

## ROZDZIAŁ II

### POŁĄCZENIA NITOWE.

#### §1. Połączenia części maszyn.

Połączenia części maszyn dzielą się na nierozłączne i rozłączne.

Połączenia nierozłączne dzielą się z kolei na:

- 1/ nitowe
- 2/ spawane
- 3/ zgrzewane
- 4/ lutowane
- 5/ skurczowe
- 6/ wtlaczane

Połączenia rozłączne dzielą się na:

- 1/ śrubowe
- 2/ klinowe

Połączenia nitowe w zależności od

warunków obciążenia i stawianych wymagań dzielią się na:

1/ mocne i szczelne, służące do łączenia blach zbiorników wytrzymujących ciśnienie i zapewniających szczelność.

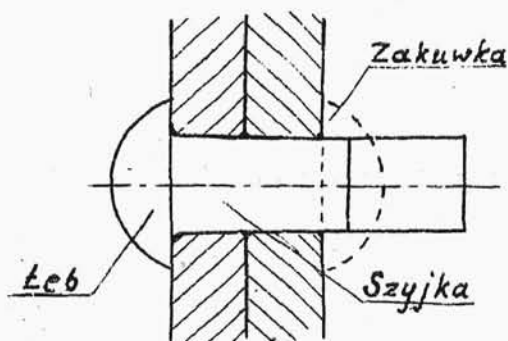
2/ mocne, jeżeli muszą przenosić duże siły, ale nie wymagają szczelności połączenia/budownictwo, konstrukcje mostowe itp./

3/ szczelne, jeżeli przenoszą małe obciążenia, ale wymagają szczelnych połączeń/zbiorniki o małym ciśnieniu/.

## §2. Wiadomości ogólne o połączeniach nitowych.

Zależnie od sposobu wykonania połączenia nitowe dzielią się na połączenia na gorąco i na zimno.

Nit /rys.56/ składa się z łba, szyjki i

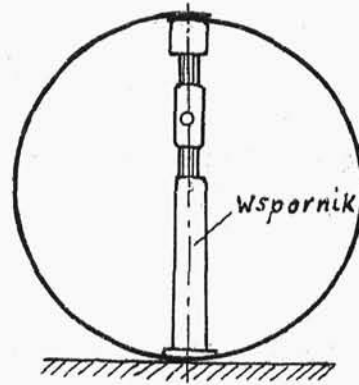


rys.56.

zakówki, czyli łba. wytwarzanego przy nitowaniu.

Nitowanie odbywa się w sposób wskazany na rys.57. Z jednej strony jest umieszczony wspor

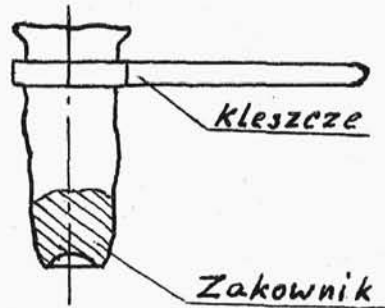
nik, który utrzymuje nit w otworze, z drugiej strony przez kucie lub prasowanie wytwarzamy łeb zw. zakówką przy pomocy zakownika /rys.58/, nadającego jej odpowiedni kształt.



rys.57.

W wypadku nitowania

na gorąco nity wymagają otworu o 1 mm większego. Przy tworzeniu zakówki nit się spęcza i szyjka dokładnie wypełnia otwór, po wystygnięciu powstaje jednak drobny luz. Nit, stygnąc kurczy się i łby ściskają z wielką siłą blachy.



rys.58.

Nity przez to pracują na <sup>pslizg</sup> ~~rozciąganie~~, a nie na ścinanie.

W wypadku nitowania na zimno nit wbija się w otwór, nieznacznie mniejszy /wcisk do 2%/, po tym formujemy zakówkę na zimno. Nity formowane na zimno pracują na ścinanie.

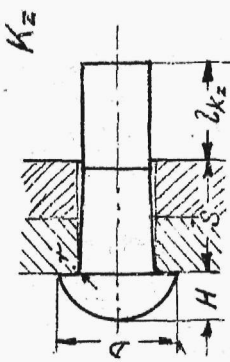
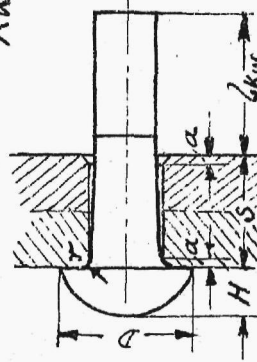
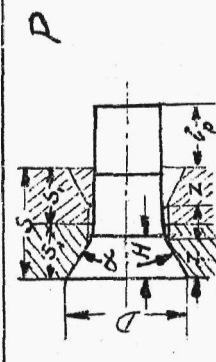
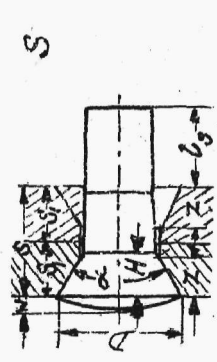
Dla zmniejszenia ilości narzędzi używanych do nitowania wymiary nitów są znormalizowane, obejmują je normy od PN/G 1100 1107 i 1111 1118.

Ze względu na kształt łba nity dzielą się na nity z łbem kulistym zwykłym, kulistym wzmocnionym itd. i odpowiednio oznaczają. Nit z łbem kulistym zwykłym oznaczamy  $K_z$  używamy go do nitowań mocnych. Nit z łbem kulistym wzmocnionym oznaczamy  $K_w$ , używany jest on w konstrukcjach kotłowych. Wymiary łba nita wzmocnionego są równe co do wielkości wymiarom następnego normalnego nita zwykłego. Łby i zakówki wykonywa się również jako płaskie  $P$  i soczewkowe  $S$ . Nity soczewkowe różnią się od nitów płaskich tylko wypukłością. W jednym nicie mogą istnieć różne łby i zakówki, otrzymamy w ten sposób 9 różnych postaci nitów zamkniętych.

Zasadnicze wymiary oraz postaci tych nitów, podaje tabl. V.

Nity są znormalizowane wg średnicy sworznia, oznacza się je, podając najpierw literę  $N$ , następnie  $K_z$   $K_w$   $P$  i  $S$ , zależnie od tego, jaką postać ma łeb, dalej iloczyn liczb, określających średnicę nita  $d$  i długość

Tablica V

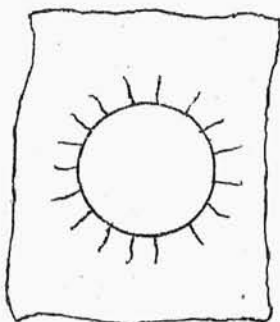
Rysunek i oznaczenie łba	mm	d									
		10	13	16	19	22	25	28	31	34	37
<p><i>K<sub>z</sub></i></p> 	D	17	21	26	32	37	42	47	52	57	62
	H	7	8,5	10	12	14	16	18	20	22	24
	r	0,4	0,6	0,8	0,8	1	1	1	1,5	1,5	1,5
	<i>l<sub>Kz</sub></i>	16	16	18	22	24	28	30	33	37	41
<p><i>K<sub>w</sub></i></p> 	D	21	26	32	37	42	47	52	57	62	67
	H	8,5	10	12	14	16	18	20	22	24	26
	r	1	1,5	2	2	2	2,5	2,5	3	3	4
	<i>α</i>	1	1,5	2	2	2	2,5	2,5	3	3	4
<p><i>P</i></p> 	<i>l<sub>Kw</sub></i>	25	26	30	34	36	40	41	45	49	53
	<i>l<sub>P</sub></i>	6	6	6	7	8	10	12	12	12	16
	D	17	20	25	30	35	40	44	49	54	59
	H	4,5	6	7,5	9	11	12,5	14	15	17	18,5
<p><i>S</i></p> 	<i>α</i>	75	60	60	60	60	60	60	60	60	60
	Z <sub>z</sub>	4	5	6,5	8	10	11,5	13	14	16	17,5
	w	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6
	<i>l<sub>S</sub></i>	8	8	8	12	14	15	16	18	20	22

sworznia nitowego. Wymiary podawane są w mm. Np.:NK<sub>z</sub> 19 x 75, NP 16 x 45. Normalne wymiary nitów podaje tab. V.

Długość nitów określa się w zależności od koniecznej długości, wynikającej z grubości części łączonych, dodając do łącznej grubości blach, lub części łączonych pewną długość  $l_{k_2}$   $l_{k_w}$   $l_p$  lub  $l_s$ , potrzebną do utworzenia danego rodzaju zakówki. Wartości te podają normy.

Miedzy długością nita a jego średnicą musi zachodzić pewien stosunek, gdyż nity cienkie zbyt długie nie ulegają spęczaniu w otworze, tylko wyboczeniu, co stwarza b. niekorzystne warunki pracy. Normalne długości nitów podaje tablica VI.

Otwory na nity mogą być wiercone lub przebijane.



Przebijanie jest dużo tańsze i szybsze, ale w kotlarstwie zabronione, gdyż przy przebijaniu następuje silny zgniot materiału, w pobliżu otworu, sprzyjające rozerwaniu się blach /rys.59/.

rys.59.

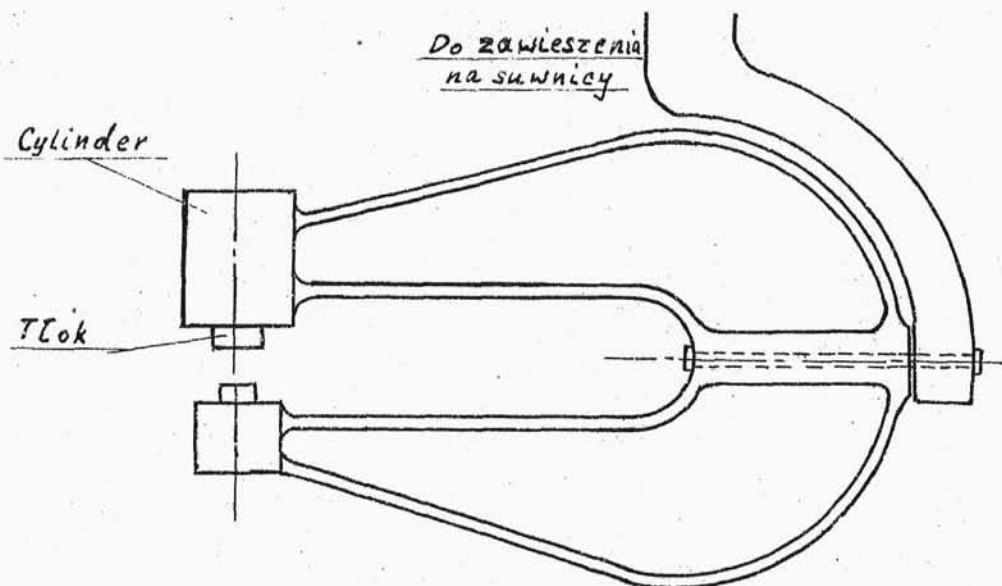
Tablica VI

$d_n$	$l$ $NK_z$	$l$ $NK_w$	$l$ $NP$	$l$ $NS$
10	16 - 50	16 - 60	14 - 55	16 - 58
13	18 - 62	18 - 75	18 - 68	20 - 68
16	20 - 75	20 - 95	20 - 90	24 - 90
19	20 - 90	20 - 110	26 - 110	30 - 110
22	30 - 100	30 - 130	32 - 130	36 - 130
25	36 - 115	36 - 140	36 - 145	42 - 145
28	42 - 130	42 - 165	42 - 160	48 - 160
31	50 - 140	50 - 175	48 - 170	55 - 170
34	58 - 160	58 - 185	55 - 175	65 - 175
37	65 - 170	65 - 195	65 - 190	68 - 190

Nitować możemy ręcznie, podpierając z jednej strony żeb i formując z drugiej strony zakówkę zakownikiem i młotkami lub mechanicznie przy pomocy młotka pneumatycznego.

Do nitowania mechanicznego używa się często n i c i a r e k . Niciarka /rys.60/ składa się z podpórki i cylindra hydraulicznego, przy pomocy którego sprasowujemy nity. Do budowy walczaków używa się również niciarki stałe /rys.61/. Dół w takiej nicarce musi być

większy od największego kotła, jaki ma być przypusz-

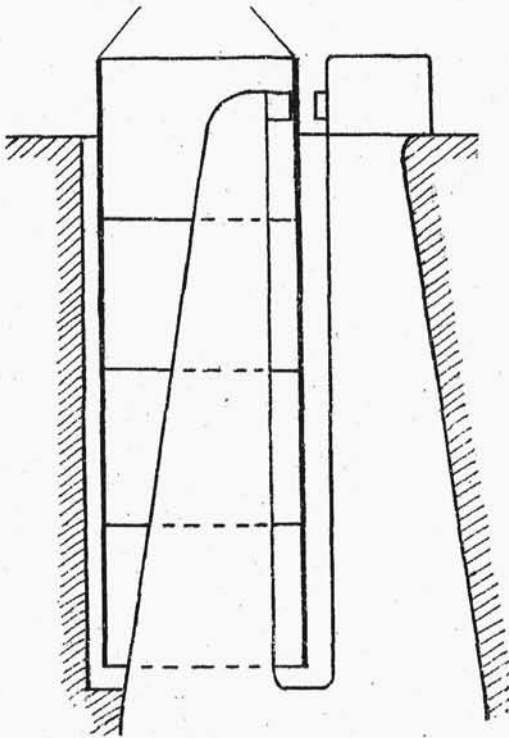


rys.60.

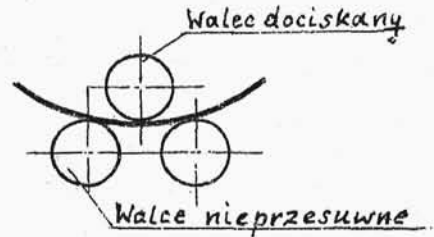
czalnie wykonany. Walczaki w takim wypadku umieszczane są na wciągarnie.

Blachy kotłowe zwija się na specjalnych w a l - c a r k a c h, walcując tak długo, póki nie zajdą na siebie końce blach /rys.62/. Następnie wierci się otwory szczepne, przez które śrubami zabezpiecza się blachy przed przesuwaniem się w czasie nitowania. Po szczepieniu wierci się otwory na nity w miejscach uprzednio wytrasowanych punktami /rys.63/.





rys.61.



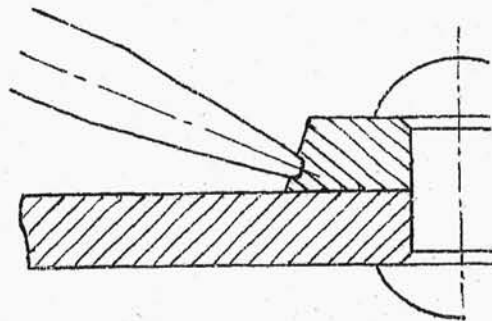
rys.62.

Aby zapewnić szczelność połączenia, należy brzegi blach doszczelnić. Doszczelnienie wykonuje się przy pomocy specjal-

c z e l n i a k ó w i m ł o t k a /rys.64/.

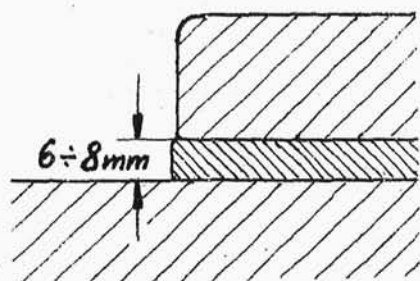


rys.63.



rys.64.

Gdy do blach mamy szczelnie przynitować część ze-



rys.65.

liwną, to ze względu na  
możliwość doszczelnienia,  
między blachę i daną część  
zwnitowujemy płytę stalo-  
wą /rys.65/, którą następ-  
nie doszczelniamy.

Szereg nitów danego połączenia tworzy s z e w.

Szwy mogą być z a k ł a d k o w e lub n a k ł a d -  
k o w e .

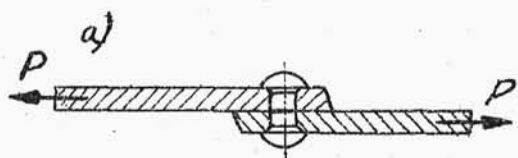
Ze względu na ilość rzędów nitów tworzących dany  
szew, szwy dzielą się na: j e d n o r z ę d o w e ,  
d w u r z ę d o w e itd., w i e l o r z ę d o w e .

Odległość między najbliższymi nitami, między któ-  
rymi obraz nitowania powtarza się, nazywamy p o d z i a -  
ł k ą s z w u i oznaczamy literą *t* .

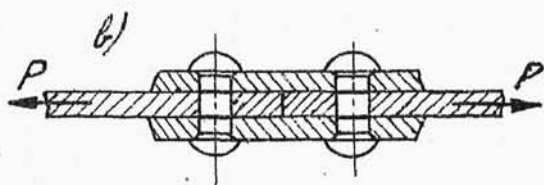
Rys.66-a przedstawia blachy zwnitowane na zakładkę.  
Nit wskazany na tym rysunku nazywany j e d n o c i ę -  
t y m, gdyż jest scinany w jednej płaszczyźnie.

Nity scinane w dwu płaszczyznach nazywamy d w u -  
c i ę t y m i i spotykane są w szwach nakładkowych  
/rys.66-b/. Szwy nakładkowe pokazane są na rys.66-b.

W szwach takich liczymy ilość rzędów na prawo lub lewo od środka szwu. Szwy nakładkowe są korzystniejsze od zakładkowych, ponieważ nie występują w nich momenty gnące.



Szwy na zakładkę oznaczamy Z, na nakładkę - N  
Szew Z/ma 1 rząd nitów, Z2  
2 rzędy itd. Szew N/ma 1  
rząd nitów, szew N2ma dwa  
rzędy nitów,  $N\frac{1}{2}$  ma 1 rząd



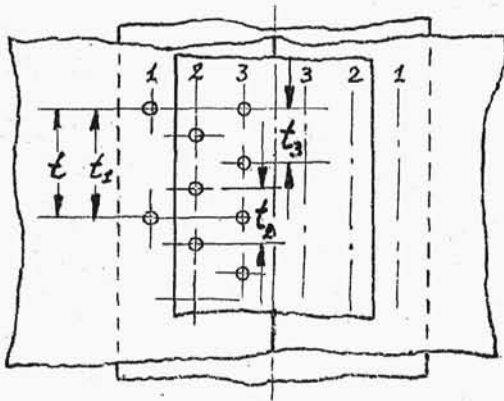
rys.66-a-b.

nitów jednociętych, jeden dwuciętych,  $N\frac{2}{2}$  ma 1 rząd nitów dwuciętych i 2 rzędy nitów jednociętych.

Szwy p o ł ó w k o w e, t.j. takie, które mają prócz nitów dwuciętych nity jednocięte, są korzystniejsze ze względów wytrzymałościowych, gdyż mamy tu stopniową zmianę przekroju blach.

Często, aby blachy zbyt nie osłabiać, opuszczamy niektóre nity w skrajnych rzędach. Wtedy za oznaczeniem wyżej podanym, umieszczamy znak  $\times$  mnożenia i liczbę określającą ile podziałka szwu zawiera podziałek rzę-

du najgęściej nitowanego. Dalej stawiamy znak minus,



rys.67

wskazujący, że nity zostały opuszczone, za nim ilość opuszczonych nitów w kolejności ku środkowi szwu, liczby te są mnożone przez 2 w wypadku opuszczenia nitów dwuciętych. Rys 67 przedstawia nam szew  $N2\frac{1}{2} \times 2-1$

Przegląd postaci szwów kotłowych i odpowiednich wymiarów podaje tabl. na końcu rozdziału II.

### §3.0 b l i c z e n i e s z w ó w n i t o w y c h.

Rozpatrzmy naprężenia w pasie blach znitowanych na



zakładkę /rys.68-a/. Niech szerokość pasa będzie równa 1 cm, grubość blach  $g$  zaś siła rozrywająca to połączenie  $P$ .



rys.68.

Ponieważ osi obojętne blach nie pokrywają się ze sobą, zauważamy, że prócz naprężeń rozciągających, po-

chodzących od siły  $P$  mamy jeszcze zginające parą sił o momencie  $P \cdot g$ .

Wykresy naprężeń będą się przedstawiały tak, jak wskazuje rys.69.

Naprężenie od siły  
rozciągającej -

$$\sigma_r = \frac{P}{g \cdot l} = \frac{P}{g} \quad /47/$$

Naprężenie od zginania

$$\sigma_g = \pm \frac{M_g}{W} \quad /48/$$

$M_g$  jest momentem gnącym.

$W$  wskaźnikiem przekroju

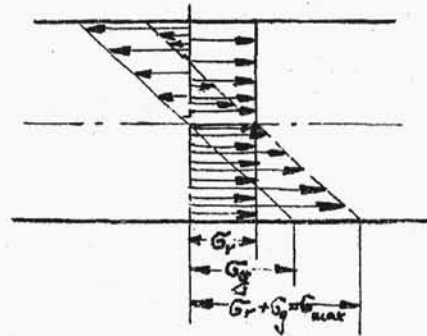
$$W = \frac{1}{6} \cdot l \cdot g^2$$

więc ostatecznie:

$$\sigma_g = \frac{P \cdot g}{\frac{1}{6} \cdot l \cdot g^2} = \frac{6P}{g} \quad /49/$$

Naskutek momentu gnącego, wynikiem którego są naprężenia określone wzorem 48, nastąpić musi odkształcenie blach połączenia, tak jak wskazuje rys.68-b. Chcąc temu zapobiec, krępuje się zawczasu blachy tak, aby ich osi obojętne pokrywały się z sobą.

Z tych też powodów stosuje się szwy zakładkowe tyl-

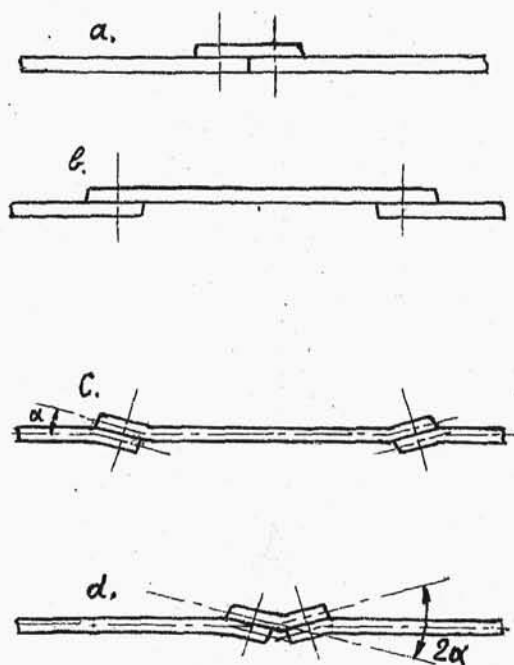


rys.69

ko w wypadku małych sił dla grubości blach  $g < 15$  mm.

Nakładki podwójne eliminują naprężenia gnące i są powszechnie używane przy szwach walczaków.

Rozpatrzmy rozkład naprężeń w wypadku połączenia na nakładkę pojedynczą, przedstawionym na rys.70-a.



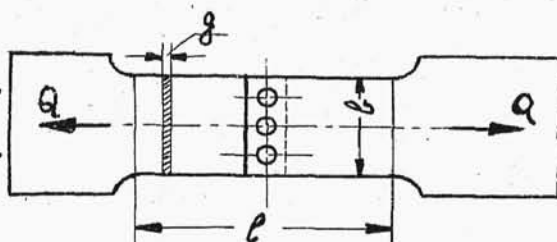
rys.70.

Nakładkę taką możemy porównać z podwójnym połączeniem zakładkowym, przedstawionym na rys. 70-b. Odkształcenie takiego połączenia omówione było poprzednio i przedstawione jest na rys.70-c. Oznaczmy kąty, jakie tworzą osi odgiętych części blach z osią główną przez  $\alpha$ . Prze-

chodząc od szkicu/C/do rozpatrywanego wypadku połączenia na nakładkę pojedynczą /rys.70d/ zauważamy, że i tu występują naprężenia gnące, powodujące odkształcenie jeszcze większe niż w wypadku połączenia zakładkowego, bo kąt wygięcia nakładki będzie dwukrotnie większy  $2\alpha$ .

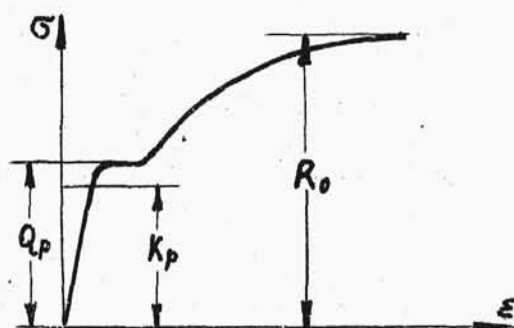
Stosowanie szwów na nakładkę pojedynczą jako szwów wzdłużnych, do kotłów parowych jest ustawowo zabronione.

Współczynniki wytrzymałościowe do obliczeń połączeń nitowych ustalone są doświadczalnie przy rozciąganiu próbki znitowanej /rys.71/. Otrzymamy wtedy wykres zbliżony do wykresu badania na rozrywanie miękkiej stali /rys.72/.



rys.71.

Gdy siły działające przekroczą opór poślizgu, to blachy przesuną się, na wykresie będzie to linia  $B-C$ . Następnie nity zostaną ścięte i połączenie zostanie przerwane.



rys.72.

Jako naprężenia dopuszczalne dla danego szwu nitowego możemy przyjmować oczywiście tylko naprężenia zawarte między punktami  $A B$  /rys.72/.

Przez analogię do rozciągania wytrzymałość szwu na poślizg blach zdefiniujemy.

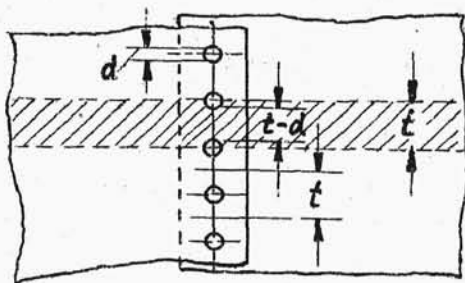
$$Q_n = \frac{P_i}{\pi d^2}$$

$Q_n$  wzrasta do pewnego stopnia wraz, z długością

nita, ale tylko do pewnej granicy, bo b. długi nit, choć ma większy skurcz i mocniej ściska, jest mniej wytrzymały wskutek wyboczenia. Długość nita, zakładanego na gorąco, nie <sup>mo</sup>powinien przekraczać pięciu średnic sworzni.

Jeśli obliczamy 1 rząd nitów, to zakładamy, że wszystkie nity pracują w jednakowych warunkach. Jeśli mamy szew wielorzędowy, to skrajne rzędy nitów są bardziej obciążone, a środkowe mniej. Jeżeli założymy, że blachy są niewydłużalne, wtedy siły na każdy nit byłyby równe. Gdy założymy rzecz odwrotną, to środkowy nit nie będzie wcale obciążony. W rzeczywistości zarówno blachy jak i nity są odkształcone, więc zachodzi przypadek pośredni, że nit środkowy mniej pracuje, niż skrajny. Z tych względów stosowanie więcej, niż czterech rzędów nitów nie opłaca się.

Najprostszy szew nitowy na zakładkę, pokazany na



rys.73.

rys.73, ma naprężenie rozłożone równomiernie na wszystkie nity.

Połączenie nitowe oblicza się w odniesie-



niu do obciążeń przypadających na jedną podziałkę.

Na podziałkę  $t$  działa siła  $P_t = P \cdot t$

Obliczenia sprowadzamy do rozważania 1 przekroju.

Dopuszczalne naprężenie w nicie na poślizg blachy

$$k_p \geq \frac{P_t}{\frac{\pi \cdot d^2}{4}} \quad /51/$$

Przy nitach, zakładanych na zimno, przeliczamy połączenia na ścinanie

$$P_t \leq \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \cdot k_t \quad /52/$$

oraz na nacisk, przypadający na nit. Przyjmujemy nacisk tak, jakby się rozkładał na średnicę

$$p = \frac{P_t}{d \cdot g} \leq k \quad /53/$$

gdzie  $k$  jest dopuszczalnym naciskiem jednostkowym na ścianę otworu nitowego.

Blachę należy przeliczyć na rozerwanie

$$(t - d) \cdot g \cdot k_r \geq P_t \quad /54/$$

stąd

$$k_r \geq \frac{P_t}{g \cdot (t - d)} \quad /55/$$

lub oznaczając  $P$  - siła na 1 cm bież. szwu w kg/cm,

otrzymamy

$$k_r \geq \frac{P \cdot t}{g \cdot (t - d)} \quad /56-a/$$

Oznaczamy:

$$z = \frac{t - d}{t} \quad /56/$$

współczynnikiem względnej wytrzymałości szwu.

Dla szwów nitowych z podwójną zakładką Z jest najmniejszą z  $Z_i$ :

$$Z_i = \frac{t_i - d}{t_i} \cdot k_i \quad /57/$$

jeśli i przyjąć równe liczbie kolejnej rzędu nitowego to  $k_i$  wyraża się zależnościami

$$k_1 = 1 \quad k_2 = \frac{n}{n - a \cdot n_1} \quad k_3 = \frac{n}{n - a \cdot n_1 - n_2} \quad k_4 = \frac{n}{n - a \cdot n_1 - n_2 - n_3} \quad /58/$$

gdzie:

$$\alpha = \frac{700}{\tau_a}$$

zaś

$t_1, t_2, t_3 \dots$  podziałka nitów w cm w rzędzie 1, 2, itd.

$n, n_2, n_3 \dots$  ilość pełnych przekrojów nitowych w podziałce szwu w rzędzie 1-ym, 2-gim  $\dots$

$$n = n_1 + n_2 + n_3$$

$\tau_a$ , średnie dopuszczalne obciążenie nitów w szwie, przyjmuje się dla szwów Z i  $\frac{1}{2} N$   $\tau_a = 750 - 50 \cdot j_1$  kg/cm<sup>2</sup> dla pozostałych  $\tau_a = 625 - 12,5 \cdot j_1 - 25 \cdot j_2$  kg/cm<sup>2</sup>

$j_1, j_2$  - ilości rzędów nitów jedno i dwuciętych.

W praktyce stosuje się do obliczeń nitów wzory empiryczne  $d = \sqrt{5 \cdot g} - 0,4 (\div 0,8)$

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  $D$ .