

przy szwach nakładkowych odejmujemy wartość 0,4, przy szwach zakładkowych 0,8.

Podziałkę szwu ze wzoru

$$t = (2 \div 3) \cdot d + (0,8 \div 1) \quad /60/$$

Wszystkie wymiary podaje się tu w cm.

#### §4.0 b l i c z e n i e w a l c z a k a.

Rozważamy część walczaka, w postaci połowy pierścienia kołowego o grubości  $g$  i szerokości  $l$  cm /rys.74/. W walczaku panuje ciśnienie  $p$  kg/cm<sup>2</sup>. Na element pierścienia o łuku  $ds$  i szer.  $l$  cm działa siła  $f = p \cdot ds$ , prostopadła do tego elementu. Siłę tę rozkładamy na składową w kierunku osi  $y$  i w kierunku osi  $x$ .

$$f_y = p \cdot ds \cdot \sin \alpha \quad f_x = p \cdot ds \cdot \cos \alpha$$

Składowe  $f_x$  dla elementów prawej i lewej części mają kierunki przeciwne i będą się znosiły. Rozpatrujemy więc składową w kierunku osi  $y$ . Widzimy, że  $ds \cdot \sin \alpha$  jest rzutem łuku  $ds$  na oś  $x$ . Jeśli przez  $ds'$  oznaczymy rzut, to  $ds' = ds \cdot \sin \alpha$ . Możemy więc napisać  $f_y = p \cdot ds'$

Rzutuując wszystkie siły na oś  $y$ , otrzymamy

$$2P = p \cdot \int ds' \quad /61/$$

Suma rzutów wszystkich elementów łukowych na średnicę da nam w rezultacie długość średnicy walczaka  $D$ .

Stąd ostatecznie

$$\rho = \frac{\rho \cdot D}{2} \quad /62/$$

Z warunków wytrzymałościowych zaś

$$\rho \leq g \cdot l \cdot k_r$$

więc

$$g \geq \frac{\rho \cdot D}{2 \cdot k_r} \quad /63/$$

Naprężenia w kierunku osiowym znajdziemy w sposób następujący. Na dno działa siła

$$\frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot \rho$$

gdzie  $D$  jest średnicą wewnętrzną walczaka. Przekrój, na jaki działa ta siła, będzie  $\pi \cdot D \cdot g$

stąd możemy napisać

$$\rho \cdot \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \leq \pi \cdot D \cdot g \cdot k_r$$

$$g \geq \frac{\rho \cdot D}{4 \cdot k_r} \quad /64/$$

Widzimy więc, że na szwy podłużne walczaka działa siła dwa razy większa, niż na szwy poprzeczne.

Praktycznie grubość blach walczaka oblicza się ze wzoru

$$g = \frac{D \cdot \rho \cdot x}{2 \cdot R_0 \cdot z} + c \geq 0,7 \quad /65/$$

$Z$  jest to poznany poprzednio współczynnik względ-

nej wytrzymałości szwu. Tablica VII podaje wielkości tego współczynnika dla spoin.

$x$  jest to współczynnik bezpieczeństwa

$$k_r = \frac{R_o}{x} \quad /66/$$

Współczynnik bezpieczeństwa  $x$  przyjmuje wartości od 4 ÷ 5. Dla szwów zakładkowych Z i  $\frac{1}{2}N$  /z jedną nakładką/  $x = 5$ , dla szwów poprzecznych przyjmujemy  $x = 4,25$  dla N1 N $\frac{1}{2}$   $x = 4$  dla N2 i następnych.

Tablica VII

Wart. współczynnika Z .	
Z = /	walczaki bez szwu lub spoiny
" 0,7	szwy zgrzewane na zakładkę na koksie lub węglu drzewnym
" 0,5	szwy spawane łukowo lub acetylenem

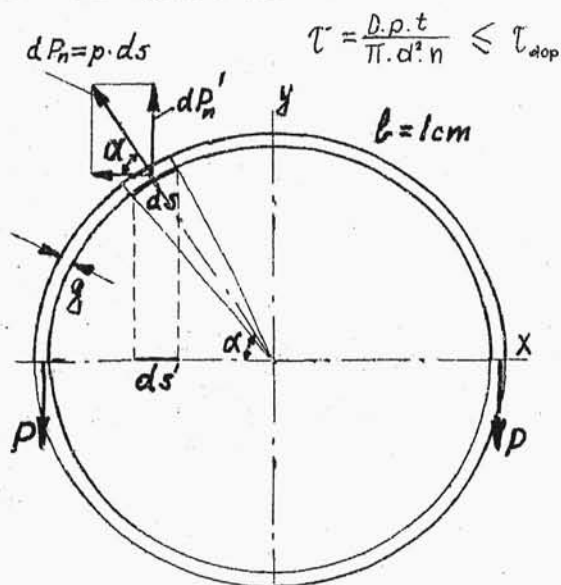
Naddatek  $c$  , wyrażony w cm, przyjmuje wartości

$c = 0,1$  przy  $g \leq 3$  cm.  $c = 0,05$   $3 < g \leq 4$  cm

$c = 0$   $g > 4$  cm

Przepisy o budowie walczaków są objęte rozporządzeniem Ministra Przemysłu i Handlu z dn.28 sierpnia 1937 r., Dziennik Ustaw Rzplitej Polskiej z dn.11 września 1937 r. Nr.65 poz.499.

Naprężenia ścinające w przekrojach poprzecznych są 2 razy mniejsze i średnie naprężenie ścinające w tych szwach wyniesie



Rys. 74.

$$\tau = \frac{D \cdot p \cdot t}{\pi \cdot d^2 \cdot n} \leq \tau_{dop}$$

/67/

$n$  - ilość przekrojów ścinających

Dla szwów podłużnych

$$p_t = P \cdot t$$

/68/

$$p = \frac{P \cdot D}{2}$$

/69/

$$p_t = \frac{P \cdot D \cdot t}{2} = n \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot \tau$$

/70/

$$\tau = \frac{2 \cdot D \cdot p \cdot t}{\pi \cdot d^2 \cdot n} \leq \tau_{dop}$$

/71/

Grubość nakładek  $g_n \geq 0,65 \cdot g$  przy nakładkach podwójnych  $g_n \geq g$  dla nakładki pojedynczej/dla szwów  $\frac{1}{2} N$

Odległość osi rzędu nitów od brzegu blachy winna być conajmniej równa  $1,5 d$ . Gdy szew jest wielorzędowy to odległości poszczególnych nitów od brzegu blach są funkcjami podziałki.

Przy nakładkach podwójnych z nitami jednociętymi /szwy połówkowe/ opuszczamy nity w skrajnych rzędach przez co zwiększamy  $t$ , oraz współczynnik wytrzymałości względnej szwu  $z$ .

W obliczeniach nitowań powinniśmy zawsze dążyć do konstrukcji z blach jak najcieńszych.

Przy szwach nakładkowych osiągnąć można dostateczną szczelność dla  $t \leq 8d$

Jeśli ta wartość zostanie przekroczona, to należy w nakładkach wyfrezować wcięcie, aby zmniejszyć odległość między brzegiem blachy a nitami. Frezowanie jednak podraża znacznie kocioł, należy więc unikać szwów, wymagających nakładek z wycięciami falistymi.

#### §5. M a t e r i a ł y k o t ł o w e.

Blachy kotłowe są znormalizowane. Istnieją 3 rodzaje blach, oznaczone: B-36 B-41 B-46

Własności wytrzymałościowe tych blach podaje tabl.VIII.

Rodzaj	Wytrzymałość na rozciąganie $\text{kg/cm}^2$		Granica płyn. $Q_n$ przy $t > 200^\circ$
	$R_r$ rzeczywista	$R_o$ obliczenia	
B - 36	3500 - 4400	3600	2500 - 3,5. $t_b$
B - 41	4000 - 5000	4100	2800 - 3,5. $t_b$
B - 46	4500 - 5500	4600	

Tablica VIII

Zakres zastosowania blach

B - 36 stosujemy bez ograniczeń

B - 41 nie używa się dla części kotła, stykających się

z komorami paleniskowymi, z płomieniem

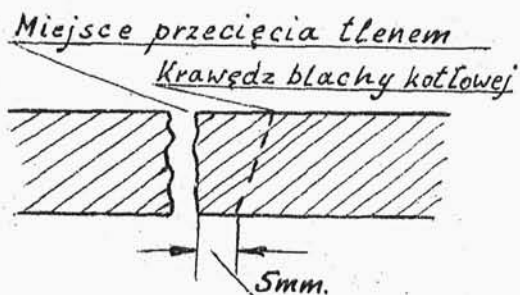
B- 46 nie stosuje się tam, gdzie blacha styka się ze spalinami.

Jeśli  $t > 200$  to zamiast  $R_0$  przyjmujemy wartość  $Q_0$  - granicę płynności blachy przy temp.  $t$ ,  $x \geq 2$ .

$t_b$  w tabeli oznacza temperaturę blachy.

Do budowy kotłów używamy również blachy miedziane. Wytrzymałość  $R_0 = 2200 \text{ kg/cm}$ , dla  $t \leq 120^\circ$ . Dla wyższych temperatur  $R_0 = 2600 - 5 \cdot t_b$ .

Temperatura blachy zależy od ciśnienia w kotle i od położenia względem paleniska. Dla blach, które są pod działaniem paleniska



rys.75.

$$t_b = t_p + 100^\circ \quad /72/$$

$t_p$  jest temperaturą pary.

Dla blach w 1 i drugim kanale dymowym

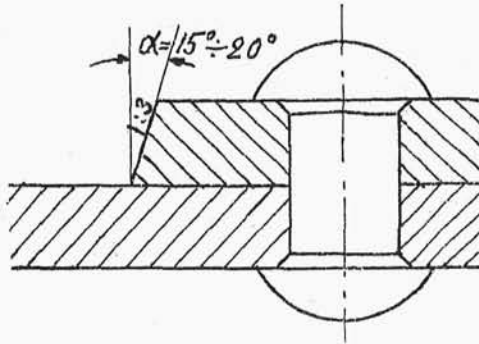
$$t_b = t_p + 50^\circ \quad /73/$$

Blachy kotłowe nie

powinny być cięte nożycami ani tlenem. W takich wypadkach należy brzeg blachy ostrugać i sfrezować/rys.75/.

Dla możliwości doszczelnienia sfrezowanie powinno być dokonane pod kątem /rys.76/. Pochylenie to wyko-

nuje się w stosunku 1:3 lub 1:4.



rys.76.

#### §6. Dna i włazy kotłowe.

Walczak ograniczony jest z obu stron dnami i kotłowymi. Zależnie od postaci dna kotłowe rozróżniamy płaskie i wypukłe.

Wymiary charakterystyczne den /rys.77/

$D$  - średnica walczaka

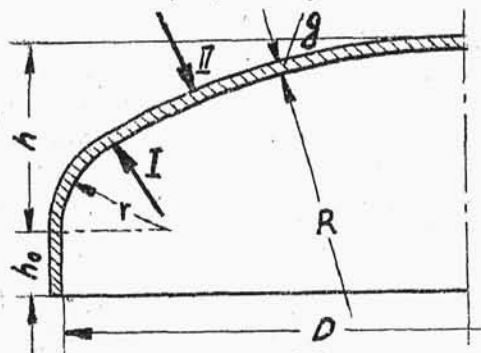
$R$  - promień krzywizny dna

$r$  - promień zaokrąglenia

$g$  - grubość blachy

$h_0$  - wysokość obrzeża

Grubość blachy dna



rys.77.

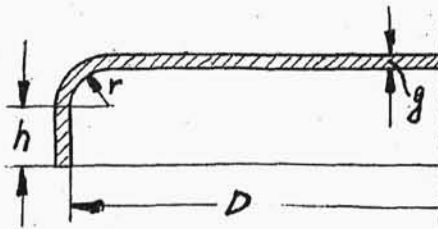
płaskiego /rys.78/ poddanego ciśnieniu wewnętrznemu

określa wzór

$$g = \sqrt{\frac{R}{2 \cdot R_0}} \cdot \left[ D - r \cdot \left( 1 + \frac{2 \cdot r}{D} \right) \right] \geq 0,7 \text{ cm}$$

/74/

Grubość blachy dna wypukłego /rys.77/ poddanego



rys.78.

ciśnieniu wewnętrznemu,

obliczamy ze wzoru

$$g = \frac{D \cdot p \cdot x}{4 \cdot R_0 \cdot z_d} + c \geq 0,7 \quad /75/$$

lub  $\geq 1,6$  dla dna wjazdu.

Współczynnik  $z_d$  powinien

wynosić

$$z_d = \frac{h \cdot (12,5 \cdot h - D)}{10 \cdot h^2 - 0,8 \cdot h \cdot D + D^2}$$

$$R \leq D \quad r \geq 0,125 \cdot D \quad r \geq 4 \cdot g \quad /76/$$

W dnach wypukłych największe naprężenia będą występować na ich zewnętrznej stronie.

$\sigma_I$  - naprężenia na stronie wewnętrznej

$\sigma_{II}$  - " " " zewnętrznej

$\sigma_0 = \frac{p \cdot R}{2 \cdot g}$  " nominalne, jakie istniałoby w dnie pół-

kulistym o promieniu  $R$ .

Tablica IX podaje wartości  $\frac{\sigma_I}{\sigma_0}$  i  $\frac{\sigma_{II}}{\sigma_0}$  w zależności od promieni krzywizny.

Tablica IX

L.p	R	r	$\frac{\sigma_I}{\sigma_0}$	$\frac{\sigma_{II}}{\sigma_0}$
1	0,5.D	0,50.D	1	1
2	0,7 "	0,1 "	2,8	2
3	0,8 "	0,14 "	2,3	2,3
4	0,9 "	0,14 "	3,4	2,8
5	D	0,1 "	4,3	3,1
6	1,3.D	0,03 "	8,8	5,2
7	$\infty$	0,03 "	28	28



Im te współczynniki są wyższe, tym materiał jest gorzej wyzyskany. Najczęściej używa się wymiarów L.p.3. gdyż dają najlepsze wyzyskanie materiału. Dna L.p. 6 i 7 są wg przepisów niedopuszczalne.

Współczynnik bezpieczeństwa  $x$  przy obliczaniu den przyjmuje się

$x = 4,5$  dla den z bocznym włazem, którego większy wymiar  $a > 12,5$  cm

$x = 4,25$  dla den ze środkowym włazem, którego większy wymiar  $a > 12,5$  cm

$x = 4$  dla den z wykojem nie wzmocnionym, którego większy wymiar  $4,9 < a \leq 12,5$  cm

$x = 3,75$  - jak wyżej przy wykroju wzmocnionym lub  $a \leq 4,9$  bez wzmocnienia.

$x = 3,5$  dla den pełnych lub otworami  $a \leq 4,9$  wzmocnionymi.

Na podstawie doświadczeń przeprowadzonych na dnach kotłowych różnych kształtów stwierdzono, że największe naprężenia /  $\sigma_r$  Rys.77/ występują na wewnętrznej stronie dna tam, gdzie następuje zmiana promienia krzywizny dna z  $r$  na  $R$ . Największe naprężenie na stronie zewnętrznej występuje bliżej środka dna. Naprężenia w dnie

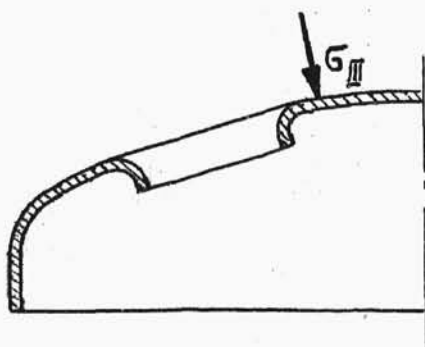
ulegają zmianie, jeśli wykonany jest w dnie właz.

W zależności od kształtu wyoblenia, krawędzi włazu naprężenia w tym miejscu przybierają różne wartości. Np. w wypadku wyoblenia włazu przedstawionego na rys. 79

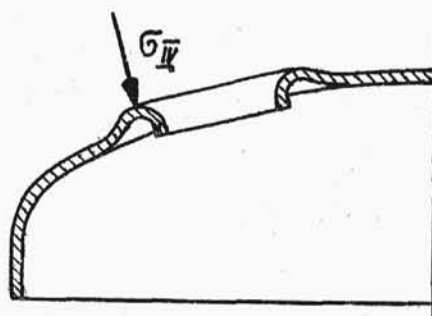
$$\frac{\sigma_{II}}{\sigma_n} = 3 \div 3,5 \quad /77-a/$$

jeśli zaś właz wygląda tak, jak na rys. 80, to występują w takim wypadku

$$\frac{\sigma_{IV}}{\sigma_n} = 1,5 \div 1,75 \quad /77-b/$$



rys. 79.

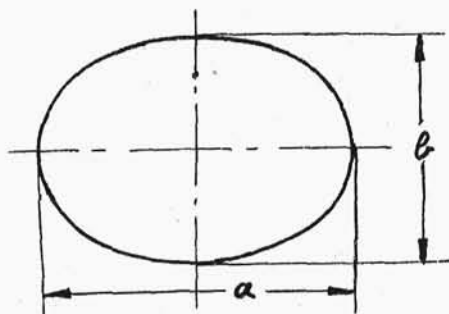


rys. 80

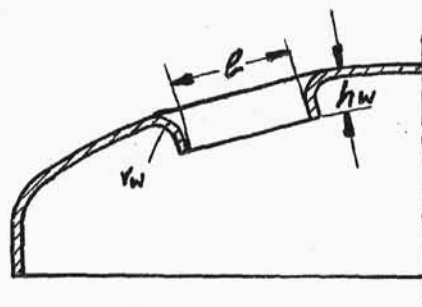
Włazy są to otwory w dnach kotłowych wykonane w celu możliwości wejścia do kotła przy budowie oraz przy badaniach.

Zazwyczaj właz ma kształt eliptyczny i wymiary 300 x 400 /rys. 81/, aby robotnik mógł przejść.

Rys.82 przedstawia otwór włazowy wzmocniony przez wyoblenie.



rys.81.



rys.82.

$r'_w$  - promień zakrzywienia brzegu włazu

$h'_w$  - wysokość zakrzywienia

Zwykle przyjmujemy  $r'_w \geq 2,5$ , a  $h'_w \geq \sqrt{q \cdot b'}$

gdzie  $b$  - jest mniejszą osi elipsy, którą tworzy właz.

Grubość blachy den płaskich bez włazu przynitowanych za pomocą wykrępowanego kątownika określają wzory:

$$g = 0,4 \cdot D \cdot \sqrt{\frac{p \cdot x}{R_0}} \quad /78/$$

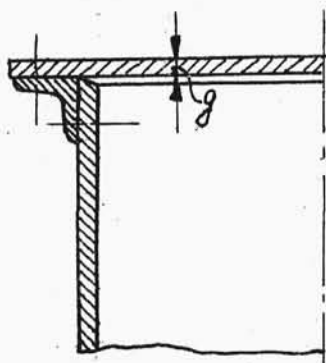
gdzie  $x \geq 4$  dla den okrągłych według rys.52.

Dla den prostokątnych rys.53

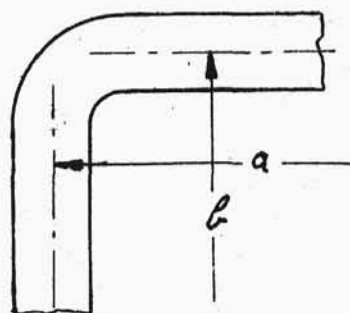
$$g = 0,61 \cdot \frac{a \cdot b}{\sqrt{a^2 + b^2}} \cdot \sqrt{\frac{p \cdot x}{R_0}} \quad /79/$$

Walczaki zazwyczaj buduje się pod postacią szeregu pierścieni połączonych szwami zakładkowymi i zamknię-

tych dwoma dnami. Dwa razy mniejsze naprężenia w przekrojach poprzecznych niż w podłużnych pozwalają na stosowanie tych szwów.

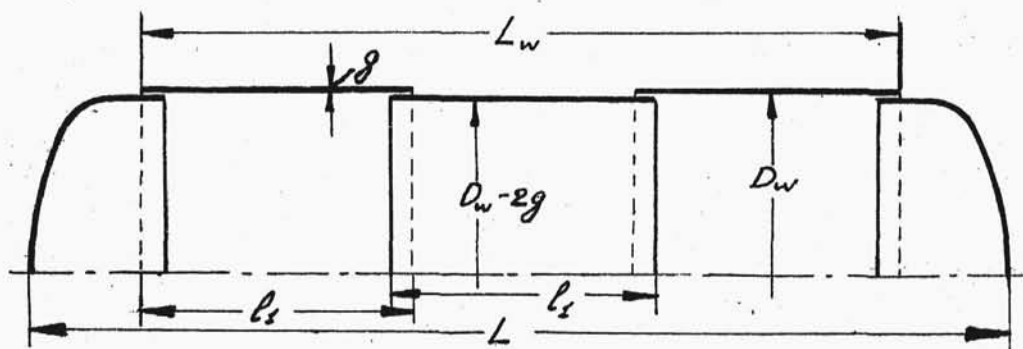


rys.83.



rys.84.

Liczba pierścieni powinna być nieparzysta, aby dna miały jednakowe rozmiary /wtedy jest tańsze ich wykonanie/. Rys.85 . Najważniejsze wymiary walczaka są: jego d ł u g o ś ć  $L_w$  i ś r e d n i c a  $D_w$ , która jest największą średnicą wewnętrzną walczaka. Szerokości  $l_1, l_2 \dots$  poszczególnych pierścieni powinny być równe.

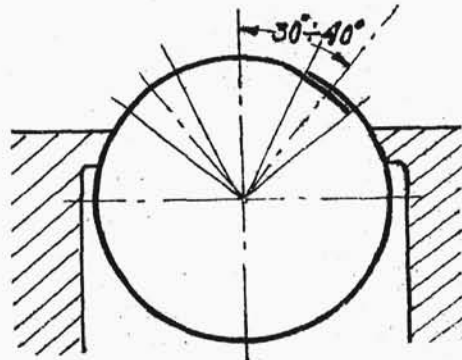


rys.85.

Całkowitą długość walczaka wraz z dnami określa wymiar  $L$ .

### §5. S p o s o b y r o z m i e s z - c z e n i a s z w ó w.

Szwy podłużne walczaka umieszczane są o  $30^{\circ} \div 40^{\circ}$  w lewo lub w prawo od osi pionowej walczaka, tak, jak pokazuje rys.86. Konieczne to jest z tego względu, aby szwy nie były zakryte obmurzem, co utrudnia ich kontrolę. Miejsca, gdzie zbiegają się szwy poprzeczne z podłużnymi, nazywane są w ę z ł a m i . Prawidłowy układ blach w węźle decyduje o szczelności walczaka i o kosztach jego wykonania.



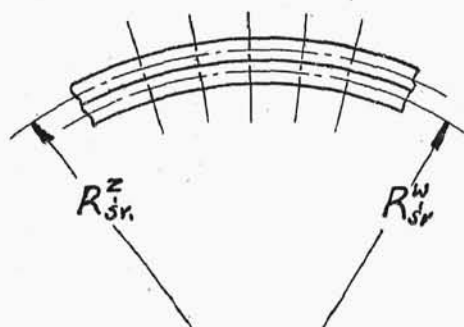
rys.86.

O układzie blach w węźle decyduje rodzaj stosowanych szwów. Szew poprzeczny powinien być tak dobrany, aby

jego podziałka mieściła się całkowitą ilość razy na obwodzie walczaka. Ponieważ często nie można tego osiągnąć, lub wykonanie węzła wymaga przesunięcia nitów, więc pewne nieduże odchylenia od przyjętej podziałki są dopuszczalne.

Przy określaniu podziałki szwów poprzecznych obli -

cza się obwody poszczególnych pierścieni walczaka za pomocą promieni łuków przechodzących przez środek grubości blach. /rys.87/.



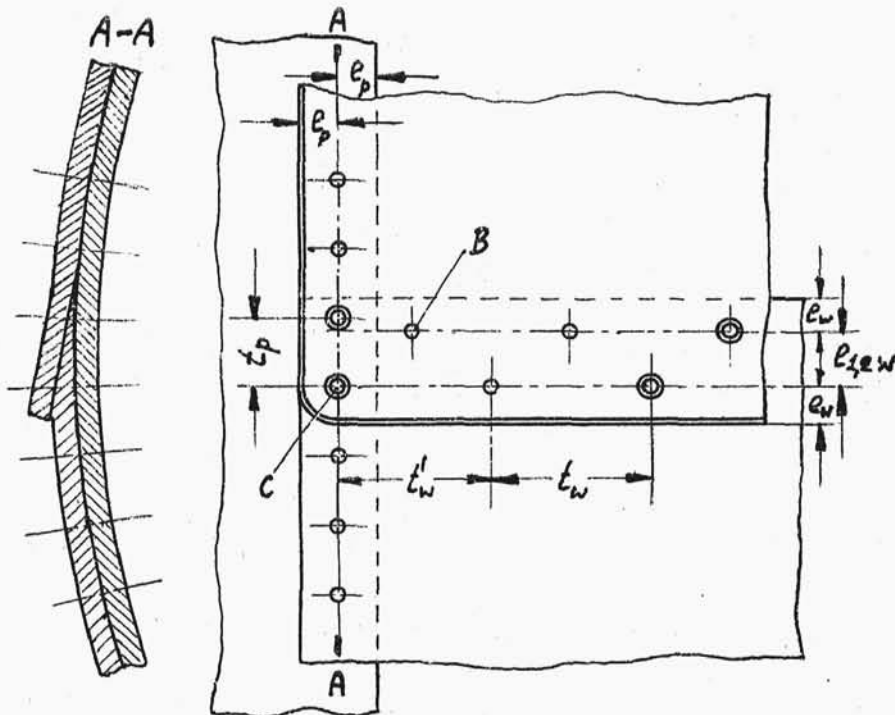
rys.87.

Ponieważ środkowa warstwa blachy nie zmienia swych wymiarów po wykrępowaniu pierścienia, wobec tego podziałka na pierścieniu zewnętrznym będzie większa niż na pierścieniu wewnętrznym.

Według tych podziałek wierci się t.zw. otwory s c z e p n e . Po wywierceniu tych otworów szczepia się blachy walczaka śrubami i dopiero teraz wierci się pozostałe otwory. Otwory szczepne wykonuje się przede wszystkim w węzłach /rys. 88, 89, 90 oznaczone podwójnym kółkiem/.

Przykład rozwiązania węzła przy szwach zakładkowych poprzecznym i podłużnym pokazuje rys.88. Jak widzimy z przekroju A-A jedna krawędź blachy pierścienia zewnętrznego musi być zestrugana albo zfrezowana dla otrzymania szczelnego połączenia. Podziałka  $t'_w$  szwa podłużnego może się różnić w pewnym stopniu od przyjętej po-

działki  $t_w$ . Przy dobieraniu podziałki  $t'_w$  trzeba uważać, aby odległość nita  $B$  od krawędzi sąsiedniego pierścienia była taka, aby nit ten nie przeszkadzał przy doszczelnianiu pierścienia. Ze względu na szczelność

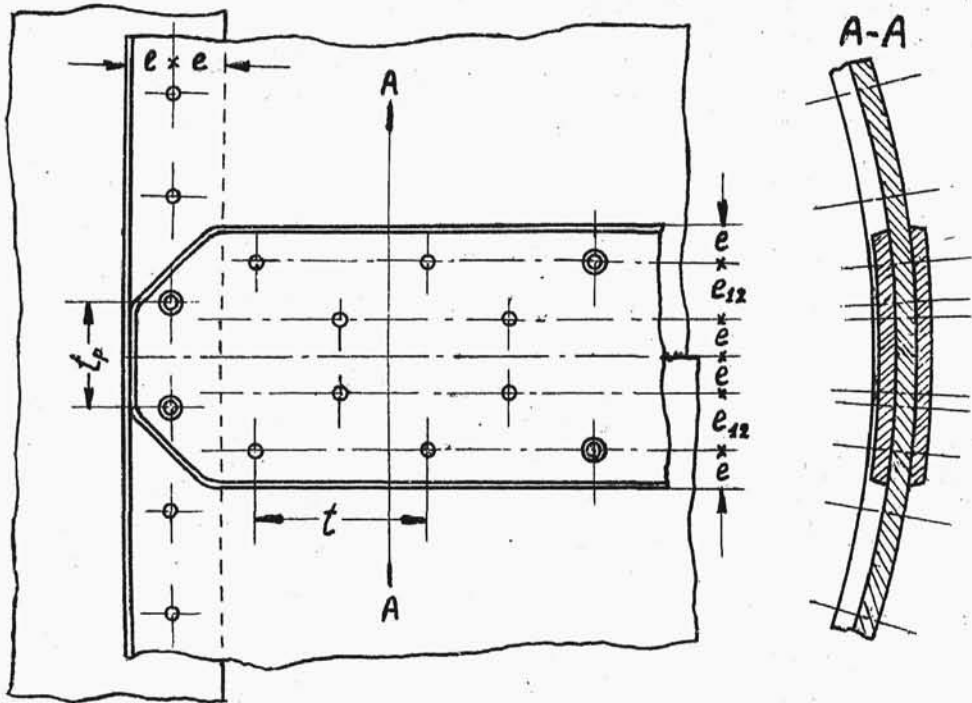


rys.88.

połączenia róg blachy przy nicie  $C$  powinien mieć kształt łuku koła /albo do niego zbliżony/.

To samo dotyczy węzła przedstawionego na rysunku 89. Węzeł formuje się tak, aby nity szwu poprzecznego tworzyły jakby dalszy ciąg szwu podłużnego, a rogi na-

kładki ścina się tak, jak to jest na rysunku.



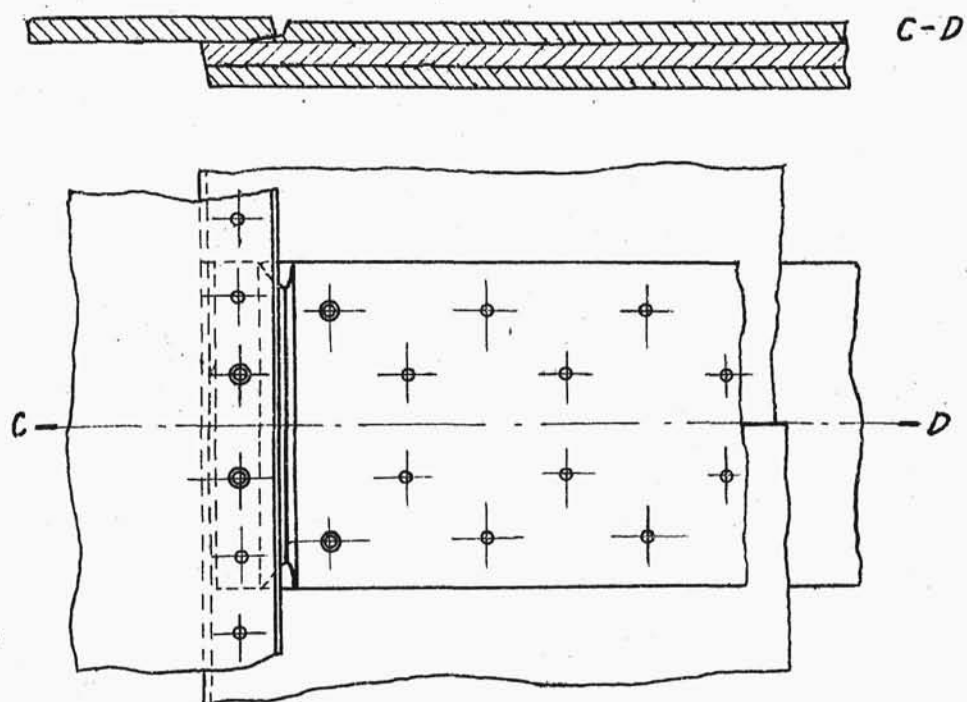
rys.89.

Jeśli jest połączenie przedstawione jak na rys.90 to ze względu na jego szczelność nakładka górna powinna podchodzić pod sąsiedni pierścień, jest to możliwe tylko wtedy, jeśli jej koniec zfrezuje się lub zestruga w kształcie klina, tak jak to pokazuje przekrój C-D. Róg tej nakładki formuje się tak, jak na rysunku 91.

Jak było zaznaczone przy omawianiu rys.88, 89 i 90, należy zwracać uwagę na umieszczenie nitów tak, aby nitów nie utrudniały doszczelnienia blach. Nit po-

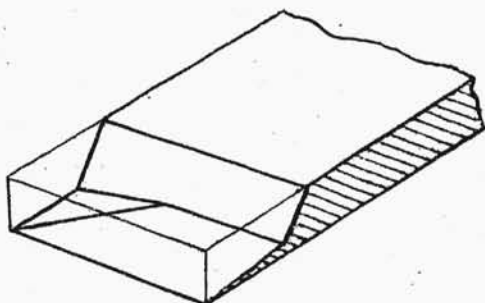


winien być tak odsunięty od krawędzi blachy, aby narzędzie uszczelniające /rys.92/ było ustawione pod



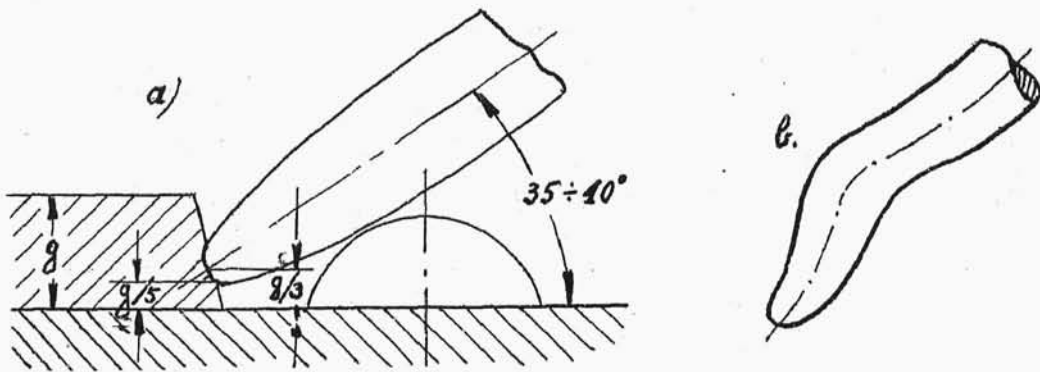
rys.90.

kątem  $35^{\circ}40'$  do poziomemu blach, i aby odległość końca narzędzia od blachy dolnej wynosiła  $\frac{1}{3}$  grubości blachy doszczelnianej. Ułatwia uszczelnianie kształt narzędzia pokazany na rys.92-b, obec-



rys.91.

nie nie ma ono zastosowania.



rys. 92.

#### §7. Nitowanie mocne.

Jeżeli dane połączenie nitowe ma przenosić pewne siły, ale nie wymagana jest szczelność konstrukcji, to takie połączenie nazywamy *m o c n y m*. W nitowaniach mocnych dajemy zwykle poza nitami na gorąco nity na *z i m n o*.

Nitowanie na zimno polega na wbijaniu zimnego nita w otwór mniejszy od średnicy nita. Nitowanie to stosowane jest głównie w wypadku konstrukcji, która ma przenosić naprężenia zmienne, ponieważ zmienne obciążenia sprzyjają rozluźnianiu się połączeń przez poślizg. Chcąc się przed tym zabezpieczyć daje się część nitów tworzących dane połączenie jako nity na zimno. Ilości

tych nitów nie można określić. Zależy ona od wielkości wahań oraz wielkości sił  $P$ . Rozstrzygając tę sprawę należy mieć na uwadze, że połączenie na zimno jest znacznie droższe, gdyż w wykonaniu wymaga dokładnego rozwiercenia otworu oraz ich centrowania. Nit w warunkach takich będzie pracował na ścinanie.

Obliczeniowo ujmujemy tę sprawę tak, aby 1/ wytrzymałość nitu na ścinanie 2/ wytrzymałość blachy na nacisk powierzchniowy 3/ wytrzymałość blachy na rozzerwani e były w danym połączeniu identyczne.

Oznaczmy siłę przypadającą na jedną podziałkę

$$P_i = P_r$$

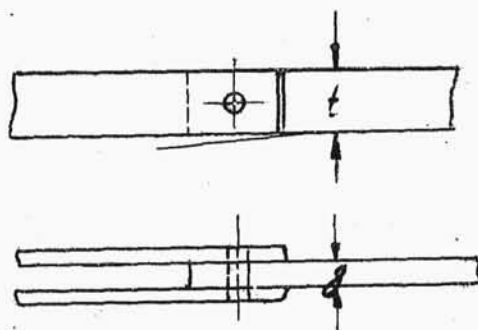
Niech w rozpatrywanym wypadku przypada na podziałkę tylko jeden nit /rys.93/.

Z warunku wytrzymałości nitu na ścinanie otrzymamy:

$$P_i \leq \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \cdot k_t \cdot n \quad /80/$$

gdzie  $n$  ilość przekroii ciętych

$k_t$  - podaje tablica X.



rys.93.

Z warunków wytrzymałości blacha na nacisk

$$P_i \leq \frac{\pi}{4} \cdot g \cdot d \cdot k$$

g - grubość blachy

k - dopuszczalny nacisk jednostkowy

Przyjmujemy dla uproszczenia, że w rzeczywistości nierównomiernie rozłożone na obwodzie naciski, rozkładają się równomiernie na średnicy. Z obliczenia na ściskanie zdawać by się mogło, że powiększenie ilości blach jest korzystne, bo zwiększa ilość przekroji ciętych/n / co za tym idzie, zmniejszenie siły przenoszonej przez jeden przekrój. Zwiększenie jednak ilości przekorji ciętych pociąga za sobą zmniejszenie grubości blach, a co za tym idzie, zwiększenie nacisków w myśl wzoru / /.

Dla uzupełnienia tego co powiedziano, zamieszczamy wielkości współczynników  $k_t$  i  $k_r$  zawarte w tabelicy X.

Tablica X.

gatunek	$k_r$	$k_t$	k
stal pospolita	900	720	800
0,15	1000	800	2000
0,25	1100	850	2200
0,35	1250	1000	2500

Z warunku wytrzymałości blachy na rozciąganie mamy

$$P_i \leq (t-d) \cdot g \cdot k_r$$

Ze wzorów oraz po uproszczeniu otrzymamy

$$d = 3,2.g \quad \text{dla } n=1 \quad /82/$$

$$d = 1,6.g \quad \text{" } n=2$$

oraz

$$t = 3.d \quad /83/$$

Do wyników powyższych doszliśmy, przyjmując, że

$$k_t = 0,8.k_r \quad k = 2.k_r$$

Dla określenia  $d$  w praktyce używamy jednak empirycznej formuły  $d \approx 2.g$ , identycznie jak dla nitowania na gorąco. W wypadku nitowania osłon na konstrukcji kształtowej idziemy z podziałkami daleko dalej niż pozwala wzór / 83 /. Ze względu na szczelność nie możemy projektować  $t > 8.d$ , ponieważ w pofałdowaniach blachy tworzyłyby się siedliska rdzy, która niszczyłaby naszą konstrukcję. W wypadku, gdy nie obawiamy się możliwości zniszczenia konstrukcji przez rdze, przyjmujemy  $t < 12.d$  ze względu na sztywność.

W nitowaniach mocnych dopuszczamy odległości  $e$  i  $e_r$  następujące:

$$e = 1,5 \div 2(2,5).t \quad /84/$$

zaś

$$e_{\frac{1}{2}} = (0,6 \div 0,8).d \quad \text{gdy ustawienie równoległe}$$

$$e_{\frac{1}{2}} = (2 \div 2,5).d \quad \text{" " w zakosy}$$