

cienia w cm. Zakładając $Z = 100 \text{ mm} / 400 + 2Z < D$, otrzymujemy:

$$S_{\text{ir}} = \frac{45}{2 \cdot 10} = 22,5 \text{ mm};$$

Ilość nitów do przymocowania pierścienia można obliczyć z równania:

$$\frac{n}{2} \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot k_p = \rho \cdot \frac{D \cdot l}{2}$$

skąd, zakładając opór przesuwania pierścienia $k_p = 700 \text{ kg/cm}^2$ i $l = 30 \text{ cm}$, otrzymamy: $n = 20$.

Gdyby n -nitów nie można było umieścić na obwodzie pierścienia, to dajemy dwa rzędy w zakosy, co powoduje zwiększenie szerokości pierścienia, a czasem i średnicy kołpaka.

§ 16. N i c e n i a s z o z e l n e

Do niceń szczelnych zaliczamy te, w których nity nie są obliczane na wytrzymałość waale, bowiem obciążenie zewnętrzne jest wogóle nieznaczne, jak np. w przewodach gazowych, lub gęstość rozmieszczenia nitów czyni zbędnym ich obliczanie nawet przy poważniejszym obciążeniu, jak np. w zbiornikach otwartych do cieczy.

Przy projektowaniu tych niceń posługujemy się danymi z praktyki. Grubość blach w rurach, zbiornikach, kominach żelaznych i t.p. stosuje się od 2 do 10 mm. Uszczelnianie mechaniczne blach do 4,5 mm jest niemożliwe z powodu małej sztywności cienkiej blachy i odbywa

się zapomocą szczeliwa, np. zapomocą pasków płótna lub nawet kartonu, przesyconych minją z pokostem. Najlepszym szczeliwem, ale znacznie droższem, jest siatka miedziana z minją lub ołów. Przy blachach grubszych od 4,5 mm stosuje się nitowanie i uszczelnianie mechaniczne. Zwykłe szczeliwa jak płótno, karton są mało odporne na działanie takich cieczy jak np. spirytus, ropa naftowa, nafta i inne, dlatego też w tym wypadku stosuje się uszczelnianie mechaniczne przy grubości ścianek co najmniej 4 - 5 mm. Nitowanie bywa przeważnie jednorzędne na zakładkę, rzadko kiedy stosuje się dwurzędne. Średnicę nitów i podziałki stosuje się następujące:

$$d = S + 0,7 \text{ cm};$$

gdzie S - grubość blachy nitowanej.

$$t = 3d + 0,5 \text{ cm} - \text{dla szwa jednorzędnego}$$

$$t = 4d + 0,8 \text{ cm} - \text{" " dwurzędnego}$$

Odległość nitów od krawędzi blachy daje się $1,5d$, zaś między rzędami szwa dwurzędnego - $0,75t$.

Nity o średnicach od 6-8 mm nituje się na zimno.

Poszczególne ogniwa rur nitowanych o tak małej średnicy, że wprowadzenie do środka człowieka przy nitowaniu nie jest możliwe, muszą być z konieczności krótkie, najwyżej 2 metry długości. Łączenie poszczególnych dzwon odbywa się na śruby zapomocą kołnierzy z przynitowanych

kątowników. Dzwona kominów i rur o większej średnicy, umożliwiającej dostęp do wnętrza, mogą być dłuższe i łączone szwem poprzecznym na zakładkę.

Należy zaznaczyć, że w ostatnich czasach zastosowanie konstrukcyj szczelnych, nitowanych znacznie się zmniejszyło; zostały one zastąpione przez konstrukcje spawane.

Co się tyczy zbiorników do cieczy, to spotykamy je w postaci prostopadkościanów i walców. Oczywiście jest, że zbiorniki okrągłe są znacznie wytrzymalsze od prostopadkościennych, w których płaskie ścianki muszą być usztywniane przez odpowiednie konstrukcje. Dlatego zbiorniki o dużej pojemności robimy walcowe. Grubość ścian ich, szczególnie przy osi pionowej, oblicza się analogicznie jak przy kotle. Dla każdej blachy pionowego zbiornika należy przyjmować ciśnienie u jej spodu.

W kominach żelaznych /rys.64/ należy część powyżej ścięgien obliczać na parcie wiatru jako belkę jednym końcem zamocowaną, poniżej zaś jako podpartą na dwóch końcach.

Z b i o r n i k i p r o s t o p a d k o ś c i e n n e. Oznaczmy przez:

H - wysokość zbiornika w om

S - grubość ścianki dna w cm

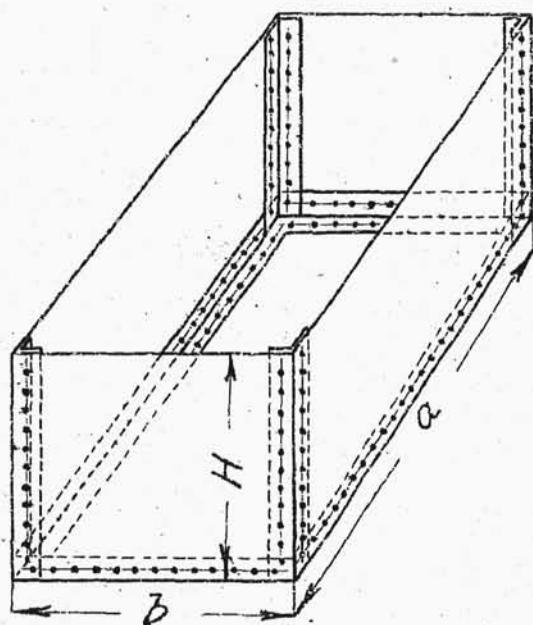
S_1 - " " boków w cm

γ - ciężar właściwy cieczy w gr/cm^3

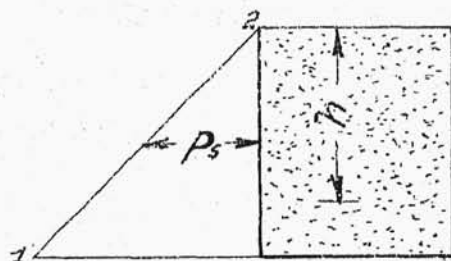
Ciśnienie cieczy na głębokości h /rys.128/, działające na wszystkie strony, a więc i na ścianki zbiornika wynosi:

$$p' = \frac{h \cdot \gamma}{1000}; \quad \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Linja "1 - 2" na rys.128 przedstawia wykres zmienności



Rys.127.



Rys.128.

ci tego ciśnienia. Zatem średnie ciśnienie na bocznej ściance będzie:

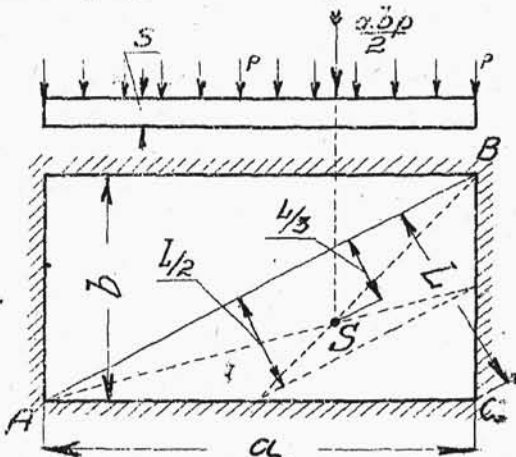
$$p_s = \frac{H \cdot \gamma}{2000};$$

zaś na dno: $p_d = \frac{H \cdot \gamma}{1000};$

Celem wyprowadzenia wzoru na grubość ścianki lub dna, potraktujemy go jako płytę swobodnie opartą na całym obwodzie i obciążoną jednostannie ciśnieniem $p \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$

/rys.129/. Przekrój niebezpieczny tej płyty przyjmujemy wzdłuż przekątnej $IA-BI$, jako najdłuższej linii niepodpartej. Wypadkowa siła parcia na powierzchnię trójkąta ABC przechodzi przez jego środek parcia S i jest równa $\frac{a \cdot b \cdot p}{2}$

Suma reakcyj odporowych rozsianych jednostajnie na bokach AB i BC jest równa $\frac{a \cdot b \cdot p}{2}$. Reakcja od boku AC jest przyczepiona w jego środku; to samo odpowiednio dotyczy boku BC . Zatem moment gnący



Rys.129.

dla przekroju niebezpiecznego $IA-BI$ będzie:

$$M_g = \frac{a \cdot b \cdot p}{2} \cdot \frac{L}{2} - \frac{a \cdot b \cdot p}{2} \cdot \frac{L}{3} = W \cdot k_g;$$

Ponieważ moment wytrzymałości przekroju niebezpiecznego

$$W = \frac{s^2 \cdot \sqrt{a^2 + b^2}}{6}$$

zaś wysokość trójkąta ABC : $L = \frac{a \cdot b}{\sqrt{a^2 + b^2}};$

więc podstawiając otrzymamy:

$$\frac{a \cdot b \cdot p}{12} \cdot \frac{a \cdot b}{\sqrt{a^2 + b^2}} = \frac{s^2 \cdot \sqrt{a^2 + b^2}}{6} \cdot k_g;$$

skąd:

$$s = a \cdot b \cdot \sqrt{\frac{0.5 \cdot p}{(a^2 + b^2) \cdot k_g}};$$

gdzie napężenie dopuszczalne dla blach stalowych

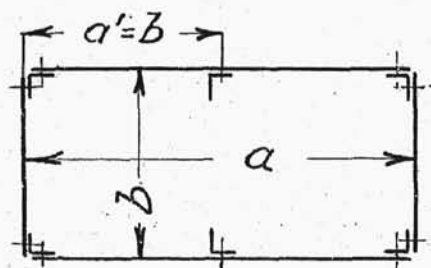
$$k_g = 1000 \text{ kg/cm}^2$$

Powyższy wzór był wyprowadzony przy założeniu, że płyta jest swobodnie podparta; w wypadku płyt na obwodzie zamocowanych można grubość blachy otrzymaną z powyższego wzoru pomnożyć przez pewien współczynnik uwzględniający zamocowanie. Uogólniając więc ten wzór i dodając 1 mm na rdzewienie otrzymamy:

$$S = a \cdot b \sqrt{\frac{0,5 P \cdot \mu}{(a^2 + b^2) \cdot k_g}} + 0,1 \text{ cm};$$

gdzie μ - współczynnik uwzględniający zamocowanie płyty; dla płyt swobodnie podpartych $\mu = 1$, zaś dla płyt zamocowanych na obwodzie $\mu = 0,75$.

Przy obliczaniu grubości bocznej ścianki jednym z wymiarów płyty będzie wysokość H , a jako ciśnienie P należy przyjąć P_s , przy czym współczynnik μ dla



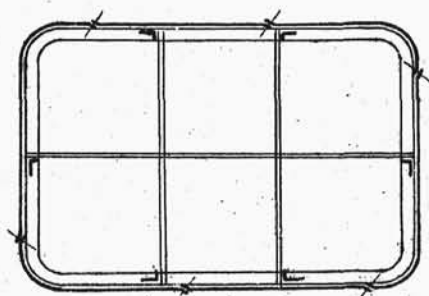
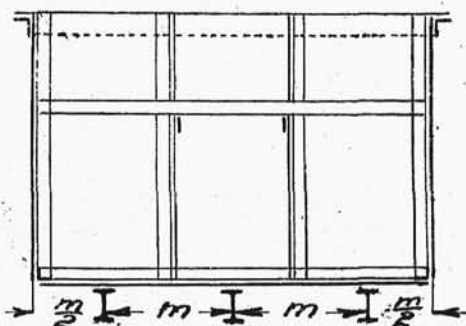
Rys.130.

ścian bocznych, jako zamocowanych, bierzemy 0,75. Przy większych zbiornikach dla zmniejszenia grubości blach ścian bocznych stosują się przeciwległe kątowniki wzmacniające /rys.130/ łączone

ścięgnami z płaskowników /rys.131/. Wówczas do wzoru na

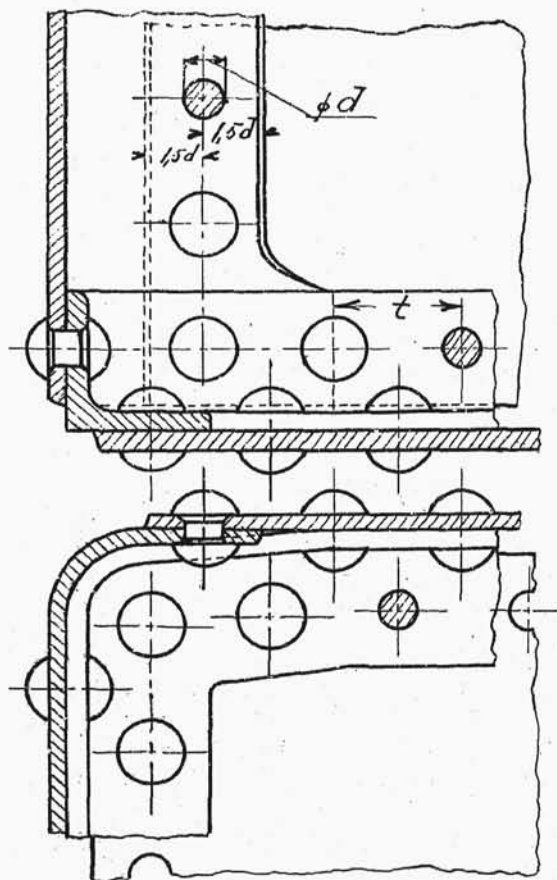
grubość ścianki można podstawić połowę wymiaru na rys. 130. W ten sposób można zawsze sprowadzić ściankę do żądanej grubości.

Zwykle dna zbiorników daje się o 1 mm grubsze od grubości ścian; zakładając więc $S = S' + 1 \text{ mm}$, możemy obliczyć ilość belek potrzebnych do podparcia dna $\left[\frac{a}{m} \right]$. Przymocowanie ścian bocznych zbiornika do dna odbywa się za pomocą kątownika obwodowego zagiętego w narożach /rys.132,133,134 i



Rys.131.

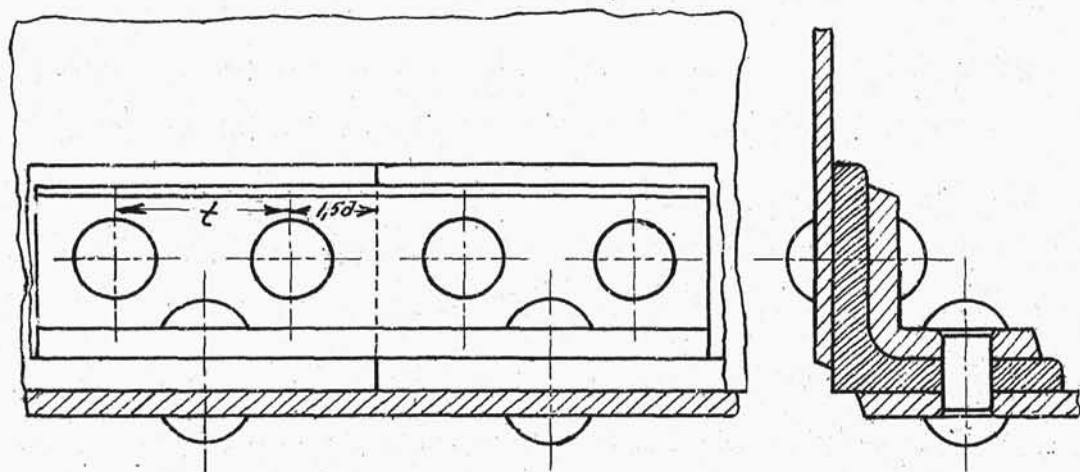
135/. Zwykle składa się on z dwóch części. Styk dwóch kątowników musi być uszczelniony i jeżeli się go nie spawa, to należy zastosować nakładkę w postaci kątownika o mniejszych wymiarach /rys.133/. Ścianki boczne mogą być utworzone z arkuszy blach łagodnie zagiętych na narożach i znitowanych ze sobą /rys.132/. Przy grubszych blachach ścianki zbiornika wygodniej robić z osobnych czterech arkuszy połączonych w narożach za pomocą kątowników /rys.134 i 135/. W miejscu zejścia się



Rys.132.

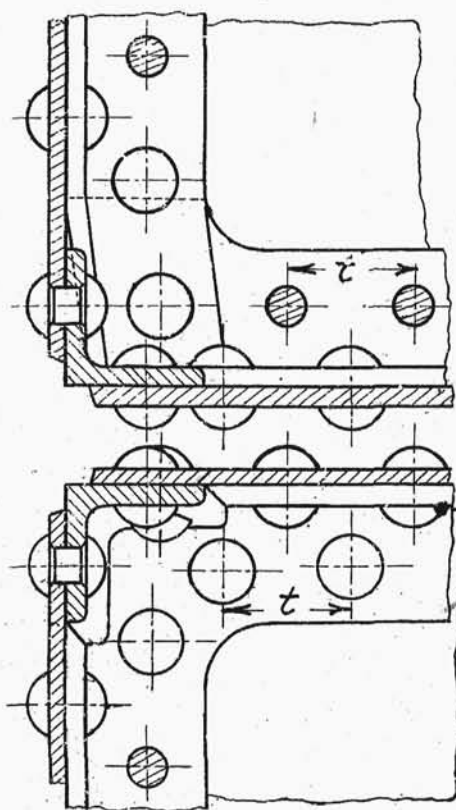
dwóch kątowników, jeden z nich ulega rozplaszczeniu, co pokazane jest na rys.134, gdzie rozplaszczony jest kątownik obwodowy dolny i na rys.135 - rozplaszczony kątownik pionowy. Dla wzmocnienia całego zbiornika daje się jeszcze u góry po zewnętrznej stronie kątownik obwodowy /rys.131/.

Przy nitowaniu zbiorników kątowniki dobieramy w zależności od średnicy nita. Najmniejszy wymiar

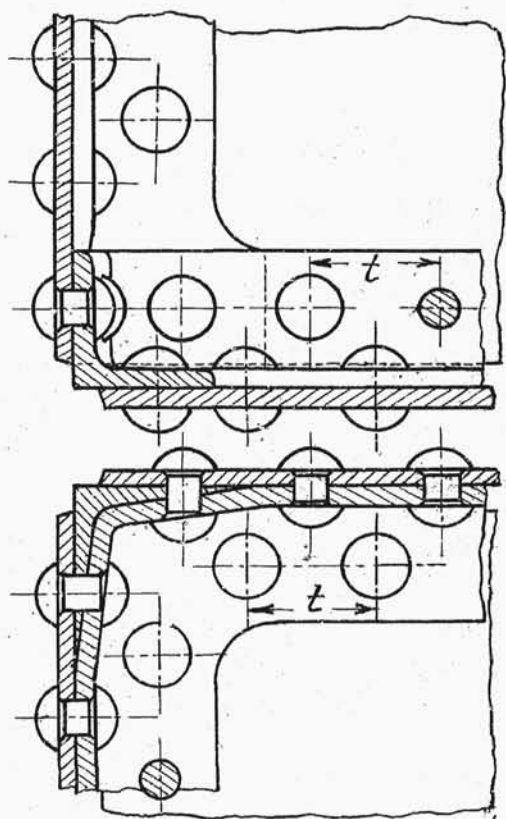


Rys.133.

półki, jak widać z rys.136 wynosi $C \neq 1,5.d$ gdzie $C = s' + \tau (2 \div 3) \text{ mm} + \frac{1}{2} \cdot D$; uwzględnivszy, że $\tau = s'$ i $D = 1,8.d$, $\cong 1,5.d$, otrzymamy $C = 0,75.d + 2.s' + (2 \div 3) \text{ mm}$.



Rys.134.



Rys.135.

Mając więc średnicę nita, można znaleźć szerokość kątownika. Najwięcej stosowane kątowniki przy budowie zbiorników są: $\angle 45 \times 45 \times 5$ do $\angle 65 \times 65 \times 8 \text{ mm}$.

P r z y k ł a d. Zaprojektować zbiornik na wodę o objętości $V = 6 \text{ m}^3$, przyjmując jego wysokość $H = 1,5 \text{ m}$.
CZĘŚCI MASZYN Nr.243.

Obieramy typ zbiornika o długości dwa razy większej od szerokości t.j. $\frac{a}{b} = 2$

Objętość zbiornika:

$$V = a \cdot b \cdot H = 2b \cdot b \cdot 1,5 = 6m^3$$

skąd

$$b = 1,45 m$$

zaś

$$a = 2,90 m$$

Dając pośrodku ściany dłuższej kątownik wzmacniający, grubość ścianek bocznych obliczymy ze wzoru:

$$S' = b \cdot H \cdot \sqrt{\frac{0,5 \cdot P_s \cdot \mu}{(b^2 + H^2) \cdot k_g}} + 0,1 cm;$$

gdzie

$$\text{ciśnienie średnie } P_s = \frac{150 \cdot 1}{2000} = 0,075 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\text{naprężenie dopuszcz. } k_g = 1000 \frac{kg}{cm^2}$$

zatem

$$S' = 145 \cdot 150 \cdot \sqrt{\frac{0,5 \cdot 0,075 \cdot 0,75}{(145^2 + 150^2) \cdot 1000}} + 0,1 \cong 0,65 cm = 6,5 \frac{m}{m};$$

Zobaczmy teraz o ile zmniejszy się grubość blach, jeżeli damy dwa kątowniki wzmacniające, t.j. przyjmiemy stosunek $\frac{a}{b} = 3$:

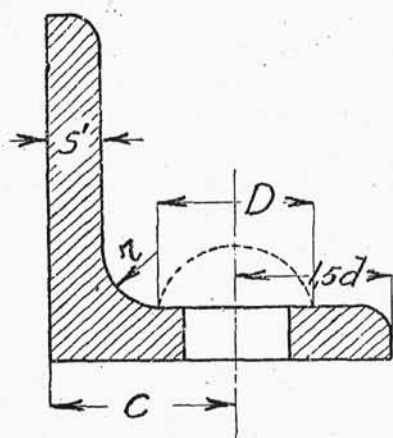
$$V = 3 \cdot b^2 \cdot 1,5 = 6m^3$$

skąd

$$b = 1200 \frac{m}{m}; \quad a = 3600 \frac{m}{m};$$

zaś grubość ścianek dla tego wypadku:

$$S' = 120 \cdot 150 \cdot \sqrt{\frac{0,5 \cdot 0,075 \cdot 0,75}{(120^2 + 150^2) \cdot 1000}} + 0,1 \cong 0,6 = 6 \frac{m}{m};$$



Rys.136.

Zyskaliśmy $\frac{1}{2}$ mm na grubości blachy. Wybór zależy od kalkulacji kosztów.

Obierzmy $S' = 6$ mm, $d' = 6 + 7 = 13$ mm, kątownik dany $45 \times 45 \times 5$ mm. Zakładając grubość denka o 1 mm większą od grubości ścian, t.j. $S = 6 + 1 = 7$ mm, obliczymy odległość między podporami /rys.

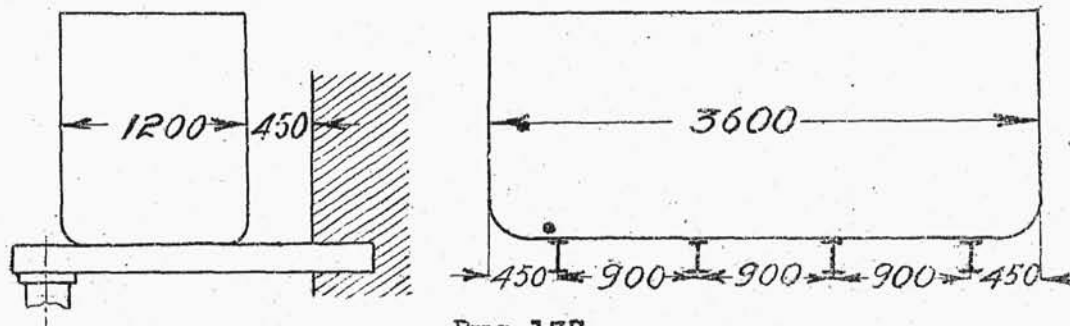
131/ ze wzoru:

$$S = m \cdot b \cdot \sqrt{\frac{0,5 \cdot P_s \cdot \mu}{(m^2 + b^2) \cdot k_g}} + 0,1 \text{ cm};$$

gdzie $P = \frac{H \cdot 1}{1000} = 0,15 \text{ kg/cm}^2$, zaś $\mu = 1$, czyli

$$0,7 = m \cdot 120 \sqrt{\frac{0,5 \cdot 0,15 \cdot 1}{(m^2 + 120^2) \cdot 1000}} + 0,1;$$

skąd $m = 850$ mm. Dajemy 4 belki przy odległości między nimi $m = 900$ mm /rys.137/.



Rys.137.

§ 17. N i c e n i a m o c n e

Nicoenia mocne, jak wskazuje sama nazwa uwzględnia-
ją jedynie wytrzymałość połączenia. W technice mają
one zastosowanie przy budowie mostów, więzarów dach-
owych, kolumn i wogóle wszelkiego rodzaju t.zw. konst-
rukcij żelaznych.

Nity w połączeniach mocnych będziemy obliczać
na ścinanie i docisk ze znanych nam wzorów:

dla jednociętnych $P = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot i \cdot k_t; P = i \cdot s \cdot d \cdot k;$

" dwuciętnych nitów $P = 2 \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot i \cdot k_t; P = i \cdot s \cdot d \cdot k;$

Napężenie dopuszczalne na ścinanie dla nitów stalo-
wych możemy brać od 800 do 1000 kg/cm², zaś docisk jed-
nostkowy nie powinien przekraczać 2000 kg/cm². Powyższe
dwa wzory będziemy mogli połączyć ze sobą i przy zało-
żeniu $k_t = 2000$, zaś $k_t = 1000$, t.j. $\frac{k_t}{k_t} = 2$ wyprowadzić
najmniejszą grubość blachy w zależności od średnicy

nita

$$P = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot k_t = s \cdot d \cdot k;$$

$$\frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot k_t = s \cdot d \cdot 2 \cdot k_t$$

skąd

$$s = \frac{\pi \cdot d}{8};$$

Przy obliczaniu więc nitów na ścinanie i zastosowaniu
przy połączeniu jednociętnem grubości blachy, obliczonej

z powyższego wzoru lub większej, przeliczanie nitów na docisk jednostkowy staje się zbyteczne.

W tablicy XVII podane są najmniejsze grubości blach w zależności od średnicy nita oraz siły przenoszanej przez nit przy nieniu jednociętnem /dla nieniu dwuciętnych wartości podane należy podwajać/.

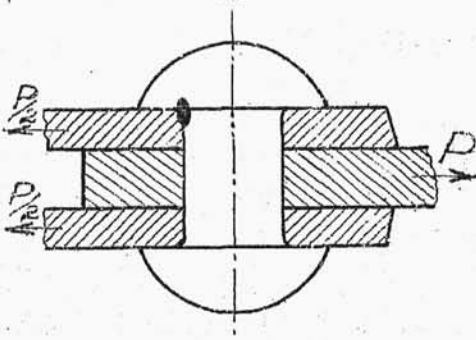
Srednica nita $/d/$ w mm.		14	17	20	23	26
Minimum grub. blachy w mm		6	7	8	9	10
Pole przekroju nita w cm^2		1,539	2,270	3,142	4,155	5,310
Siła przenoszona przez jednociętny nit przy:	$k_t = 800 \frac{kg}{cm^2}$	1230	1800	2500	3320	4240
	$k_t = 1000 "$	1540	2270	3140	4150	5300

Tablica XVII.

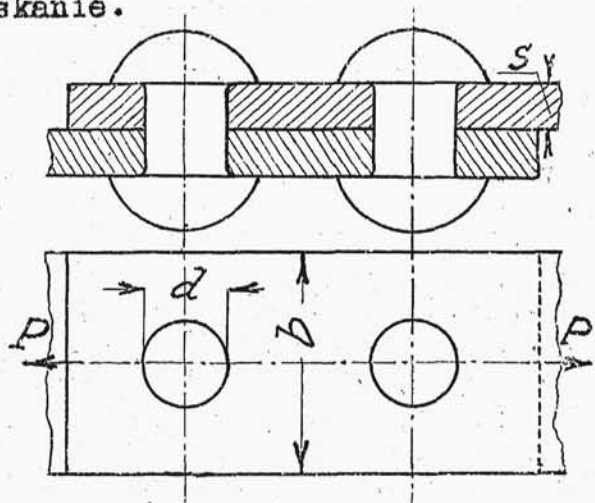
Przy połączeniach dwuciętnych powyższe grubości blachy mogą się stosować tylko do blach przenoszących połowę siły, zaś dla blachy przenoszącej całkowitą siłę: $S = \frac{\pi d^2}{4}$. Dla tych połączeń daje to czasem zbyt grube blachy, to też można wtedy stosować blachę cieńszą, obniżając odpowiednio k_t t.j. obciążać nity poniżej granicy dopuszczalnej.

Ze względu na położenie sił działających na połączenie nitowe rozróżniamy dwa jego zasadnicze typy t.j. połączenia symetryczne i asymetryczne.

P o ł ą c z e n i a s y m e t r y c z n e. Takie połączenia mamy wtedy, gdy wypadkowa sił działających na połączenie nitowe pokrywa się z osią symetrii pól wszystkich nitów. W tym wypadku części połączone pracują zwykle na rozciąganie lub ściskanie.



Rys.138.



Rys.139.

Dla obliczenia nacięcia płaskowników, znitowanych na zakładkę

/rys.139/ posługujemy się równaniami:

$$P = [b - d] \cdot s \cdot k_t;$$

$$P = i \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot k_r;$$

gdzie:

b - szerokość płaskow. w cm.

s - grubość " " "

d - średnica nita " "

i - ilość nitów

k_t - naprężenie dopuszczalne na ścinanie

k_r - " " " rozerwanie.

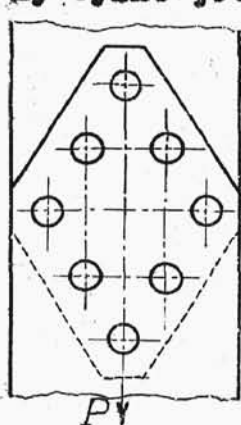
W budownictwie stalowym /żelaznem/ przeciętnie $k_r = 1200$

kg/cm^2 , jednak zależnie od przeznaczenia konstrukcji i charakteru obciążenia może wynosić niekiedy mniej, a czasem znacznie więcej, dochodząc do $1500 - 1600 \text{ kg/cm}^2$. Jeżeli siła P działa ściskająco, to osłabienia płaskownika przez otwór na nit nie uwzględniamy, gdyż nit też bierze udział w przenoszeniu siły ściskającej.

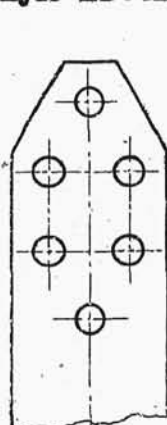
Najmniejsza ilość nitów do znitowania płaskowników nie powinna być mniejsza od dwóch, za wyjątkiem bardzo drugorzędnych połączeń. Rozmieszczenie nitów na płaskownikach powinno być tak wykonane, aby można było wszystkie dogodnie zanitować. Odległość nitów od brzegów daje się $/1,5 \div 2 / d$, zaś odległość między nitami w dowolnym kierunku około $3d$. Najmniejsza zatem szerokość płaskownika przy rozmieszczeniu nitów w jednym szeregu będzie wynosić $3d$, zaś największa, ze względu na odginanie się brzegów płaskownika, nie powinna być większa od $4d$. Przy szerokości płaskownika większej od $4d$ należy nity umieszczać w dwa szeregi /rys.140/.

Będziemy odróżniać termin szeregu od rzędu; szeregiem nazywać będziemy układ nitów w kierunku równoległym do działania siły, zaś rzędem - w kierunku prostopadłym do siły. Ilość nitów w szeregu nie powinna być większa od $4 \div 5$, gdyż w przeciwnym wypadku siła rozkłada się zbyt nierównomiernie na poszczególne nity.

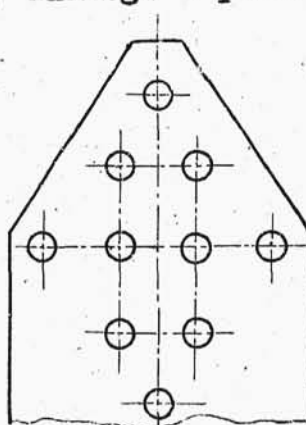
Przy płaskownikach nitowanych wieloma szeregami obliczamy ich przekrój w założeniu, że jest on osłabiony tylko jednym nitom; dlatego w pierwszym rzędzie od



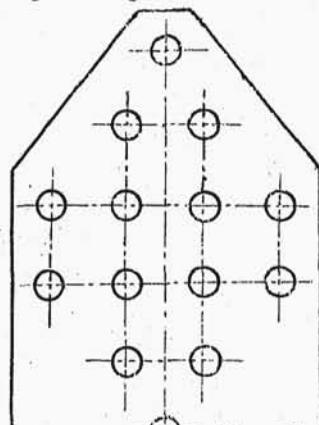
Rys.140.



Rys.141.



Rys.142.



Rys.143.

strony działania siły dajemy tylko jeden nit. Obciążenie każdego następnego przekroju rzędu nitów spada, jak wiemy, o siłę przeniesioną przez nity w rzędach poprzednich / patrz.str.170/. Jeżeli więc w rzędzie pierwszym damy jeden nit, zaś w drugim dwa, to wytrzymałość przekroju rzędu drugiego w porównaniu z pierwszym spada o $S \cdot d \cdot k_2$, zaś obciążenie jego zmniejsza się o $\frac{\pi d^2}{4} k_1$ /siła przeniesiona przez nit w pierwszym rzędzie/. Dopóki więc jest $S \cdot d \cdot k_2 < \frac{\pi d^2}{4} k_1$, to przeliczanie naprężenia w przekroju przez drugi rząd nitów staje się zbędne. O ile więc powyższa nierówność się spełnia, a to ma zwykle miejsce, wobec $S \geq \frac{\pi \cdot d}{8}$ to w każdym następnym rzędzie można dawać o jeden nit więcej niż ich jest razem w rzędach poprzednich. Na rysunkach 140

- 143 pokazane jest rozmieszczenie nitów na płaskownikach, zgodnie z wyżej wypowiedzianą zasadą.

P o łą c z e n i a a s y m e t r y c z n e. W tym wypadku nienie obliczamy nietylko na wypadkową siłę obciążenia przeniesioną na oś nienia, ale musimy też uwzględnić siłę ścinającą nity, powstałą wskutek momentu zginającego. Jeżeli np. połączenie przedstawione na rys.144 obciążymy siłą P , to moment tej siły względem osi nienia wywołuje w poszczególnych nitach siły ścinające S_1 i S_2 , które możemy przyjąć jako proporcjonalne do odległości od osi obojętnej i równoważące dany moment, czyli:

$$M_g = P \cdot l = S_2 \cdot l_2 + S_1 \cdot l_1;$$

ponieważ $\frac{S_2}{S_1} = \frac{l_2}{l_1}$ czyli $S_1 = \frac{S_2 \cdot l_1}{l_2}$ to:

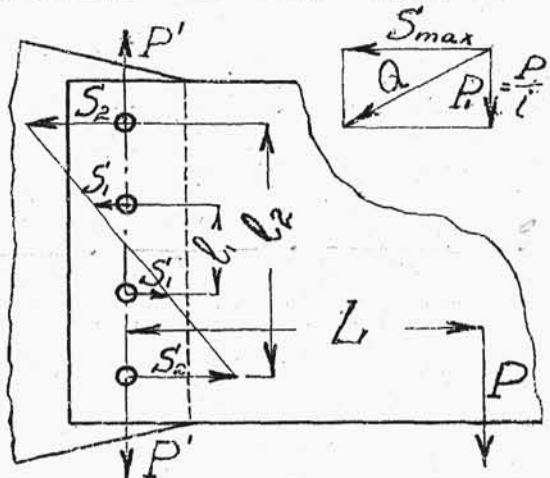
$$M_g = S_2 \cdot l_2 + \frac{S_2 \cdot l_1^2}{l_2};$$

skąd

$$S_2 = \frac{M_g \cdot l_2}{l_1^2 + l_2^2};$$

czyli

$$S_{max} = \frac{M_g \cdot l_{max.}}{\sum_{i=1}^n l_i^2};$$



Rys. 144.

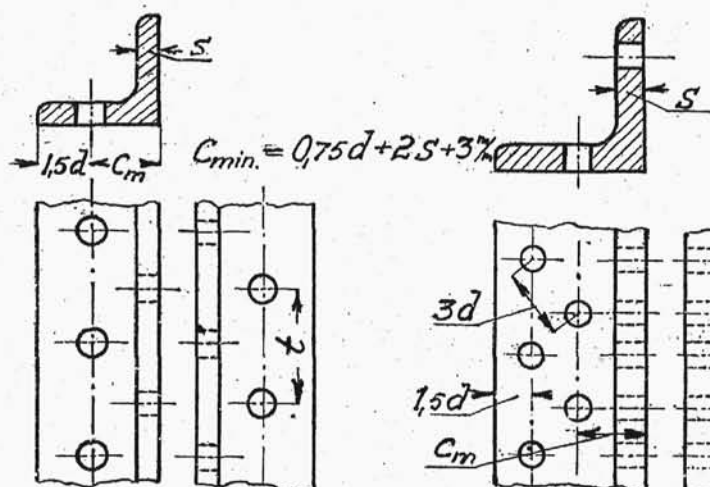
Siła P przeniesiona na oś nienarządzenia rozkłada się na wszystkie nity jednakowo. Jeżeli nitów jest " i ", to będziemy je obliczać na wypadkową siłę $P_1 = \frac{P}{i}$ i S_{max} , t.j. na siłę:

$$Q = \sqrt{P_1^2 + S_{max}^2}$$

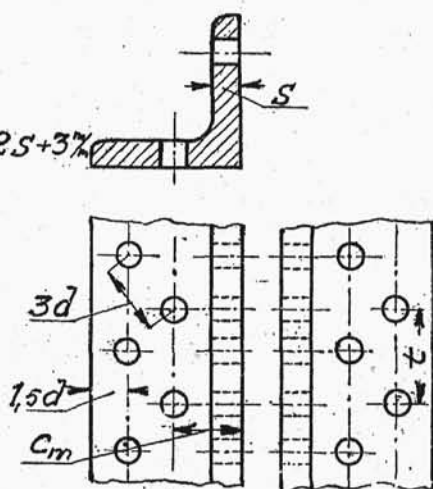
przytem

$$Q = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot k_t; \quad Q = s \cdot d \cdot k;$$

Rozmieszczenie nitów na kątownikach, ceownikach, dwuteownikach i t. p. Odległość nitów od brzegu musi być podobnie jak w płaskownikach $1,5d$, zaś między nitami około $3d$. Wymiar C_m nie powinien być mniejszy niż $0,75d + 2s$ /rys.145/ W asortymentach wyrobów walcowanych

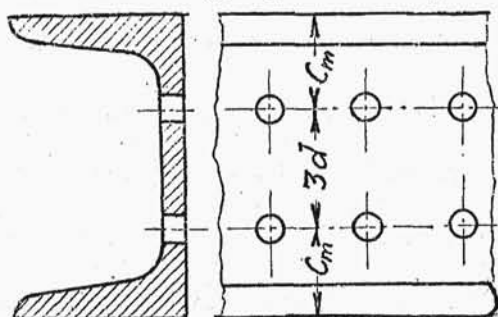


Rys.145.

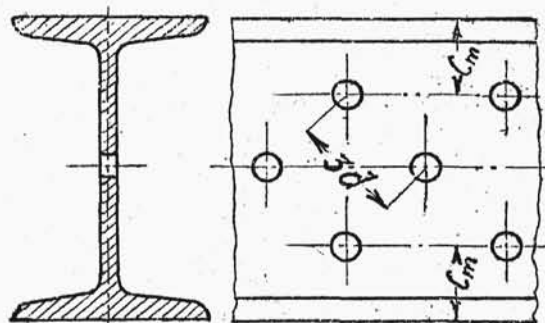


Rys.146.

wskazane są średnice największych otworów dla nitów, jakie stosują się w danym profilu. Jeżeli szerokość półki elementu pozwala, stosuje się również nienie dwuszeregowe zwykłe i w zakosy. Rozmieszczenie nitów na półce kątownika wskazuje rys.146. Przy obu półkach nitowanych dwurzędowo, należy nity umieszczać tak, aby w przekroju poprzecznym na jednej półce był nit w szeregu zewnętrznym, zaś na drugiej w wewnętrznym.



Rys.147.



Rys.148.

Powyższy sposób rozmieszczenia nitów na półkach kątownika odnosi się też do półek ceowników, dwuteówek i t.p. Rozkład nitów na ściankach ceowników i dwuteowników pokazany na rys.147 i 148. Podany wymiar między nitami może być zwiększony.

§ 18. Przykłady obliczeń ni eń m o c n y c h

P r z y k ł a d 1. Dobrać profil płaskownika rozciągane go osiowo siłą $P = 11000\text{kg}$ i przyłączyć go