker gegen den Vorderboden und mit Stehbolzenschrauben gegen die Feuerkammerwand versteift; daher $c = 0,0155$.

Nach Gl. (95) ist

$$s = 0,0155 \cdot \frac{1}{2} (500 + 380) \sqrt{13} = 23,6 \text{ mm.}$$

Ausgeführt wurde $s = 26$ mm, wie bei der oberen Bodenhälfte.

4. Für Verstärkungen nicht dem ersten Feuer ausgesetzter ebener Platten durch Doppelungsplatten können $12\frac{1}{2}$ v. H. von den für die ebenen Platten sich ergebenden Blechdicken in Abzug gebracht werden, wenn die Dicke der Doppelungsplatten mindestens $\frac{2}{3}$ der berechneten Blechdicke beträgt und die Doppelungen gut mit den Platten vernietet sind.

5. Rechteckige Platten, die am Umfange befestigt sind, erhalten die Wanddicke

$$s = 0,053 b \sqrt{\frac{p}{k_z \left[1 + \left(\frac{b}{a} \right)^2 \right]}}, \quad (98)$$

worin

- s die Wanddicke in mm,
- a die größere Rechteckseite in mm,
- b „ kleinere „ „ „ „
- p den größten Betriebsüberdruck in at,
- k_z die zulässige Zugbeanspruchung des Materials in kg/qmm, wofür bis $\frac{1}{4}$ der rechnermäßigen Zugfestigkeit eingeführt werden kann,

bedeuten.

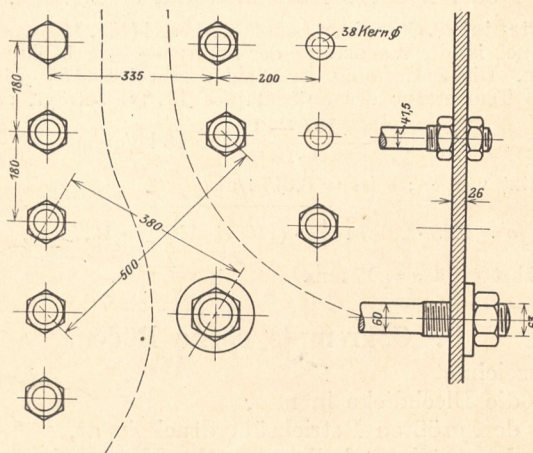
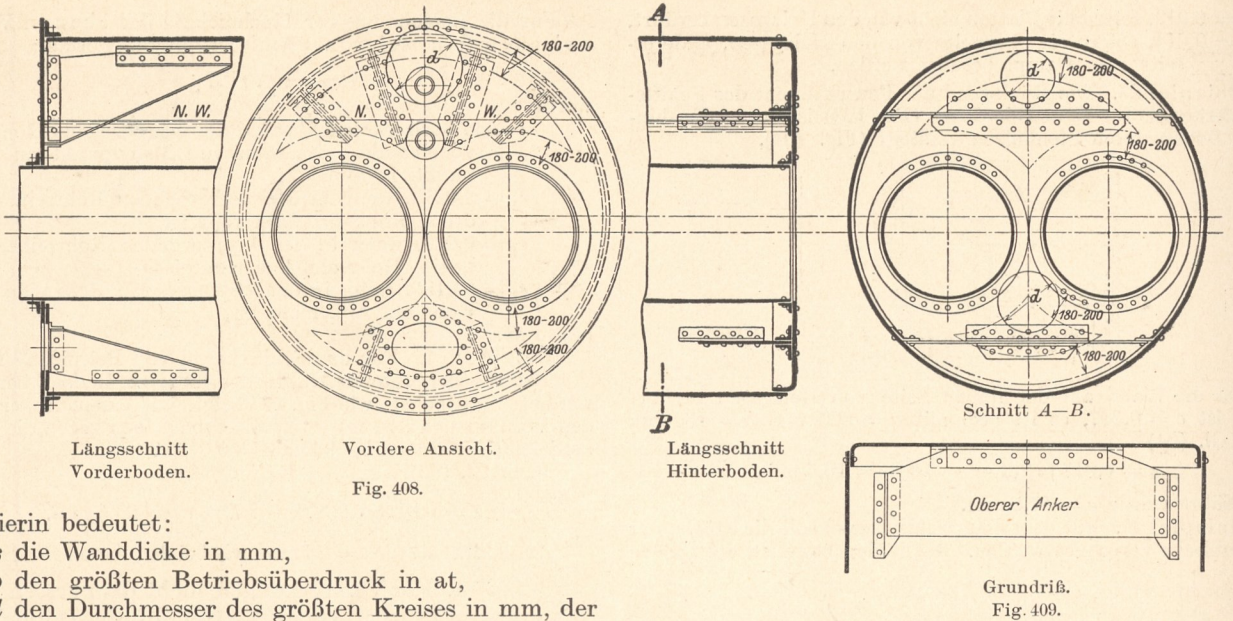


Fig. 407.

6. Bei Platten, die nicht durch Stehbolzen oder Längsanker, sondern durch Eckanker oder in anderer Weise ausreichend unterstützt werden, ist die Wanddicke nach

$$s = 0,017 d \sqrt{p} \quad (99)$$

zu bemessen, sofern nicht nachgewiesen wird, daß eine geringere Wanddicke zulässig ist.



Hierin bedeutet:
s die Wanddicke in mm,
p den größten Betriebsüberdruck in at,
d den Durchmesser des größten Kreises in mm, der nach Maßgabe der Fig. 408 und 409 auf der ebenen Platte, durch die Befestigungsstellen gehend; beschrieben werden kann.

Werden keine Angaben über das Maß des Krepungshalbmessers der Stirnplatten gemacht, so ist dieses zu 50 mm anzunehmen.

7. Vorstehende Ausführungen gelten nur für flußeiserne Wandungen.

Durch Stehbolzen oder Anker unterstützte Kupferplatten erhalten die folgenden Wanddicken, und zwar bei regelmäßig verteilten Verankerungen:

$$s = 5,83 c \sqrt{\frac{p}{K} (a^2 + b^2)}, \quad (100)$$

bei unregelmäßig verteilten Verankerungen (wie in Fig. 406):

$$s = 5,83 c \frac{1}{2} (d_1 + d_2) \sqrt{\frac{p}{K}}. \quad (101)$$

Die Werte von *K* (Zugfestigkeit des Kupfers) sind nach S. 264, von *c* je nach der Art der Verankerung aus Ziffer 1 oder 2 dieses Abschnittes zu entnehmen.

Beispiel 28. Für einen Lokomotivkessel (Fig. 120) von 14 at Überdruck ist die Wandstärke der kupfernen Feuerbüchse zu berechnen. Die Entfernung der Stehbolzen sei *a* = *b* = 110 mm. Da die Temperatur des Sattedampfes 197 °C beträgt, so darf

$$K_z = 22 - \frac{197 - 120}{20} \approx 18 \text{ kg/qmm}$$

eingesetzt werden; *c* ist = 0,017, also

$$s = 5,83 \cdot 0,017 \sqrt{\frac{14}{18} \cdot (110^2 + 110^2)} = 13,7 \text{ mm,}$$

ausgeführt etwa *s* = 17 mm.

B. Gekreimte ebene Böden.

Bezeichnet

- s* die Blechdicke in mm,
- p* den größten Betriebsüberdruck in at,
- r* den Wölbungshalbmesser der Kreppe in mm,
- d* den inneren Durchmesser des Bodens in mm,

dann ist

$$s = \frac{1}{98} \left[d - r \left(1 + \frac{2r}{d} \right) \right] \sqrt{p} \quad (102)$$

oder

$$p = 9600 \left[\frac{s}{d - r \left(1 + \frac{2r}{d} \right)} \right]^2. \quad (103)$$

Für Schiffskessel gilt:

$$s = \sqrt{\frac{3}{800} \frac{p}{K} \left[d - r \left(1 + \frac{2r}{d} \right) \right]} \quad (104)$$

oder

$$p = \frac{800}{3} K \left[\frac{s}{d - r \left(1 + \frac{2r}{d} \right)} \right]^2, \quad (105)$$

worin *K* die Zugfestigkeit des Materials in kg/qmm bedeutet. Beispiel 29. Für einen ebenen Boden von *d* = 600 mm Durchmesser und *r* = 50 mm Wölbungshalbmesser bei *p* = 10 at Überdruck erhält man nach Gl. (102)

$$s = 17,5 \text{ mm;}$$

nach Gl. (104) erhält man für *K* = 36 kg/qmm ebenfalls

$$s = 17,5 \text{ mm,}$$

für *K* = 42 kg/qmm

$$s = 15,8 \text{ mm.}$$

Ebene Böden von beträchtlich größeren Durchmessern müßten zu große Wandstärken erhalten; deshalb führt man solche nur mit Versteifungen aus. Die Wandstärken sind alsdann nach den Regeln für ebene Platten zu ermitteln.

Abmessungen und Gewichte von ebenen Böden finden sich in Zahlentafel Nr. 84, S. 288.

C. Rohrplatten von Heizrohrkesseln.

1. Die außerhalb des Rohrbündels liegenden Teile der Rohrplatte müssen nach den für ebene Wandungen geltenden Bestimmungen [Gl. (94), (95), (98), (99), (100), (101)] verankert werden, falls die Größe der dem Dampfdruck ausgesetzten Fläche die Verankerung fordert.

2. Die innerhalb des Rohrbündels liegenden Teile der Rohrplatte sind wie folgt zu bemessen:

a) bei Verwendung besonderer Anker oder mit Gewinde eingesetzter Ankerrohre¹⁾ sind die Gl. (94), (95), (100) oder (101) anzuwenden. Die Rohre können in diesem

¹⁾ Rohre, auch solche mit stärkerer Wandung, die in im Rohrboden eingefräste Rillen eingewalzt sind, gelten nach den neuen Bauvorschriften von 1908 nicht mehr als Ankerrohre. Ankerrohre sind demnach stets mit Gewinde einzusetzen.