

PRZEGLĄD TECHNICZNY

TYGODNIK POŚWIĘCONY SPRAWOM TECHNIKI I PRZEMYSŁU.

TREŚĆ:

- Współczesne maszyny chłodnicze, nap. Dr. Inż. B. Stefanowski, Profesor Politechniki Warszawskiej,
 Dowód ekstremum energii potencjalnej, rozpatrywanej jako funkcja połączeń przesytniających, systemu statycznie niewyznaczalnego w stanie równowagi sprężystej, nap. Dr. Inż. Fr. Szełągowski.
 Obliczanie uzbrojenia ścian celkowych silosów żelbetowych, nap. Inż. A. Chmielowiec, konstruktor Politechniki Lwowskiej.
 Osadnikach i samofiltracji, z uwzględnieniem stosunków wodociągów warszawskich, nap. Inż. L. Gembarzewski.
 Przegląd pism technicznych.
 Wiadomości Polskiego Komitetu Normalizacyjnego.

SOMMAIRE:

- Machines frigorifiques modernes (à suivre), par M. B. Stefanowski, Dr., Professeur à l'Ecole Polytechnique de Varsovie.
 Demonstration de l'extremum de l'énergie potentielle du système hyperstatique en état de l'équilibre élastique, par M. Fr. Szełągowski, Dr., Ingénieur.
 Calcul de l'armature des parois des silos en béton armé, par M. A. Chmielowiec, Ingénieur.
 Sur les bassins de clarification d'eau potable à Varsovie, par M. L. Gembarzewski, Ingénieur.
 Revue documentaire.
 Bulletin du Comité Polonais de Standardisation.

Współczesne maszyny chłodnicze.

Napisał Dr. Inż. B. Stefanowski, Profesor Politechniki Warszawskiej.

Przemysł chłodniczy, mający tak zasadnicze znaczenie dla aprowizacji większych miast, a poza tem dla całego szeregu działów produkcji, jak hodowla zwierząt, mleczarstwo, piwowarstwo, fabrykacja parafiny, czekolady i t. p., znalazł w ostatnich latach zastosowanie na olbrzymią skalę w przemyśle chemicznym, np. przy wymrażaniu wodoru z gazów generatorowych, przy wyrobie soli glauberskiej (siarczan sodowy) i t. p.

W Polsce, przedewszystkiem z powodu nagół pierwotnej gospodarki miast b. zaboru rosyjskiego, stosowanie chłodnictwa było o wiele rzadsze, niż na Zachodzie, ostatnio jednak widać dużą zmianę na lepsze, gdyż nie tylko szereg miast, w celu podniesienia higieny odżywiania i normowania cen łatwo psujących się produktów spożywczych, wybudowało i buduje chłodnie samoistne lub przy rzeźniach, ale i rozwijający się w Polsce wielki przemysł chemiczny opierać się musi coraz częściej w swych metodach na niskich temperaturach.

Technika oziębiania nie wykazuje naogół w ciągu ostatnich paru dziesiątków lat jaskrawych, przełomowych zmian, natomiast obserwujemy stałe, ewolucyjne doskonalenie istniejących typów urządzeń chłodniczych oraz powiększanie ich sprawności i skutku chłodzenia; wyjątek stanowi tu zastosowanie w chłodnictwie sprężarek wirnikowych.

Co do tego ostatniego zagadnienia, to wobec pokrewieństwa, a stąd i oddziaływania maszyn parowych na sprężarki chłodnicze, spodziewać się można było, że jak w dziedzinie silników parowych turbina parowa zaczęła opanowywać coraz skuteczniej sferę zastosowania większych mocy, tak i w dziedzinie chłodnictwa sprężarka wirnikowa wyprze tłokową. Tu jednak skutek chłodzenia

nie rósł w tem tempie, jak moc instalowanych urządzeń silnikowych, a przecież sprężarka wirnikowa, mimo swych niezaprzeczalnych zalet, może być brana pod rozwagę tylko dla bardzo dużych skutków chłodzenia.

Myśl zastąpienia sprężarki tłokowej przez wirnikową jest zbyt nęcająca, by do niej nie wracać, jednak bliższe badanie wielkości, jakie tu w grę wchodzi, wykazuje zawsze, że pary stosowanych dotąd czynników, jak bezwodnik węglowy, amonjak lub bezwodnik siarkawy nie nadają się do tego celu, ze względu na swe własności fizyczne. Aby bowiem sprężarka wirnikowa pracować mogła korzystnie, musi przy wchodzących tu w grę ciśnieniach i objętościach przetłaczać nie mniej, jak $50 \text{ m}^3/\text{min}$, i to przy znacznej liczbie obrotów i małych średnicach wirników. Tymczasem w celu otrzymania skutku chłodzenia $1\,000\,000 \text{ Kal/h}$ przy temperaturze parowania — 20°C należałoby przetłoczyć:

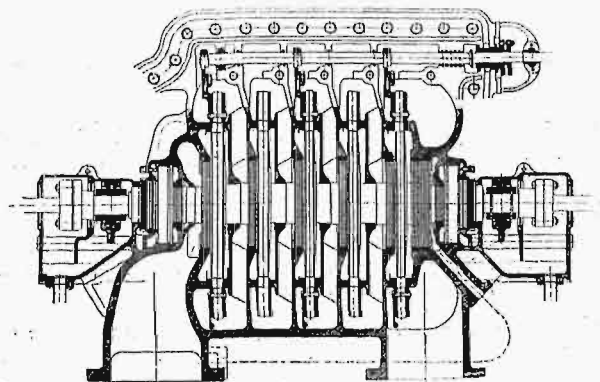
bezwodnika węglowego	8,5 m^3/min
amonjaku	36,3 „
chlorku metylu	72,3 „
bezwodnika siarkawego	108,8 „
pary wodnej	29 000 „

czyli np. dla amonjaku minimalnym skutkiem chłodzenia, dającym się zrealizować, przy poprzednich założeniach, przy pomocy sprężarek wirnikowych byłoby 1,5 milj. Kal/h .

Korzystniej przedstawia się zagadnienie dla chlorku metylu oraz bezwodnika siarkawego, gdzie minimum skutku chłodzenia wynosi 0,5 milj. Kal/h , natomiast dla bezwodnika węglowego, ze względu na zbyt małe objętości sprężanych par, zaś dla

pary wodnej — odwrotnie, ze względu na zbyt duże objętości, wirnikowe sprężarki nie mają widoków zastosowania.

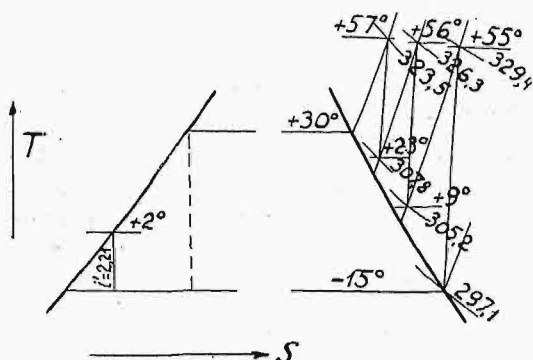
Jako pierwszy znany mi przykład sprężarki wirnikowej, zastosowanej do amonjaku w chłodnic-



Rys. 1. Przekrój turbosprężarki.

twie, przytoczę wybudowane w ubiegłym roku urządzenie dla zakładów potasowych w Kassel (Kaiserode). Skutek chłodzenia jednego zespołu, wynoszący 6 milj. *Kal/h*, z regulacją od 3 do 8 milj., osiągnięto przy pomocy sprężarek wirnikowych trójkadłubowych, napędzanych bezpośrednio turbiną parową przy średnio 6000 obr/*min*. Regulacja odbywa się przy pomocy specjalnej konstrukcji dyfuzorów (rys. 1), pozatem przez zmianę liczby obrotów od 5300 do 6300, przez odłączanie trzeciego stopnia sprężania, wreszcie, w pewnej mierze, przez zmianę temperatury skraplania. Pomiedzy poszczególnymi kadłubami zastosowano, jak zwykle, ochładzanie międzystopniowe, z tą jednak różnicą, że osiągnięto je nie przez parowanie wtryskiwanego amonjaku, lecz przez bezpośrednie ochładzanie sprężonych par wodą w skraplaczach powierzchniowych.

Przebieg sprężania stopniowego przedstawia wykres na rys. 2, z którego widać, że zasysanie do każdego następnego stopnia odbywa się w stanie przegrzanym o parę stopni.



Rys. 2. Przebieg sprężania stopniowego.

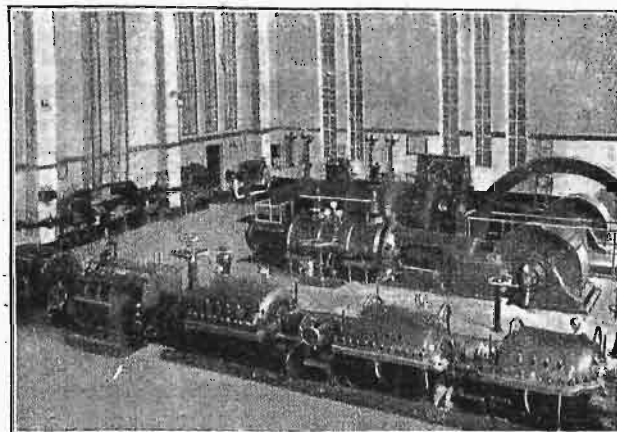
Uszczelnianie dławnic odbywa się przy pomocy oliwy, — pozatem specjalna mała sprężarka zasysa z dławnic oraz kołnierzy głównych cylindrów, ze specjalnych kanałów, mogący się tam przedostać amonjak, nie dopuszczając go na zewnątrz, a następnie z tej mieszaniny powietrza

z amonjakiem zostaje ten ostatni wydzielony, w celu ponownego użycia go w obiegu.

Wirniki, dławnice i regulację widać z rys. 1, natomiast widok zewnętrzny tej sprężarki przedstawia rys. 3, na którym obok, na tylnym planie, pokazana jest sprężarka tłokowa, zajmująca o wiele więcej miejsca, a mogąca odebrać tylko 3,4 milj. *Kal/h*.

Powodem, dla którego zdecydowano się na zastosowanie urządzenia chłodniczego wirnikowego, był brak miejsca, gdyż urządzenie tłokowe dla tego samego skutku chłodzenia potrzebowałoby trzykrotnie więcej miejsca przy większych również kosztach zakładowych. Oczywiście, sprawność urządzenia wirnikowego wypaść musiała mniejsza, lecz dane prób odbiorczych, o ile się one odbyły, dotąd opublikowane nie zostały. Wybór nie najodpowiedniejszego do danego rozwiązania czynnika, mianowicie amonjaku, spowodowany był tem, że chodziło tu nie o urządzenie nowe, lecz o rozszerzenie już istniejącego, pracującego przy pośrednictwie amonjaku.

Rozwiązanie to, wykonane przez firmę Brown, Boveri & C^o, nie pozostanie bez wpływu na dalsze



Rys. 3. Widok turbosprężarki z rys. 1 obok sprężarki tłokowej, o skutku chłodzenia dwukrotnie mniejszym.

zastosowanie sprężarek wirnikowych w chłodnictwie i z pewnością znajdzie naśladowców.

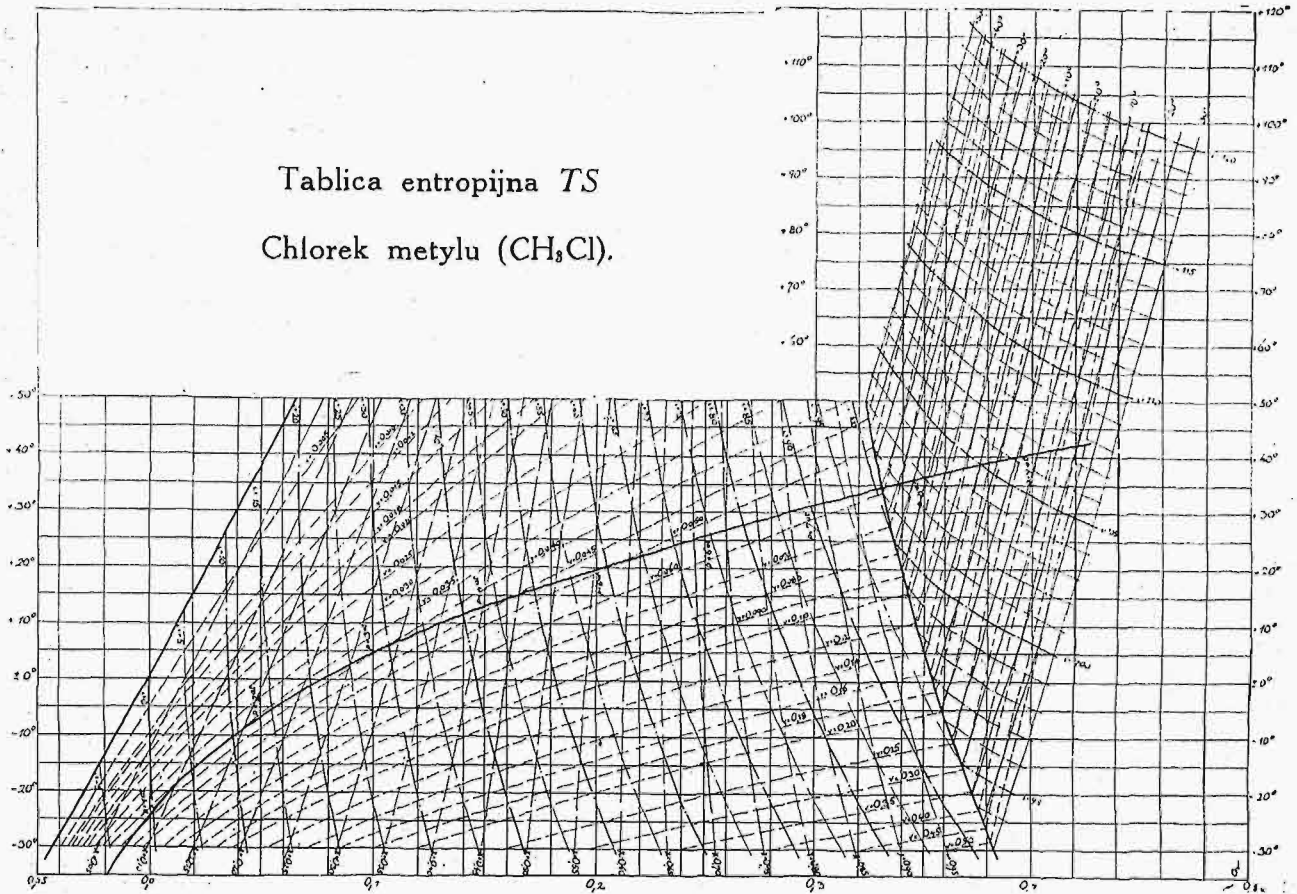
W związku z możliwością rozwoju w chłodnictwie sprężarek wirnikowych, a także łącznie z coraz większym rozpowszechnianiem się małych chłodzarek dla cukierni, wędliniarni i gospodarstw domowych, nabiera znaczenia, ze względu na swe własności, lekceważony dotąd chlorek metylu (CH_3Cl), gdyż stosunek jego objętości właściwej do ciepła parowania ma tego rodzaju wartość, że pozwala na stosowanie sprężarek wirnikowych już przy niezbyt wielkich skutkach chłodzenia, gdyż już około 500 000 *Kal/h*. Przytem, ponieważ przy danym stosunku sprężania ilość wirników jest tem mniejsza, im ciężar właściwy czynnika jest większy, więc i pod tym względem chlorek metylu jest korzystny.

Przyjmując np. prędkość obwodową 200 *m/sek*, temperaturę parowania — 10° C, a skraplania + 25° C, otrzymamy ilość wirników dla amonjaku 11, a dla chlorku metylu tylko 4.

Pozatem w małych chłodzarkach tłokowych, pracujących chlorkiem metylu, wymiary cylindra

sprężarki wypadają o tyle duże, że unika się tą drogą trudności konstrukcyjnych, jakie mają miejsce z powodu małych wymiarów, przy stosowaniu

stawiony na rys. 4 na zasadzie niezbyt zresztą kompletnych, ale niemal jedynych danych z pracy Shortose¹⁾.



Rys. 4. Tablica entropijna TS dla chlorku metylu (CH₃Cl).

innych czynników, jak np. bezwodnika węglowego i amonjaku.

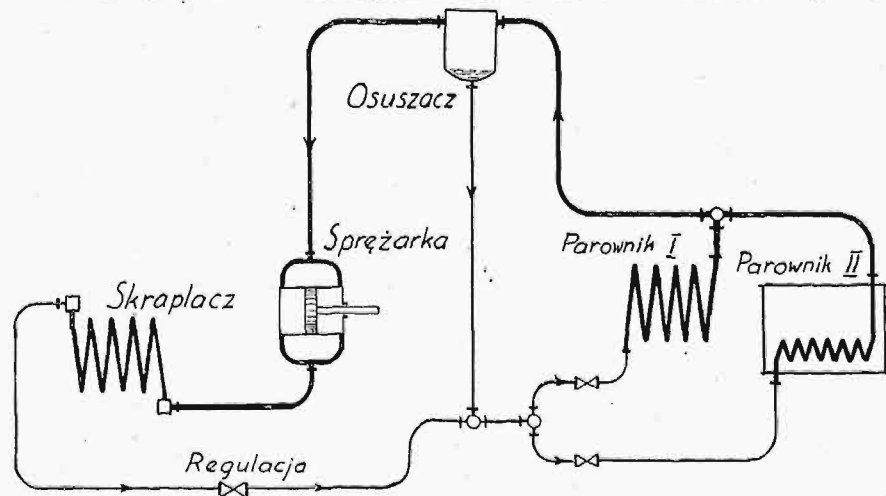
Chlorek metylu ma pożądaną własność termodynamiczną, jako gaz wieloatomowy, posiadanie niskiego współczynnika $k =$

$$= \frac{c_p}{c_v}$$

co w związku ze sprężaniem politropijem zmniejsza zapotrzebowanie pracy w porównaniu ze sprężaniem czynnika o współczynniku wysokowartościowym.

Nadto chlorek metylowy jest gazem nie działającym na żelazo, miedź i białe stopy, zapach ma przyjemny, na organizm ludzki działa przy małych ilościach w sposób nieszkodliwy, przy większych natomiast — działanie jego upodabnia się do działania alkoholu, wywołując pewne podniecenie, wesołość, a następnie zmęczenie i senność. Chlorek metylu jest gazem palnym, jednak nie wybuchowym; wydostając się przez nieszczelności, np. połączeń rur, po zapaleniu pali się spokojnym płomieniem, dającym się łatwo zdmuchnąć ustami. Jego własności fizyczne najlepiej wykazuje wykres TS, ze-

Ujemną własność chlorku metylowego stanowi jego wrażliwość na wilgoć, która sprzyja tworzeniu się wodorotlenków, zatykających przewody, szczególnie wąskie. Do smarowania stosuje się gli-

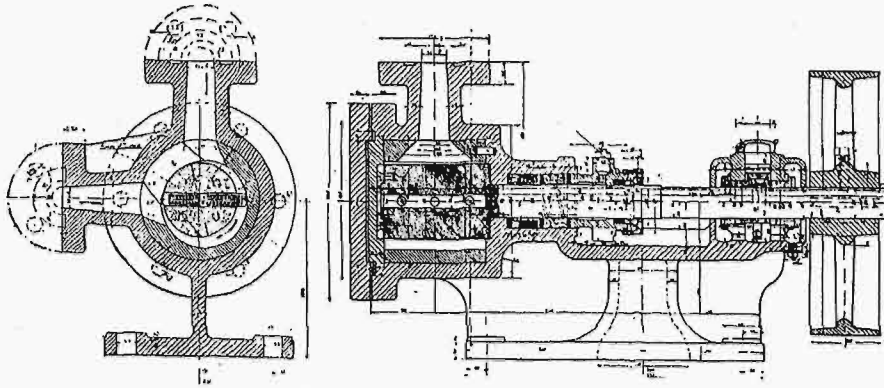


Rys. 5. Schemat obiegu suchego.

cerynę, która jest cięższą od chlorku metylu i nie rozpuszcza się w nim.

¹⁾ Shortose D. N. The Thermal Properties of Methyl Chloride. Londyn, 1923.

Czynnik ten, jak wspominałem poprzednio, może mieć duże zastosowanie, bądź w małych urządzeniach chłodniczych tłokowych, o których niżej, bądź w bardzo dużych, pracujących przy zastosowaniu sprężarek wirnikowych.

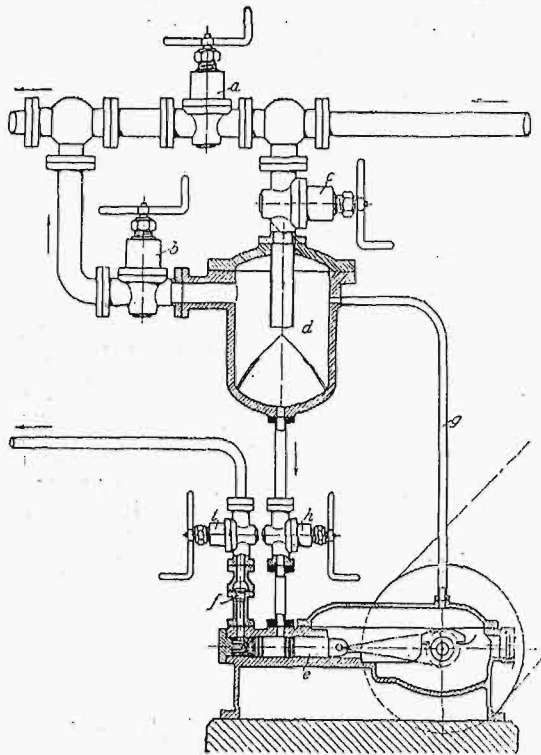


Rys. 6. Pompka skrzydełkowa.

Chlorek metylu otrzymuje się przez dystalację alkoholu metylowego z kwasem solnym, według metody Vincenta.

Stosując jednak dowolny z wymienionych wyżej czynników, staramy się, dziś niemal bez wyjątku, uzyskać obieg suchy, t. zn., by do sprężarki dostawały się pary zupełnie suche, a podczas sprężania by te pary przegrzewały się. Ta stosowana dziś powszechnie zasada obiegu suchego nie pozostała bez wpływu na konstrukcję współczesnych chłodziarek.

Obieg suchy uzyskuje się w ten sposób, że zasysane pary z parownika przepływają przed dojściem do sprężarki przez osuszacz, w którym na zasadzie zmiany kierunku strumienia cząstki cie-



Rys. 7.
Urządzenie chłodnicze z osuszaczem.

czy oddzielają się, poczem są doprowadzane do innego miejsca obiegu.

Najbardziej typowe rozwiązanie otrzymuje się przez umieszczenie dość wysoko osuszacza, czyli zbiornika o większej pojemności, do którego doprowadzone są przewody od parowników (rys. 5); tam wydzielają się skropliny kierowane z powrotem do parownika, pary zaś, jako suche, są zasysane przez sprężarkę.

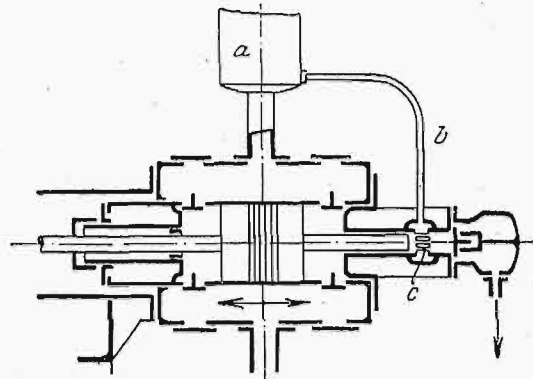
Takie rozwiązanie jest nader proste, można je jednak zastosować tam tylko, gdzie osuszacz jest tak wysoko umieszczony, że ta wysokość pozwala na zrównoważenie oporów przepływu przez parownik. Jeżeli takie rozwiązanie nie może być zastosowane, stosuje się specjalną pompę, by wydzieloną w osuszaczu ciecz wprowadzić do obiegu

Wówczas możemy ją wtłoczyć nawet przed zaworem regulacyjnym, co zapobiega pracy urządzenia przy próżnym skraplaczu, a zebraniu się całego skroplonego czynnika w parowniku, przez co zmniejsza się skutek chłodzenia.

Jeżeli ciecz z osuszacza wprowadzana jest z powrotem do parownika, to pompka może być wykonana jako skrzydełkowa (rys. 6), gdy jednak wtłaczamy skroplony czynnik przed zaworem regulacyjnym, dzięki czemu należy pokonać ciśnienie w skraplaczu, pompka musi mieć konstrukcję specjalną.

Jedno z takich prostszych rozwiązań konstrukcyjnych przedstawia rys. 7. Para przy zamkniętym zaworze *a* przepływa z parownika przez osuszacz *d* i zawór *b*, poczem, już jako sucha, dostaje się do sprężarki, a oddzielona ciecz zostaje wprowadzona za pomocą pompki tłokowej do przewodu ze skroplonym czynnikiem. Pary, przedostające się przez nieszczelności tłoka, dostają się do szczelnej osłony korbowodu, skąd wysysane są przez sprężarkę.

Inne rozwiązanie przedstawia rys. 8. Pompka wykonana jest tu jako przedłużenie trzona tłokowego. Wydzielony w osuszaczu *a*, umieszczonym bezpośrednio na cylindrze sprężarki, skroplony czynnik dostaje się przez przewód *b* do organów ssących, które wykonane są tu jako szczeliny *c*,

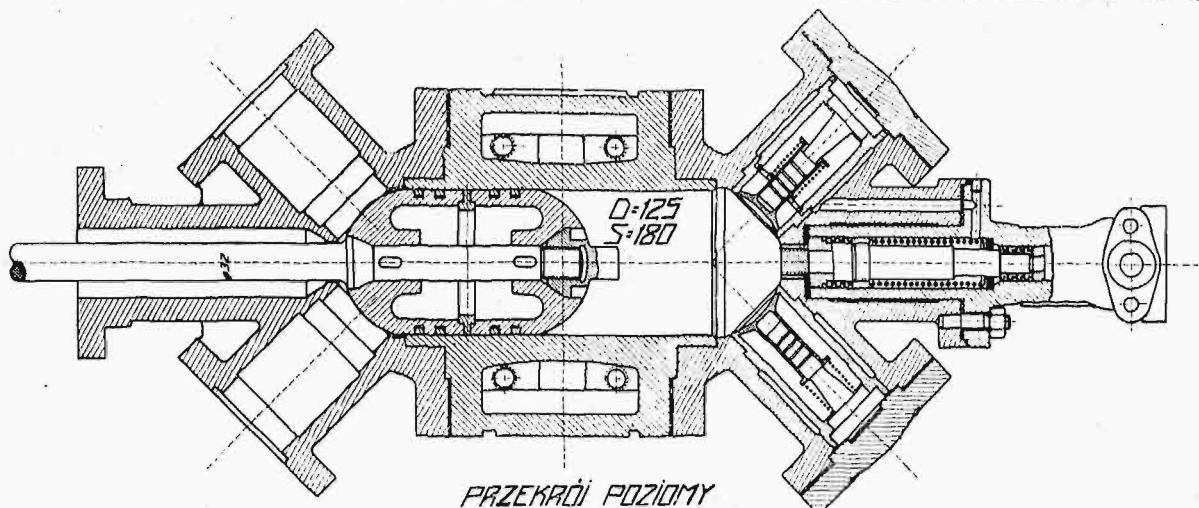


Rys. 8.

Schemat ustroju pompki do tłoczenia skroplin z osuszacza, sterowane przez tłok, poczem przez zawór tłoczący wraca do obiegu.

Połączenie pompki z tłokiem sprężarki może być również wykonane elastycznie (Döderlein), przyczem jej działanie jest następujące (rys. 9):

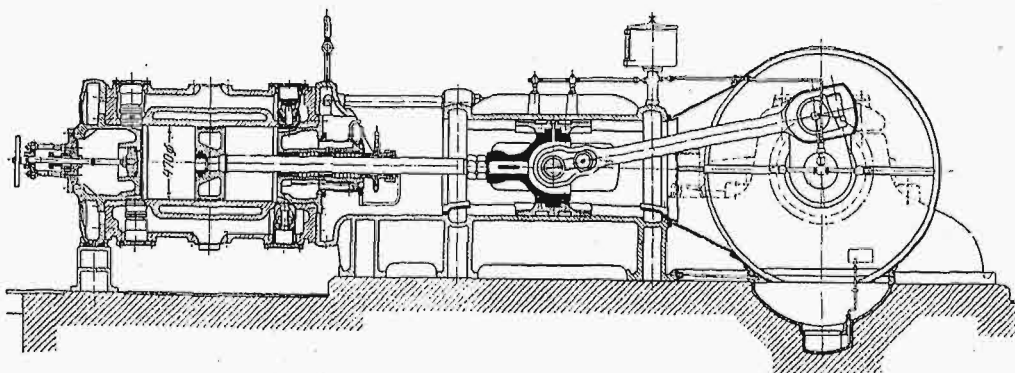
Nowoczesną konstrukcję sprężarki przedstawia rys. 10. Wydłużona dławnica z uszczelnieniem metalowym i cylinder są tu chłodzone wodą, za-



Rys. 9. Ustrój pomki połączonej z tłokiem sprężarki elastycznie.

na największy przekrój tłoczka pompki, umieszczonego w osi cylindra, działa ciśnienie panujące w sprężarce, na najmniejszy, ze strony przeciwnej —

wory, wysunięte ze względów konstrukcyjnych na zewnątrz, pozwoliły na umieszczenie w denku dodatkowej przestrzeni szkodliwej, służącej do regula-



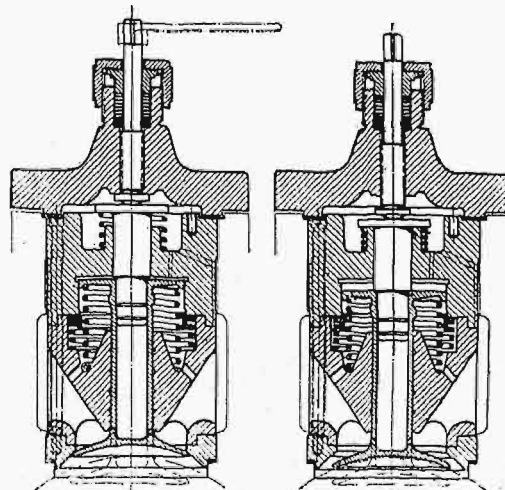
Rys. 10. Nowoczesny ustrój sprężarki.

cięż; pośredni przekrój pierścieniowy tłoka połączony jest z częścią tłoczącą. W czasie kukorbowego ruchu tłoka głównego, tłoczek pompki, pod wpływem różnicy ciśnień, porusza się również w tym kierunku, zasysając ciecz; gdy tłok główny wraca w kierunku odkorbowym, sprężając w cylindrze czynnik, tłoczek pompki, pod wpływem działania różnych ciśnień na różnej wielkości powierzchni, — wraca, wytłaczając ciecz do przewodów tłoczących urządzenia. Zamknięta wewnątrz sprężyna łagodzi działanie mas tłoczka.

Stosowanie obiegu suchego, wzgl. przegrzanego, wywarło wpływ również i na konstrukcję sprężarki. Przedewszystkiem więcej musiano poświęcić uwagi dławnicy, temu tak czułemu organowi chłodzarki, wydłużając ją, wyposażając ją coraz powszechniej w szczeliwo metalowe i chłodząc ją wodą, a nawet czynnikiem pracującym w danym urządzeniu.

Aby zmniejszyć oddziaływanie ścian cylindra z powodu podniesionych temperatur sprężania przy obiegu suchym, stosuje się dziś chętnie, mimo komplikacji w odlewie, cylindry chłodzone wodą, co ma również korzystny wpływ i na smarowanie.

cji skutku chłodzenia, smarowanie odbywa się pod ciśnieniem, przy pomocy pompki; rama ma kształty, zapożyczone ze współczesnej maszyny parowej.

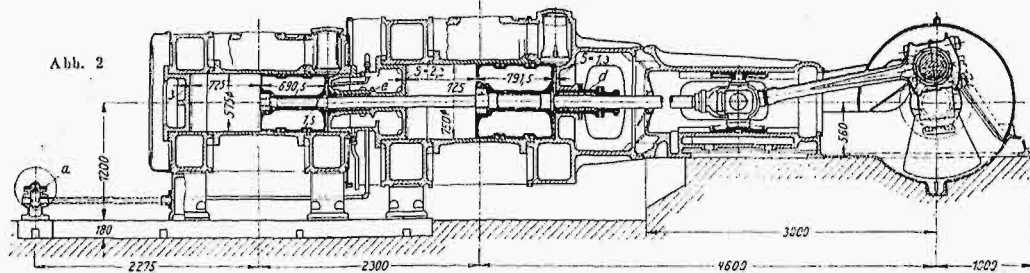


Rys. 11. Ustrój zaworów.

Stałe dążenie do podnoszenia liczby obrotów sprężarek, ze względu na zmniejszenie w ten spo-

sób ich wagi, a więc i ceny, jak również ze względu na jednoczesne zmniejszenie zapotrzebowania miejsca i możliwość bezpośredniego sprzęgnięcia pasem z silnikiem elektrycznym — nie pozostało bez wpływu na ogólną konstrukcję, a szczególnie zaworów.

przekładni ślimakowej i śruby przesuwany osiowo. Dławnice są metalowe, międzycylindrowa jest przytem chłodzona wodą w sposób obciekowy. Sprężanie dwustopniowe powoduje takie zmniejszenie ciśnień, że okazało się możliwe zasto-

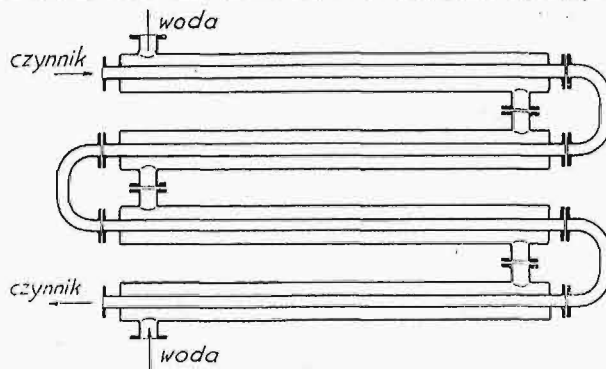


Rys. 12. Nowoczesna tłokowa sprężarka chłodnicza.

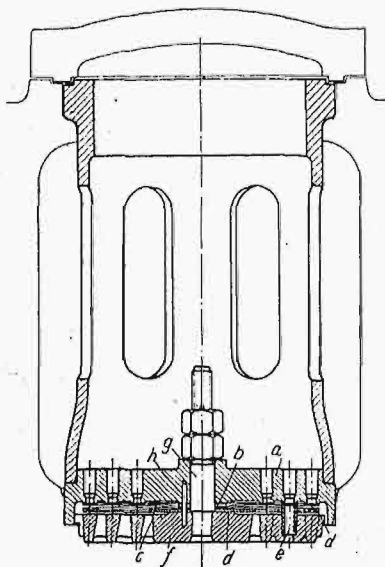
Typ zaworów przystosowanych do współczesnych wymagań, przedstawia rys. 11. Zawory te wykonane są ze stali lekko, o szerokich i długich powierzchniach prowadzących, co łącznie z elastycznym ograniczeniem skoku, umożliwia cichy a pewny ich ruch. Ta konstrukcja zaworów posiada jeszcze specjalne urządzenie, które umożliwia ręczne ich otwieranie na stałe przez wkręcenie przy pomocy specjalnej rękojeści (na rysunku kreskowana) trzpienia, utrzymującego zawór w stanie otwartym, dzięki czemu zassany gaz przy sprężającym suwie tłoka zostaje ponownie usunięty z cylindra, czyli że ta strona cylindra przestaje działać, a więc i skutek chłodzenia się zmniejsza.

Jako przykład wielkiej, współczesnej tłokowej sprężarki chłodniczej, pracującej amonjakiem, służyć może wykonanie firmy B-cia Sulzer w Winterthur na 3,4 milj. Kal/h przy temperaturach: parowania — 10° C i skraplania + 25° C. Sprężarka

sowanie zaworów płytkowych, pożądanym ze względu na wysoką liczbę obrotów. Zawory te spowodowały zmniejszenie oporów przepływu i działania mas (rys. 13). Na gniazdku *a* i na sworzniu *g* osadzona jest na podkładce *b* stalowa, sprężysta



Rys. 14. Schemat skraplacza dwuściennego.

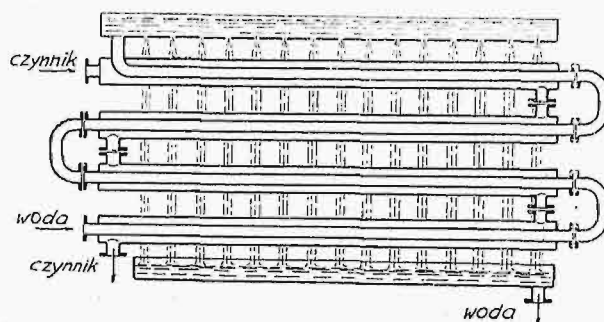


Rys. 13. Zawór płytkowy.

jest dwustopniowa (rys. 12), posobna, o średnicach cylindrów 575 i 750 mm i skoku 725 mm przy 150 obrotach na min. Aby ułatwić montowanie i naprawy, cylinder wysokoprężny umieszczony został na specjalnej płycie i może być przy pomocy

płytką zaworu *c*, ograniczona w swych wychyleniach płytką *d* i ruszkiem *f*. Sprężyna *e* służy jako zderzak, zaś kołeczek *h* zabezpiecza całość od obracania się.

Smarowanie tej sprężarki odbywa się również pod ciśnieniem przy pomocy specjalnych pomp, przez co osiąga się wysokie bezpieczeństwo i ułatwia obsługę.



Rys. 15. Skraplacz dwururowy obciekowy.

Powszechne wprowadzenie obiegu suchego w chłodnictwie nie pozostało bez wpływu i na konstrukcję skraplacza, gdyż, jak wiadomo, przenikanie ciepła z par przegrzanych do wody jest bez porównania gorsze, niż z par nasyconych. Wynika-

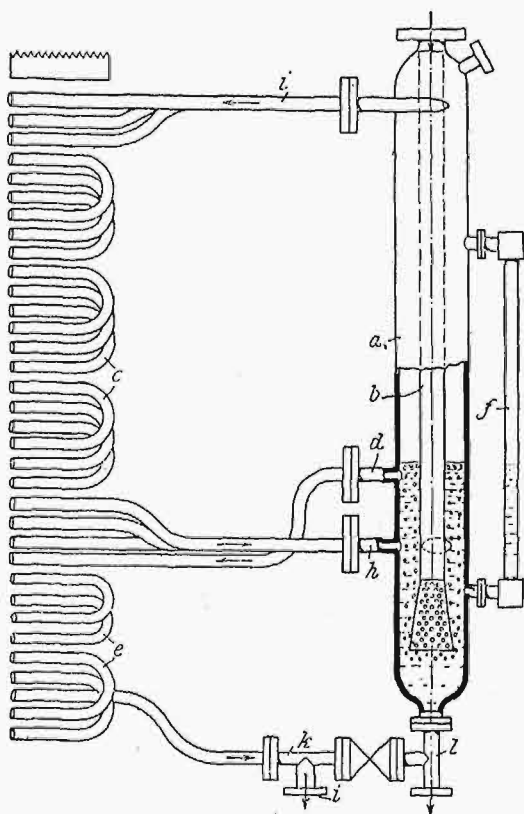
jąca stąd konieczność powiększania powierzchni chłodzonej spowodowała coraz rzadsze stosowanie tak powszechnych dawniej skraplaczy zanurzonych i zastąpienie ich przez skraplacze dwuścienne przeciwprądowe lub zmodernizowane skraplacze obciekowe.

Skraplacze dwuścienne, wykonywane dziś z łatwością przez zastosowanie spawania acetylenowego, znalazły szerokie zastosowanie w chłodnictwie jako skraplacze i dochładzacze. Działanie ich wyjaśnia rys. 14, a polega ono na tem, że czynnik przepływa cienką warstwą po powierzchni rur, wewnątrz których płynie w przeciwnym kierunku woda.

Niekiedy skraplacze dwururowe wykonywane są jako obciekowe, a wówczas po zewnętrznej rurze, wewnątrz której przepływa czynnik, ścieka woda, parując jednocześnie częściowo w przelotnym powietrzu (rys. 15).

Te przeciwprądowe skraplacze dwuścienne wymagają w porównaniu z zanurzoną mniejszą powierzchnią chłodzoną i mniejszej ilości wody chłodzącej.

W konstrukcji skraplaczy obciekowych dąży się do możliwie szybkiego zlikwidowania przegrzanego stanu par skraplanych w celu polepszenia przenikania ciepła. Jako przykład, służyć może rozwiązanie pokazane na rys. 16. Przegrzane pary przez przewód *b* wprowadzane są do zbiornika *a*, w którym jest skroplony czynnik, dzięki cze-

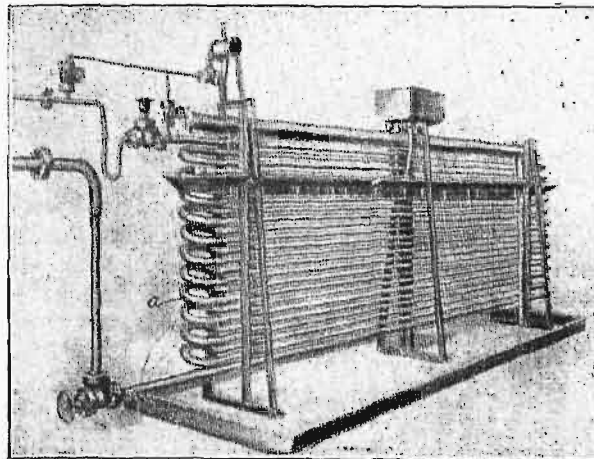


Rys. 16.

Urządzenie usuwające przegrzanie par skraplanych.

mu, unosząc się w postaci pęcherzyków na powierzchnię cieczy, tracą szybko swe przegrzanie i jako nasycone dostają się przez przewód *i* do węzłownic skraplacza; po skropleniu się, czynnik wraca przewodem *h* do zbiornika *a*, skąd nad-

miar cieczy przepływa przez przewód *d* do dochładzacza *e* i dalej przez trójnik *k* do zaworu regulującego; wodowskaz *f* wskazuje stan cieczy w zbiorniku, zaś otwór *l* służy jako spust.

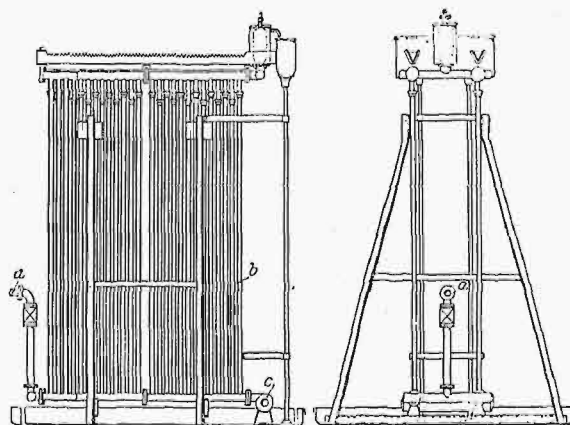


Rys. 17.

Ustrój Blocka do odbierania ciepła przegrzania czynnikowi.

To samo zadanie szybkiego odbierania ciepła przegrzania czynnikowi i przemiany go w stan nasycenia osiąga się w konstrukcji Blocka w ten sposób (rys. 17), że doprowadzając przegrzany czynnik do skraplacza dolnym przewodem w przeciwnym kierunku do ściekającej z góry wody chłodzącej, uzyskuje się jednoczesne zetknięcie się tych par przegrzanych ze skroplinami w szczególnie wygiętych kolanach (*a*), przez co traci się tam przegrzanie.

Podobnie szybko sprowadza się czynnik ze stanu przegrzania do stanu nasycenia w skraplaczu obciekowym o rurach pionowych (rys. 18), w których, podobnie jak poprzednio, doprowadza się pary przegrzane dołem przez przewód *a*, te zaś, unosząc się do góry, stykają się ze skroplinami ściekającymi wzdłuż wewnętrznych ścianek rur pionowych, przez co skraplają się, poczem zbierają się w przewodzie zbiorczym *c*.



Rys. 18.

Skrapłacz obciekowy o rurach pionowych.

O parownikach trudno mówić w tym krótkim artykule, gdyż posiadają one tak różnorodną postać, jak i cele, do których służą.

(d. n.)

Dowód ekstremum energii potencjalnej, rozpatrywanej jako funkcja połączeń przeszywniających, syst. statycznie niewyznaczalnego w stanie równowagi sprężyste.

Napisał Dr. Inż. Franciszek Szelański.

Profesor Bertrand de Fontviolant w swojej książce „Les Méthodes modernes de la Résistance des matériaux”¹⁾, zwraca uwagę na nieściśle określenie twierdzenia Menabre'a, które można spotkać u wielu autorów, szczególnie zaś na wniosek, że w stanie równowagi ustroju statycznie niewyznaczalnego energia potencjalna odkształcenia jest minimum.

Wniosek ten idzie dalej od tego, co zostało dotychczas wykazane, dowiedziono bowiem tylko, że drugie pochodne cząstkowe energii potencjalnej względem reakcji połączeń przeszywniających są dodatnie, podczas gdy warunek minimum funkcji wymaga, ażeby druga pochodna zupełna była dodatnią dla wartości zmiennych, które czynią pierwsze pochodne równe zero.

Dowód przytoczony przez Bertrand de Fontviolant'a usprawiedliwia całkowicie powyższą uwagę.

W artykule niniejszym zostanie podany dowód bardziej ogólny rodzaju ekstremum funkcji rozpatrywanej.

Niech będzie więc wyrażenie energii potencjalnej odkształcenia

$$v = \sum_{i=1}^{i=n} \int W d\tau,$$

gdzie W oznacza energję w danym punkcie ciała, odniesionego do jednostki objętości, $d\tau$ — objętość jednostkową, n — ilość ciał systemu. Każda całka jest rozciągnięta na objętość ciała rozpatrywanego.

Wyrażenie energii może być napisane także w postaci

$$V = \int W d\tau, \dots \dots \dots (1)$$

gdzie całka jest wzięta na objętość wszystkich ciał systemu.

Postać ogólna funkcji W jest, jak wiadomo,

$$W = \frac{1}{2\mu(3\lambda + 2\mu)} \cdot [(\lambda + \mu)(t_{xx}^2 + t_{yy}^2 + t_{zz}^2) - \lambda(t_{xx} \cdot t_{yy} + t_{xx} \cdot t_{zz} + t_{yy} \cdot t_{zz})] + \frac{1}{2\mu}(t_{xy}^2 + t_{xz}^2 + t_{yz}^2),$$

gdzie λ i μ oznaczają współczynniki Lamé'go, t_{xx} , t_{yy} , t_{yz} naprężenia w oznaczeniu Coriolis'a.

W celu skrócenia ilości oznaczeń, dajmy temu wyrażeniu kształt następujący:

$$W = \Sigma A t^2 + B(t_1 t_2 + t_1 t_3 + t_2 t_3) \dots \dots (2)$$

Wprowadzając oznaczenia

$$\Sigma A t^2 = f_1(t),$$

$$B_1(t_1 t_2 + t_1 t_3 + t_2 t_3) = f_2(t),$$

napiszemy równość (2) w postaci prostszej

$$W = f(t).$$

Dla systemu ciał, przy założeniu przesunięć bardzo małych, wynika z równania równowagi następująca zależność pomiędzy naprężeniami i reakcjami X_1, X_2, \dots połączeń przeszywniających:

$$t = t^0 + aX_1 + bX_2 + \dots \dots \dots (3)$$

Wprowadźmy do naszych rozważań wartości połączeń $X_1 + X_1', X_2 + X_2', \dots$, które ze względu na ich nieokreśloność czynią zadość także równaniu (3); w ten sposób naprężenie przybierze wartość:

$$t + t' = t^0 + a(X_1 + X_1') + b(X_2 + X_2') + \dots \dots (4)$$

Wyrazy poszczególne funkcji W będą więc:

$$A(t + t')^2 = A t^2 + A t'^2 + 2 A t t' = A \cdot t^2 + A \cdot t'^2 + t' \cdot \frac{\partial f_1}{\partial t},$$

$$B(t_1 + t'_1)(t_2 + t'_2) = B t_1 t_2 + B t'_1 t'_2 + B t_1 t'_2 + B t'_1 t_2,$$

$$B(t_1 + t'_1)(t_3 + t'_3) = B t_1 t_3 + B t'_1 t'_3 + B t'_1 t_3 + B t_1 t'_3,$$

$$B(t_2 + t'_2)(t_3 + t'_3) = B t_2 t_3 + B t'_2 t'_3 + B t'_2 t_3 + B t_2 t'_3.$$

Dodając wszystkie wyrazy kształtu $A(t + t')^2$, otrzymamy:

$$\Sigma A(t + t')^2 = f_1(t + t') = f_1(t) + f_1(t') + \Sigma t' \frac{\partial f_1}{\partial t},$$

gdzie sumy obejmują wszystkie 6 naprężeń t_{xx}, \dots, t_{yz} . Dodając zaś wszystkie wyrazy ze współczynnikami B , otrzymamy;

$$f_2(t + t') = f_2(t) + f_2(t') + B t'_1(t_2 + t_3) +$$

$$B t'_2(t_1 + t_3) + B t'_3(t_1 + t_2) = f_2(t) + f_2(t') + t'_1 \frac{\partial f_2}{\partial t} +$$

$$+ t'_2 \frac{\partial f_2}{\partial t_2} + t'_3 \frac{\partial f_2}{\partial t_3} = f_2(t) + f_2(t') + \Sigma t' \frac{\partial f_2}{\partial t}.$$

Zatem suma $f_1(t + t')$ i $f_2(t + t')$ będzie

$$f(t + t') = f(t) + f(t') + \Sigma t' \left(\frac{\partial f_1}{\partial t} + \frac{\partial f_2}{\partial t} \right) =$$

$$= f(t) + f(t') + \Sigma t' \frac{\partial f}{\partial t} \dots \dots \dots (5)$$

¹⁾ Str. 38, rok wyd. 1920.

Oznaczmy przez V_1 wartość energii potencjalnej odkształcenia, odpowiadającej naprężeniom $t + t'$.

Różnica między V_1 i V będzie na zasadzie wzoru (5)

$$V_1 - V = \int [f(t+t') - f(t)] d\tau = \int f'(t') d\tau + \int \Sigma t' \cdot \frac{\partial f}{\partial t} \cdot d\tau = \int f'(t') d\tau + \Sigma \int t' \frac{\partial f}{\partial t} \cdot d\tau,$$

Ze wzoru (3) zaś mamy

$$t' = aX_1' + bX_2' + \dots \dots \dots (6)$$

tak więc

$$\int t' \frac{\partial f}{\partial t} d\tau = X_1' \cdot \int a \frac{\partial f}{\partial t} d\tau + X_2' \cdot \int b \frac{\partial f}{\partial t} d\tau + \dots \\ = X_1' \cdot \int \frac{\partial f}{\partial t} \cdot \frac{\partial t}{\partial X_1} \cdot d\tau + X_2' \cdot \int \frac{\partial f}{\partial t} \cdot \frac{\partial t}{\partial X_2} \cdot d\tau + \dots$$

Dodając teraz wyrazy, odpowiadające wszystkim naprężeniom, otrzymamy:

$$\Sigma \int t' \frac{\partial f}{\partial t} \cdot d\tau = X_1' \cdot \Sigma \int \frac{\partial f}{\partial t} \cdot \frac{\partial t}{\partial X_1} \cdot d\tau + \\ + X_2' \cdot \Sigma \int \frac{\partial f}{\partial t} \cdot \frac{\partial t}{\partial X_2} \cdot d\tau + \dots \\ = X_1' \cdot \int \Sigma \frac{\partial f}{\partial t} \cdot \frac{\partial t}{\partial X_1} \cdot d\tau + X_2' \cdot \int \Sigma \frac{\partial f}{\partial t} \cdot \frac{\partial t}{\partial X_2} \cdot d\tau + \dots \\ = X_1' \cdot \int \frac{\partial V}{\partial X_1} \cdot d\tau + X_2' \cdot \int \frac{\partial V}{\partial X_2} \cdot d\tau + \dots \\ = X_1' \cdot \frac{\partial V}{\partial X_1} + X_2' \cdot \frac{\partial V}{\partial X_2} + \dots$$

Mamy więc w ogólności

$$V_1 - V = \int f'(t') d\tau + X_1' \cdot \frac{\partial V}{\partial X_1} + X_2' \cdot \frac{\partial V}{\partial X_2} + \dots (7)$$

Na mocy twierdzenia Menabré'a pochodne cząstkowe względem X_1, X_2, \dots są zerowe w wypadku równowagi systemu o podporach stałych (lub też ruchomych, których składowe przesunięcia na kierunki X_1, X_2 są równe zeru), t. j. mamy

$$\frac{\partial V}{\partial X_1} = 0; \quad \frac{\partial V}{\partial X_2} = 0; \quad \dots \dots (8)$$

Będziemy więc mieli dla wartości X_1, X_2 otrzymanych z równania (8)

$$V_1 - V = \int f'(t') d\tau, \quad \dots \dots (9)$$

Lecz całka po prawej stronie tej równości jest dodatnia, ponieważ funkcja $f(t')$ jest zawsze dodatnia, więc

$$V_1 - V > 0 \text{ lub } V_1 > V,$$

t. j. wartość funkcji V osiąga swe minimum przy wartościach X_1, X_2, \dots które czyniąc zadość równaniom (3) będą czyniły również zadość równaniu (8).

Dowiedźmy powyższy wynik w nieco inny sposób. Należy zauważyć bowiem, że podstawiając w wyrażeniu na energję potencjalną danego punktu zależność (6), zawierającą t' , otrzymamy na W funkcję drugiego stopnia

$$W = f(t') = a_1 X_1'^2 + a_2 X_2'^2 + \dots + b_1 X_1' X_2' + \dots$$

i przez to wzór (1) dla wartości $t = t'$ będzie

$$V' = \int f(t') d\tau = a_1 X_1'^2 + a_2 X_2'^2 + \dots + b_1 X_1' X_2' + \dots$$

Możemy więc zatem wzorowi (9) nadać formę następującą

$$V_1 = V + a_1 X_1'^2 + a_2 X_2'^2 + \dots + b_1 X_1' X_2' + \dots$$

Wartości X_1', X_2', \dots jako dowolne, możemy uczynić

$$X_1 = dX_1, \dots$$

i wyrażenie poprzednie napiszemy w takiej postaci

$$V_1 = V + a_1 dX_1^2 + a_2 dX_2^2 + \dots + b_1 dX_1 dX_2 + \dots$$

Porównajmy ten wzór z rozwinięciem V na szereg Taylor'a, który ze względu na to, że $dV=0$, będzie

$$V_1 = V + \frac{(dt)^2}{1.2} d^2V + \dots$$

Widzimy więc, że gdy $V_1 - V > 0$, to mamy także z dokładnością do wielkości małych trzeciego rzędu $d^2V > 0$, co wskazuje na istnienie minimum V .

Rozpatrzmy jeszcze wypadek systemu o podporach, mogących dawać przesunięcia w kierunku reakcji podpór przeszywniających.

Oznaczając powyższe reakcje przez X_k, X_{k+1}, \dots , i rzuty odpowiadające tym przesunięciom na kierunki X_k, X_{k+1}, \dots , przez x_k, x_{k+1}, \dots , będziemy mieli na zasadzie twierdzenia Castigliano'a

$$x_k = \frac{\partial V}{\partial X_k}, \quad x_{k+1} = \frac{\partial V}{\partial X_{k+1}},$$

Inne pochodne cząstkowe są zerowe.

Widzimy więc, że warunek niezbędny istnienia minimum nie ma miejsca w tym wypadku. Zamiast formuły (9) będziemy mieli na zasadzie (7)

$$V_1 - V = \int f'(t') d\tau + X_k \cdot x_k + X_{k+1} \cdot x_{k+1} + \dots$$

Ponieważ X_k, X_{k+1}, \dots są całkowicie dowolne, prawa strona tej równości nie ma znaku określonego, co jest zgodne z wynikiem już otrzymanym, że funkcja V nie odpowiada ekstremum.

Obliczenie uzbrojenia ścian celkowych silosów żelbetowych.

Napisał Inż. Alfons Chmielowiec, konstruktor Politechniki Lwowskiej.

Określenie zagadnienia. Dana jest grubość ściany h , rozciągająca siła osiowa R i moment zginający M , przypadające na szerokość b , którą przyjmuje się zwykle 100 cm (rys. 1). Należy wyznaczyć najmniejszy przekrój wkładek żelaznych F przy uzbrojeniu pojedynczym, zaś $2F$ przy uzbrojeniu podwójnym, symetrycznym, tak, aby naprężenie dopuszczalne betonu na ściskanie σ_b i naprężenie żelaza na rozciąganie σ_d nie zostało przekroczone, przy zaniedbaniu, w myśl przepisów (na korzyść pewności) naprężeń rozciągających w betonie (faza II). Jest to więc zagadnienie słupów żelbetowych rozciąganych mimośrodkowo, o przekroju prostokątnym. Rozwiązujemy je zwykle przez próby, t. j. przyjmawszy pewną wartość uzbrojenia sprawdzamy naprężenia przy pomocy równania 3-go stopnia. Sposób ten, chociaż żmudny, rzadko kiedy prowadzi do wyzyskania żelaza. Do sprawdzenia naprężeń, a także projektowania uzbrojenia, używamy czasem tablic lub wykresów (np. wykresy Mörscha), które jednak opierają się na założeniu, że odstęp środka wkładek od krawędzi jest proporcjonalny do wysokości przekroju (t. j. grubości ścian), więc np. $a = 0,08h$. Założenie to jest jednak niemożliwe do spełnienia dla małych h , dla

przyczem σ_b = naprężenie betonu na ściskanie w warstwie skrajnej,
 σ' = naprężenie wkładek żelaznych ścispanych,
 σ = naprężenie wkładek rozciąganych, które należy przyjąć jak największe, a więc równe dopuszczalnemu, czyli $\sigma = \sigma_{dop}$.

Jeżeli nazwiemy:

$$z = h - a - x, \dots (3)$$

$$\text{to: } \sigma_b = \frac{\sigma}{n} \frac{x}{z}, \dots (4)$$

$$\sigma' = \sigma \frac{x - a}{z}, \dots (4a)$$

Wprowadźmy mimośród:

$$e = M : R \dots (5)$$

i nazwijmy: $A = \frac{Rz}{\sigma}, \dots (6)$

$$B = \frac{bx^2}{2n}, \dots (7)$$

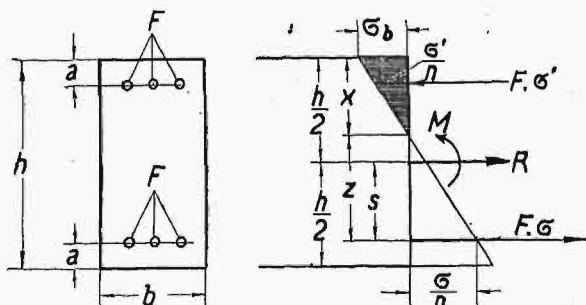
$$C = 2eA - B \left(h - \frac{2}{3}x \right), \dots (8)$$

to z równ. (1) otrzymamy:

$$F = F_1 = (A + B) : (h - 2x), \dots (9)$$

zaś z równ. (2):

$$F = F_2 = C : (h - 2a)^2 \dots (10)$$



Rys. 1.

wielkich zaś nie jest ekonomiczne, i należy raczej przyjąć $a = \frac{1}{2} \phi + 1 \text{ cm}$, lub $a = 0,04h + 1 \text{ cm}$.

Poza tem nie zawsze tablice takie są pod ręką. Poniżej podano ogólne, ścisłe i proste rozwiązanie powyższego zagadnienia.

I. Ściany wewnętrzne.

Uzbrojenie powinno być symetryczne, gdyż nacisk może być z jednej lub z drugiej strony i moment może zmieniać znak, nie zmieniając natężenia.

Równanie sił (rys. 1):

$$R = F(\sigma - \sigma') - \frac{b}{2} \sigma_b x \dots (1)$$

Równanie momentów:

$$M = Fs(\sigma + \sigma') + \frac{b}{2} \sigma_b x \left(\frac{h}{2} - \frac{x}{3} \right), \dots (2)$$

W zależności od zmiennej x , można F_1 i F_2 przedstawić dwiema krzywymi (rys. 2), których punkt przecięcia wyznacza prawdziwą wartość x i F , t. j. taką, która czyni zadość równaniom (1) i (2). Dla wykreślenia krzywej F_1 i F_2 , wystarczy przyjąć 3 dowolne wartości dla x . Przez trzy punkty naznaczone na papierze kratkowanym lub milimetrowym, można wykreślić krzywą odręcznie, jako łuk paraboli. Najlepiej obrać takie wartości dla x , aby odstęp rzędnych Δx był równy (rys. 2). Styczna w punkcie środkowym R jest wtedy równoległa do cięciwy, czyli:

$$R \parallel PS,$$

zaś styczne punktów skrajnych przecinają się w T tak, iż:

$$RT = RU.$$

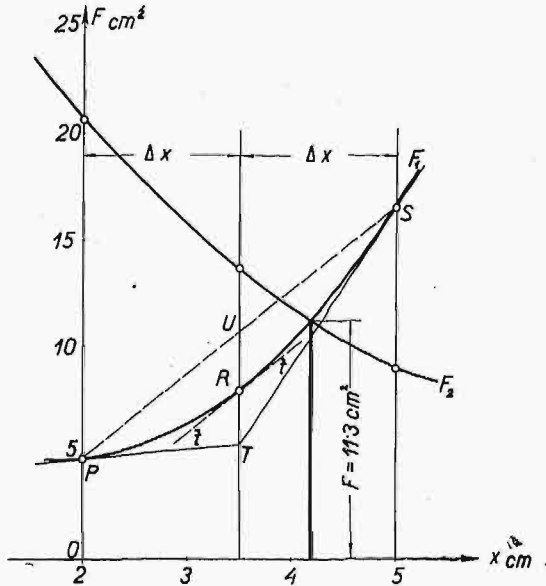
Skoro znamy x i σ , możemy z równania (4) obliczyć σ_b . Oczywiście musi być:

$$\sigma_b \ll \sigma_{bd}, \dots (12)$$

czyli: $\alpha = n \frac{\sigma_{bd}}{\sigma} \geq \frac{F x}{z} \dots (13)$

względnie: $x \leq \frac{\alpha}{1 + \alpha} (h - a) = t \dots (14)$

Jeżeli ze względów konstrukcyjnych przyjmie-
my F nieco większe niż wypadnie z wykresu, to
oczywiście naprężenia σ' i σ_b zmniejszą się i nie
potrzeba ich sprawdzać.



Rys. 2.

Przykład I. (por. Probst: Vorlesungen über
Eisenbeton, t. II, str. 204 i 242).

$M=166\ 000\ \text{kgcm}$, $R=3820\ \text{kg}$, $h=17\ \text{cm}$, $b=100\ \text{cm}$,
 $\sigma=1200\ \text{kg/cm}^2$, $\sigma_{bd}=40\ \text{kg/cm}^2$, $a=1,5\ \text{cm}$

$h-a=15,5\ \text{cm}$, $h-2a=14\ \text{cm}$, $(h-2a)^2=196\ \text{cm}^2$.

$$2e = 2 \frac{166000}{3820} = 87\ \text{cm},$$

$$\alpha = \frac{15,40}{1200} = 0,6\ (\text{równ. } 13),$$

$$t = \frac{0,5}{1,5} \cdot 15,5 = 5,17\ \text{cm}\ (\text{równ. } 14),$$

$$R : \sigma = 3820 : 1200 = 3,18\ \text{cm}^2.$$

TABELA I.

x	5	3,5	2	cm	równ.
z	10,5	12	15,5	cm	3
A	33,4	38,2	49,3	cm³	6
B	83,4	40,8	13,3	"	7
A + B	116,8	79,0	62,6	cm³	
$h - 2x$	7	10	13	cm	
$2eA$	2900	3320	4285	cm³	
$h - \frac{2}{3}x$	13,66	14,66	15,67	cm	
$(h - \frac{2}{3}x) B$	1140	598	210	cm³	
C	1760	2722	4075	"	8
F_1	16,55	7,9	4,82	cm²	9
F_2	9	13,9	20,8	"	10

Tabelarycznie (tabela 1) znaleziono F_1 i F_2 dla
 $x=5, 3,5, 2\ \text{cm}$, i wykreślono parabole F_1 i F_2
(rys. 2). Punkt ich przecięcia wyznacza $x=4,2\ \text{cm}$,
 $F=11,3\ \text{cm}^2$, stąd $z=15,5-4,2=11,3\ \text{cm}$;

$$\sigma_b = \frac{1200}{15} \cdot \frac{4,3}{11,3} = 30,4\ \text{kg/cm}^2 < 40\ (\text{równ. } 4)$$

Dla sprawdzenia naprężeń dla danego F , nale-
ży z równ. (1) i (2) wyrugować $R : \sigma_b$. Otrzymamy
równanie 3-go stopnia:

$$f(x) = x^3 + \alpha x^2 + \beta x + \gamma = 0, \dots (15)$$

przyczem $\alpha = -3 \left(\frac{n}{2} + e \right)$, $\beta = -2 \frac{6nF}{b} e$, (16) i (17)

$$\gamma = \frac{6nF}{b} \left[eh - \frac{1}{2} (h - 2n)^2 \right], \dots (18)$$

Jeżeli przybliżona wartość $x=x_1$ daje od-
chyłkę $f(x_1) = \epsilon$, to poprawka:

$$dx_1 = -\epsilon : f'(x_1), \dots (19)$$

zaś $f'(x_1) = 3x_1^2 + 2\alpha x_1 + \beta \dots (20)$

Znając wartość poprawioną $x = x_1 + dx_1$,
otrzymamy σ_b z równ. (1), które napiszemy w po-
staci:

$$R : \sigma_b = U - W, \quad U = nF \left(\frac{h}{x} - 2 \right), \quad W = \frac{1}{2} bx, \quad (21)$$

zaś $\sigma : \sigma'$ znajdziemy z równ. (4) i (4a).

W danym przykładzie I-ym przyjmijmy: $F =$
 $= 2 \phi 12 + 6 \phi 14\ \text{mm} = 11,50\ \text{cm}^2$, to $6nF : b =$
 $= 10,35\ \text{cm}^2$, $\alpha = -3(8,5 + 43,5) = -156\ \text{cm}$ (równ.
16), $\beta = -2 \cdot 10,35 \cdot 43,5 = -900,4\ \text{cm}^2$ (równ. 17),
 $\gamma = 10,35 [43,5 \cdot 17 - 0,5(17-3)^2] = 6639$ (równ. 18).
Dla $x_1 = 4,2\ \text{cm}$ jest $\epsilon = f(4,2) = 176\ \text{cm}^3$, $f'(4,2) =$
 $= -2158\ \text{cm}^2$ (równ. 20), $dx_1 = 0,082\ \text{cm}$ (równ.
19), $x = 4,2 + 0,082 = 4,282\ \text{cm}$,

$$U = 15 \cdot 11,50 \left(\frac{17}{4,282} - 2 \right) = 342\ \text{cm}^2$$

$$W = 0,5 \cdot 100 \cdot 4,282 = 214\ \text{cm}^2$$

$$R : \sigma_b = 342 - 214 = 128\ \text{cm}^2$$

$$\sigma_b = 3820 : 128 = 29,8\ \text{kg/cm}^2\ (\text{równ. } 21),$$

$$z = 11,218\ \text{cm}\ (\text{równ. } 3)$$

$$\sigma = 15 \cdot 29,8 \frac{11,218}{4,282} = 1170\ \text{kg/cm}^2\ (\text{równ. } 4),$$

$$\sigma' = 15 \cdot 29,8 \frac{2,782}{4,282} = 291\ \text{kg/cm}^2\ (\text{równ. } 4a).$$

II. Ściany zewnętrzne.

Uzbrojenie jest pojedyncze, gdyż obciążenie
możliwe jest tylko z jednej strony. Równania
uproszczą się tu nieco, mianowicie (rys. 3),

$$R = F \sigma - \frac{b}{2} \sigma_b x \dots (1a)$$

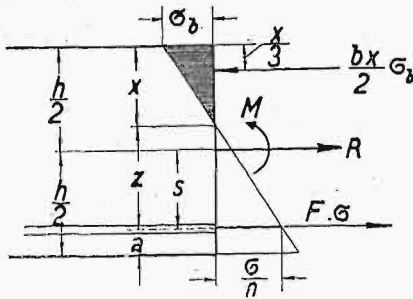
$$M = Re = Fs\sigma + \frac{b}{2}\sigma_b x \left(\frac{h}{2} - \frac{x}{3} \right), \quad (2a)$$

Nazwijmy:

$$A = R : \sigma, \quad (6a)$$

$$B = \frac{b}{2n} \frac{x^2}{z}, \quad (7a)$$

$$C = Ae - B \left(\frac{h}{2} - \frac{x}{3} \right), \quad (8a)$$



Rys. 3.

to z równania (1a) otrzymamy:

$$F = F_1 = A + B, \quad (9a)$$

z równania (2a):

$$F = F_2 = C : \left(\frac{h}{2} - a \right), \quad (10a)$$

Ze względu na różnicę temperatur wewnątrz i zewnątrz silosu, należy tu przyjąć σ nieco mniejsze, np. $\sigma = 1000 \text{ kg/cm}^2$.

Przykład II.

$$h = 13,5 \text{ cm}, M = 79\,000 \text{ kgcm}, R = 4500 \text{ kg},$$

$$\sigma = 1000 \text{ kg/cm}^2, a = 1,5 \text{ cm}, h : 2 = 6,75 \text{ cm},$$

$$\frac{h}{2} - a = 5,25 \text{ cm}, h - a = 12 \text{ cm}, A = 4500 : 1000 = 4,5 \text{ cm}^2,$$

$$Ae = A \cdot 79\,000 : 4500 = 79 \text{ cm}^3$$

TABELA II.

x	6	4	2	cm	równ.
$2nz : b$	1,8	2,4	3,0	cm	3
B	20	6,66	1,33	cm ²	7a
$\frac{h}{2} - \frac{x}{3}$	4,75	5,42	6,08	cm	
$\left(\frac{h}{2} - \frac{x}{3} \right) B$	95	36,1	8,1	cm ³	
C	-16	-42,9	+70,9	"	8a
F ₁	24,5	11,16	5,83	cm ²	9
F ₂	-3,05	+8,17	+13,5	"	10a

Z rys. 4 wynika: $x = 3,62 \text{ cm}$

$$F_1 = F_2 = F = 9,6 \text{ cm}^2.$$

Probst (str. 244) otrzymał według swoich równań $F = 13,96 \text{ cm}^2$, co — jak sam przyznaje — jest za wiele, gdyż nawet po przyjęciu $F = 9,78 \text{ cm}^2$, a więc przy znacznie mniejszym uzbrojeniu, otrzymał $\sigma = 940 \text{ kg/cm}^2$.

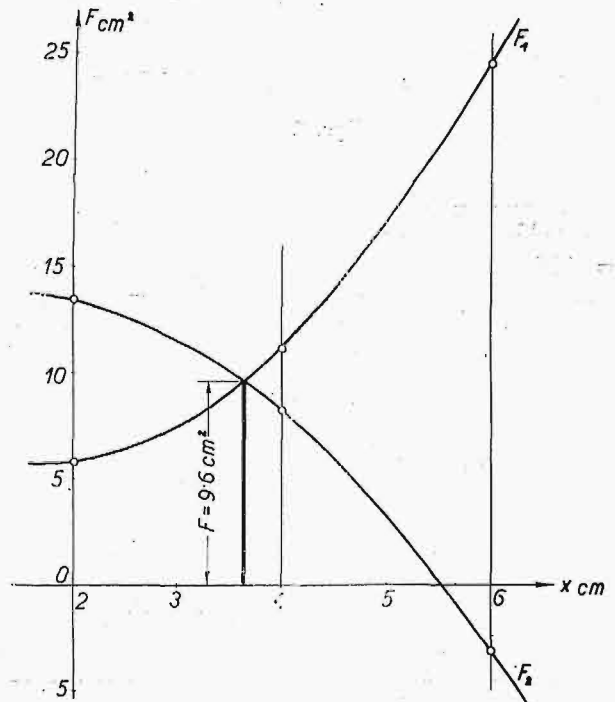
Moment M i siła R są proporcjonalne do ciśnienia p , skierowanego od wewnątrz, które rośnie wraz z głębokością badanego elementu ściany, liczoną od powierzchni zawartości silosu. Odpowiednio do tego, zmniejszać się będzie ku górze i przekrój wkładek F , podczas gdy grubość ściany h będzie niezmienna na całej wysokości, ze względu na prostotę konstrukcji. Można ją przyjąć według Probsta dla ściany zewnętrznej:

$$h \text{ cm} = [0,42 R + \sqrt{(0,42 R)^2 + 2220 M}] : 1110,$$

zaś dla ściany wewnętrznej:

$$h \text{ cm} = [-0,71 R + \sqrt{(0,71 R)^2 + 1696 M}] : 848,$$

We wzorach tych należy przyjąć takie R (w kg) i M (w kg cm), jakie odpowiadają największej głębokości. Potrzebne uzbrojenie należy obliczyć dla trzech różnych głębokości i interpolować, najlepiej wykreślić, według paraboli.



Rys. 4.

Sposób opisany jest ogólny, pozwala na przyjęcie dowolnej wartości a i σ , czego nie można powiedzieć o innych sposobach. Daje przytem gwarancję, że naprężenie żelaza na rozciąganie σ osiągnie wartość dopuszczalną, nie przekraczając jej jednakże, a więc że spełniony zostanie warunek ekonomii i bezpieczeństwa. Jest łatwy, tak przy użyciu suwaka logarytmicznego, jak papieru kratkowego lub milimetrowego i prędko prowadzi do celu.

O osadnikach i „samofiltracji“, z uwzględnieniem stosunków wodociągów warszawskich.

Napisał L. Gembarzewski, inż. technolog.

Omawiana w 1926 r. na łamach „Przeгляdu Technicznego“¹⁾ sprawa osadników, służących do klarowania wody, przeznaczonej do następnego oczyszczania na filtrach powolnych, została w dalszym ciągu poruszona²⁾ w artykule „Budowa basenów osadowych na stacji pomp rzecznych wodociągu warszawskiego“. Poniższe posłużyć może do wszechstronniejszego wyjaśnienia kwestyj, rozpatrywanych w artykule.

Podług profesora (M. Matakiewicza³⁾):

„Zbyt długie pozostawanie wody w osadnikach nie jest wskazane, gdyż jakość może się zmieniać na niekorzyść.“

„Osadniki mogą być otwarte, a wtedy otrzymują skarpy nachylone ziemne, ubezpieczone brukiem lub betonem.“

„Osadniki zamknięte, t. j. od góry przykryte, są lepsze, bo z powodu braku światła nie rozwijają się w wodzie ustroje roślinne.“

„Ważną rzeczą przy osadnikach jest należyte urządzenie dopływu i odpływu. Gdybyśmy urządzili dopływ w jednym punkcie i naprzeciw niego również jedną rurę odpływową, natenczas woda dopływająca nie mieszałaby się z wodą osadnika. Skutkiem tego nie następowałoby należyte osadzanie namułu, a część wody pozostawałaby zbyt długo w osadniku, przez co stawałaby się gorsza. Wobec tego dobrze jest rozdzielić doprowadzenie wody do osadnika na kilka punktów, a tak samo wodę odprowadzić z kilku miejsc.“

W podręczniku „Taschenbuch für Bauingenieure“, wydanym w 1921 r., pod redakcją dr. inż. h. c. M. Förstera, o osadnikach wodociągowych podano na str. 2034:

„Jest zrozumiałe samo przez się, że zbiorniki klarujące muszą posiadać dno i skarpy nieprzenikliwe dla wody.“

„Dopływ i odpływ należy tak urządzić, ażeby woda przepływała przez cały przekrój poprzeczny osadnika i nie mogły się tworzyć prądy miejscowe.“

Dla zorientowania się, o ile zbudowany basen nad Wisłą odpowiada przytoczonym warunkom, przypominam: skarpy pochyłe ziemne, umocowane trawą, materiałem organicznym, podlegającym gnicciu, dno szlamiste, pagórkowate, przepływ wody od strony Wisły w dwóch miejscach, odległych od siebie około 250 m, odpływ również w dwóch, w od-

ległości jedno od drugiego około 60 m; odpływy i dopływy położone prawie w kątach trapezu, jaki w przybliżeniu stanowi basen — prądy są zatem nieuniknione.

Gdy przed 37 laty przystępowano w Warszawie do budowy osadników krytych, powyżej wskazane warunki, niezbędne dla dobrego funkcjonowania osadników, były już znane i odpowiednio je uwzględniono. Do klarowania wody projektowano zbudować 12 osadników, podzielonych każdy na 8 galerij 5 m szerokości i 100 m długości. Każdy osadnik miał mieć dopływ wody w dwóch miejscach i odpływ w 16; przy ogólnej objętości osadników 144 000 m³, przeznaczonych do klarowania normalnie 100 000 m³ wody, a maksymalnie 144 000 m³, byłoby 24 dopływy i 192 odpływy.

W latach od 1903 r. do 1906 r., w których 6 osadników (3 grupy), stosownie do planu budowy, odpowiadało 18 filtrom (trzem grupom) i woda przebywała w osadnikach średnio od 32 do 27 godzin, efekt osadników wynosił 81% do 76%. Efekt działania klarującego zbiorników wodociągów londyńskich, w których woda przebywa około 2 miesięcy, dochodzi do 85%.

Doświadczenia, przeprowadzone przez Steuer-nagla w Kolonii z osadnikami dla wód ściekowych, wykazały, że zbyt długie przebywanie wody w osadnikach nie wpływa w znaczniejszym stopniu na proces osadzania, i przy przepływie z prędkością około 8 mm/sek otrzymuje się efekt działania około 70 do 75%. Długość galerij osadnikowych, szerokości 5—8 m, wypada 50—60 m. We Frankfurcie n M. przerobiono w 1903 r. osadniki 82 m długości, zbudowane w 1887 r., na osadniki długości 41 m. Przed przystąpieniem do przebudowy i tutaj przeprowadzono próby i okazało się, że „niema godnej zaznaczenia różnicy między klarowaniem w zbiornikach 82 i 41 m długości.“⁴⁾ Przy 82 m efekt był 70—90%. Szerokość galerij — 5,40 m.

Zjawisko, że woda po wejściu do osadników najwięcej zostawia zawieszin na początku, dawno już zauważono i w osadnikach warszawskiego wodociągu. Ilość osadu zbieranego po przejściu 60—70 m jest nieznaczna. Droga, jaką ma odbyć woda w basenach osadowych nad Wisłą, wynosi 600—900 m, jest więc zbyt długi.

Budowanemu basenowi dają nazwę: olbrzymi, wielki, potężny⁵⁾. Wielkość opisanego basenu jest

¹⁾ Nr.Nr. 45 i 52 z 1926 r.

²⁾ Nr.Nr. 4, 7 i 9 z 1928 r.

³⁾ „Zasady budowy wodociągów“, napisali Z. Ciechanowski, M. Matakiewicz i K. Pomianowski, Str. 80 i 82. Lwów. 1914.

⁴⁾ Das Städtische Tiefbauwesen in Frankfurt a. M., str. 107. Wydawnictwo zarządu miejskiego, 1903 r.

⁵⁾ Świat Nr. 32 z 1925 r., Kronika Warszawy, Nr. 6 z 1926 r., Kurjer Warszawski, Nr. 59 z 1927 r.

względna. Jeżeli porównać ją ze sztucznymi zbiornikami wody w innych miastach, zawierającymi dziesiątki i setki milionów m^3 wody⁶⁾ lub ze zbiornikami naturalnymi, jak jezioro Genewskie albo Zurychskie, z których zaopatruje się w wodę Genewę i Zurych, a szczególnie zważyć ich głębokość, to basen osadowy nad Wisłą zaliczyć można do niewielkich zbiorników sztucznych i nie można robić przypuszczeń o jego działaniu, opierając się na danych, otrzymanych z eksploatacji rzeczywiście dużych i głębokich zbiorników.

Do porównania możnaby przyjąć otwarte osadniki hamburskie⁷⁾, zbudowane w 1893 r., wtedy, kiedy budowano pierwsze kryte osadniki warszawskie. Cztery osadniki hamburskie, położone na wyspie, a więc otoczone wodą i niedostępne dla obcych, mają każdy długości około 350 m, szerokości 120 m; ogólna ich powierzchnia $168\ 000\ m^2$ i pojemność około $500\ 000\ m^3$ równają się prawie basenowi nad Wisłą $178\ 000\ m^2$ i $535\ 000\ m^3$, głębokość taka sama: 3 m. Wodę do nich pompuje się z Łaby, można je opróżnić, spuszczaając wodę do rzeki, zatem należyte oczyszczanie jest zapewnione. Każdy osadnik ma jeden dopływ i jeden odpływ wody, lecz tak samo jak i w pierwszych osadnikach warszawskich⁸⁾, które utworzono w początkach eksploatacji wodociągów tutejszych z filtrów, nie napelnianych materiałem filtracyjnym, pomimo znacznej długości, nie dawały dobrych wyników. Chociaż obok placu, zajętego przez osadniki, zarezerwowano i obwałowano plac $600 \times 400 = 240\ 000\ m^2$ na dalszy ich rozwój, jednakże nie przystąpiono do budowy nowych osadników. Chcąc polepszyć sprawność osadników, a zatem i zwiększyć wydajność filtrów, zaczęto do wody rzecznej surowej, przed wstąpieniem jej do osadników, dodawać siarczanu glinu. Próby te trwały od 1909 do 1914 r., lecz bez odpowiednich wyników, a nawet dodatek siarczantu glinu wpływał ujemnie na filtry, gdyż kłaczkowaty osad nie był zatrzymywany w zupełności w osadnikach, lecz przedostawał się na filtry i zamulał je w krótkim czasie. Niedokładność osadzania objaśnia dyrektor wodociągów hamburskich tem, że osad był mącony falowaniem wody, powstającym przy wiatrach.

W kwietniu 1924 r. w celu polepszenia działania osadników zaczęto dodawać do wody surowej chloru, następnie dodawano go i do wody sklarowanej w osadnikach, lecz wyniki były wciąż ujemne⁹⁾. Dopiero od czerwca 1926 r. wznowiono dodawanie siarczantu glinu, lecz wody z tą domieszką nie wpuszcza się wprost do osadników, a do płytkiego kanału, w którym osadzają się głównie

męty; woda klaruje się dostatecznie. Długość kanału od miejsca, w którym dodano siarczanu glinu, do wpływu wody do osadnika wynosi 800 m. Ponieważ osadniki są połączone wzajemnie, wodę wpuszcza się tylko do jednego osadnika, z którego przechodzi do następnego i t. d., tak że przez cztery osadniki przebiega 1400 m. Oprócz tego od marca 1927 woda sklarowana jest jeszcze chlorowana. Od grudnia 1924 r. chloruje się i filtrat.

Nie posiadam danych o działaniu osadników hamburskich przy poprzedniej i obecnej eksploatacji, nie mogę więc podać liczb porównawczych z warszawskimi osadnikami krytymi. Pewne jednak pojęcie o ich działaniu dają następujące dane. Średnia przezroczystość wody rzecznej w 1925 roku wynosiła 21,5 cm, wody sklarowanej 26 cm; w okresie dwunastomiesięcznym od lipca 1926 r. do czerwca 1927 r. łącznie otrzymano dla wody surowej 31,5 cm, dla wody sklarowanej za pomocą siarczantu glinu i osadników 76 cm. Przezroczystość wody, uznawanej za zupełnie czystą wynosi 90 do 100 cm. W Warszawie badania na przezroczystość nie odbywają się, lecz określa się ilość mętów w wodzie rzecznej i sklarowanej.

Średnia wydajność filtrów hamburskich wynosiła poprzednio około $0,85\ m^3/24\ h$ z $1\ m^2$ powierzchni filtra, a najwyższa dla pojedynczego filtra $1,62\ m^3$, obecnie najwyższa dopuszczalna $2,71\ m^3$. Z powyższego widać, że w Hamburgu nie objętość osadnika, nieznaczna jego długość, nie 3—4 dobowe przebywanie wody w osadnikach, lecz dodawanie siarczantu glinu w odpowiedni sposób i przepływanie wody tak sporządzonej przez kanał osadowy, łatwo dający się oczyszczać, wpłynęły dodatnio na wydajność filtrów, pozostawiając osadnikom rolę drugorzędną przy klarowaniu. O innym sposobie przygotowania wody rzecznej do następnego jej oczyszczenia na filtrach powolnych podałem w Przegl. Techn., Nr. 20 i 22, r. 1927.

W Warszawie, przy odpowiedniej ilości osadników krytych, prawidłowo zbudowanych, średnia wydajność filtrów dochodziła do $1,65\ m^3/24\ h$. W r. 1927 przeszło przez basen nad Wisłą $3/4$ ilości wody, dostarczanej na filtry (a całkowita ilość przez osadniki kryte) i średnia roczna wydajność spadła do $1,34\ m^3$, zaś maksymalna z $2,07$ do $1,57$, przytem całkowite zapotrzebowanie nie było pokryte. To zestawienie wykazuje, że basen osadowy o pojemności $535\ 000\ m^3$ nie zastąpił brakujących osadników o pojemności $72\ 000\ m^3$.

(W kilku miejscach autor artykułu „Budowy basenów” omawia „samofiltrację”. Pod tą nazwą rozumie przenikanie przez grunt wody wiślanej do basenu. Wywody autora nie są jasne. W jednym miejscu twierdzi, że zapas wody poza rzeką będzie „gwarantowany samofiltracją”, następnie znów: „nie można więc samofiltracji uważać za stałe źródło dopływu wody do basenów i liczyć na nią, jako na czynnik niezawodny”, a w zakończeniu artykułu: „w takich więc okresach [t. j. podczas przyborów] trzeba będzie korzystać z samofiltracji, która oczywiście spotęguje się wobec wysokiego

⁶⁾ Przegl. Techn. Nr. 19, 20, 22, 45 z 1927 r., Nr. 8 z 1928 r.

⁷⁾ Przegląd Gazowniczy i Wodociągowy, Nr. 7 z 1925 r., Das Gas-u. Wasserfach, Nr. 50 z 1927 r.

⁸⁾ Przegląd Techniczny, Nr. 20 z 1927 r.

⁹⁾ W Warszawie w czerwcu 1925 r. zaczęto chlorować wodę przed wpuszczeniem jej do osadników. Wynik otrzymano również ujemny, wbrew temu, co twierdzono w „Kronice Warszawy”, Nr. 6 z 1926 r., że „dodatnie skutki chlorowania występowały w całej pełni w czasie letnich miesięcy.”

stanu wody na „Wisłę”, zatem „samofiltracja” będzie się odbywała i w czasie równych poziomów wody w rzece i w basenie przy otwartych przepustach, a tylko „spotęguje się” przy wysokiej wodzie na Wisłę. Odległość basenu od Wisły wynosi 110 m. Pas ziemi, oddzielający go od rzeki, składa się przeważnie z trudno przepuszczających wodę łód, które są wyłożone i całą wschodnią część dna basenu (zachodnia — glina). Dopiero przy poziomie Wisły przy basenie powyżej + 4,00 m oddzielać go będzie wał o podstawie 17 m. Najwyższy obserwowany poziom wody przy stacji pomp, 24 marca 1924 r., wynosił 7,00, przy zwykłych powodziach +5,50 do +6,00. Ponieważ autor nie podał, przy jakim zwierciadle Wisły będą zamykane przepusty, nie można określić, pod jakim naporem następowałby przepływ wody skroś wał. Gdyby rzeczywiście zjawiała się duża „samofiltracja”, to to wskazywałoby, że wał jest źle wykonany, bo i sąsiednie łąki byłyby nawadniane, od czego miało je ustrzec obwałowanie. Gdyby przyjąć dosłownie liczbę autora, to zapomocą „samofiltracji” przechodziłoby z Wisły do basenu zbudowanego około 100 000 m³ wody na dobę.

Omawiając zasilanie basenów wodą, autor w nawiasie dodaje, że „nie jest wykluczony i udział wód spływowych z pod skarpy górnego miasta.” Ten udział nie tylko nie jest wykluczony, lecz będzie bezustanny, gdyż woda z pod skarpy (dawnego brzegu Wisły) jeszcze wieki całe będzie spływała, a spotykając po drodze do Wisły basen, do niego będzie się wlewała. Do basenu będzie się przedostawała nie tylko woda gruntowa, płynąca w kierunku prostopadłym do zachodniego brzegu basenu, lecz i woda, przepływająca z boku południowego i północnego, ponieważ — na zasadzie prawa przyrody — najmniejszej pracy, najkrótszą drogą łączy się do nowego odbiornika. Woda ta jest żelazista, a taka woda sprzyja rozwojowi pewnego gatunku planktonu, *Leptotrix ochracea*, bardzo szkodliwego dla działania filtrów. W wodzie wiślanej spotykają się tylko ślady związków żelaza; w wodzie, zbieranej w basenie, będzie ich stosunkowo znacznie więcej.

Jako dowody znacznej przepuszczalności gruntu dla wody wiślanej, autor przytacza: studnie próbne Pancera, studnię próbną na Kępie Gocławskiej i wykop pod IV budynek maszynowy na stacji pomp rzecznych.

O studniach Pancera, wykonanych około 1845 roku nad brzegiem Wisły, w odległości około 2 km od stacji pomp, wiemy, że doświadczenia dały wynik dodatni co do ilości wody, lecz jaka ta ilość była — niewiadomo.

Studnia gocławska murowana, położona na wschód od stacji po przeciwnej stronie Wisły, przy 10 m średnicy i z dolną krawędzią opuszczoną do —11 m poniżej 0 rzeki, otwarta od dołu i z boczne-

mi otworami, przy 5 m depresji daje 70 l/sek. Ponieważ dotychczas nie wykonano ani pełnych analiz chemicznych wody, ani nie zmierzono jej temperatury, nie można nawet w przybliżeniu określić, jaka ilość wody przedostaje się z Wisły, a jaka z okolicznych gruntów. W każdym razie wydajność tej studni, 70 l/sek, wskazuje na małą przepuszczalność warstw gruntu od strony rzeki. Za przykład dłużej przepuszczalności gruntu może służyć warstwa 9 m grubości, w której umieszczono studnię próbną wierconą dla m. Stryja¹⁰⁾, o średnicy 0,60 m; studnia ta dawała przy depresji 0,475 m — 25 l/sek.

Co zaś do IV budynku maszynowego, to podany przez autora artykułu wpływ poziomu wody w Wisłę, odległej od wykopu o 900 m, na poziom wody w wykopie, a stąd wywnioskowanie o nadzwyczajnej przepuszczalności gruntu nadbrzeżnego, wymaga pewnego objaśnienia. Budynek ten jest położony o kilkanaście metrów od kanału połączonego z portem (rys. 1, str. 78 Przegl. Techn. z 1928 roku). Przy każdym podniesieniu się poziomu Wisły, zwierciadło wody w porcie podniesie się, a po wzniesieniu się wody do +2,50 m, t. j. do wysokości dna kanału, podniesie się i poziom wody w kanale i to będzie miało wpływ taki, jakby wykop był położony tuż nad Wisłą. Oczywiście i poziom wód gruntowych, spływających od strony miasta i napotykających większy opór, spiętrzy się. Dopiero przy poziomie Wisły powyżej +4,00 m następowałoby bezpośrednio przenikanie wody z rzeki do wykopu. W kwestji rozciągłości wpływu wahań wody w rzece na poziom wód gruntowych, spływających do niej, przeprowadzono badania w Düsseldorfie¹¹⁾. Dla zilustrowania tego zjawiska przytaczam dane z obserwacji w czasie powodzi, jaka zaszła w 1925/26 r. Zwierciadło wody w Renie z +1,53 podniosło się do +9,10, t. j. o 7,57 m, w otworze wierconym, w odległości 1000 m od rzeki, z +3,08 do +4,28, t. j. o 1,20 m, po upływie 9 dni. Warstwy wodonośne, 12—15 m miąższości, składają się tam z piasku gruboziarnistego. — Z danych autora o napływie wody do obwiedzonego ściankami palowemi wykopu, o powierzchni ok. 350 m² (a nie 200 m², jak podano), nie można również wyciągnąć wniosków o przepuszczalności okolicznego gruntu, gdyż przy odpompowywaniu wody nie zwracano uwagi na depresję, jej zasięg i t. d.

Pomijam inne sprawy, poruszone w omawianym artykule, które wymagałyby bliższego wyjaśnienia i sprostowania, zwrócę tylko uwagę, że dawny wodociąg na Pradze dostarczał 380 m³ wody na dobę, a nie 3800 m³.

¹⁰⁾ „Zasady budowy wodociągów”, str. 67 i 68.

¹¹⁾ „Gesundheits-Ingenieur”, Nr. 5 z 1928 r.

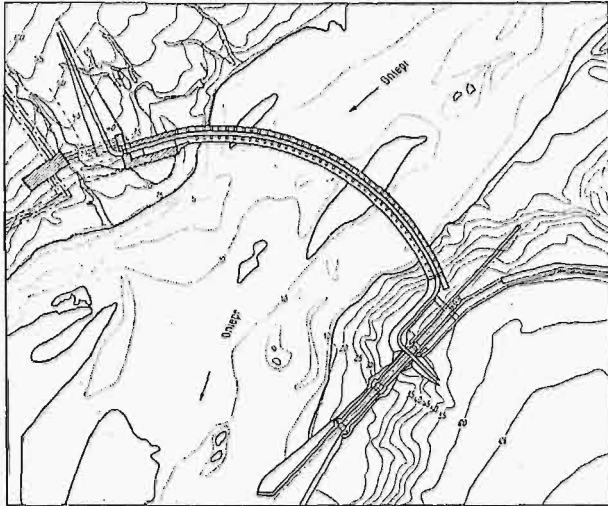
¹²⁾ „Przegl. Techn.”, Nr. 36 z 1927 r.

PRZEGLĄD PISM TECHNICZNYCH.

BUDOWNICTWO.

Zakład wodny „Dnieprostroj” nad Dnieprem.

Po wojnie zapoczątkował rząd sowiecki ożywioną budowę siłowni wodnych. Kilka większych zakładów uruchomiono w ostatnich latach, jak „Wołchowstroj” nad rz. Wołchow i Awczali na Kaukazie. Dla wielu innych przygotowano projekty, których urzeczywistnienie ma nastąpić w naj-



Rys. 1.

Plan sytuacyjny jazu i zakładu wodnoelektrycznego.

bliższych czasach, np. zakład nad Swirem pod Leningradem, i nad Rionem na Kaukazie. Ostatnio rozpoczęto budowę zakładu nad Dnieprem „Dnieprostroj”, w bliskości m. Zaporża (poprzednio m. Aleksandrowska).

Dniepr, jak wiadomo, należy do największych rzek w Europie; bierze początek na północ od Smoleńska i po przepłynięciu 2 300 km wpada do morza Czarnego. Spadek na całej długości, od źródeł do ujścia, wynosi 220 m, lecz rozkłada się bardzo nierównomiernie. Tak np. na przestrzeni około 100 km w średnim biegu, na którym znajdują się progi, mamy spadek 38 m, gdy tymczasem poniżej jest on zupełnie nieznaczny.

W dolnym biegu Dniepr jest żeglowny aż do Zaporża, gdzie właśnie zaczynają się progi. Progi przedstawiały dotychczas dla żeglugi niepokonaną przeszkodę, tem przykrzejszą, że powyżej nich Dniepr jest znowu żeglowny. Już przed wielu laty powstał plan, ażeby przez budowę jazów i słuz umożliwić żeglugę. Myśli tej nie urzeczywistniono, ze względu na wysokie koszty. W ostatnim dziesiątku lat pojawił się nowy pomysł, który umożliwia wykonanie planu: zużytkowanie spadku na przestrzeni progów do otrzymania energii. Było sporo projektów, które przewidywały w wielu miejscach jazy ze słuzami i zakładami wodnymi. Liczba projektowanych spiętrzeń była różna, a również i miejsca, w których miały być budowane. Ostatnio prof. Aleksandrow wystąpił z propozycją urządzenia tylko jednego spiętrzenia, zamiast wielu — podług poprzednich projektów. Wskutek tego i dla żeglugi będzie potrzebne tylko jedno urządzenie słuzowe.

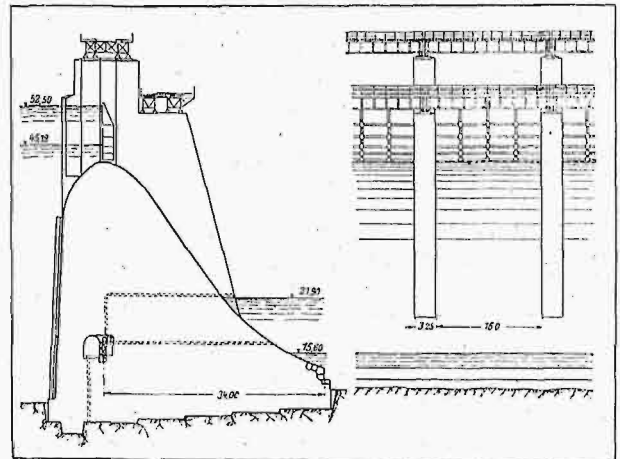
Projekt, przyjęty przez obecny rząd rosyjski, opracowano szczegółowo, opierając się na licznych badaniach warunków odpływu, własności gruntu i t. d. Wykonano przeszło 700 wierceń, ażeby się przekonać, czy w wybranym miejscu znajduje się pod łozyskiem rzeki odpowiedni grunt, na głębokości, umożliwiającej budowę.

Przegroda będzie założona o kilka kilometrów powyżej Zaporża, (rys. 1 i 2). Na prawym brzegu przewiduje się budowę siłowni, na lewym — urządzenia słuzowe. W związku z temi budowlami, wskutek spiętrzenia wód Dniepru, będą konieczne i inne roboty, jak przeprowadzenie dróg, nawodnienia i odwodnienia, budowa kolei żelaznych, przez co otrzymamy lepsze połączenie z donieckim zagłębieniem węglowym, kopalniami rud żelaznych w Krzywym Rogu i rud manganowych w Nikopolu.

Długość przegrody w koronie wyniesie 766 m, wysokość około 38 m, mierząc od dna rzeki do stałego przeważu. Na przegrodzie przewiduje się jeszcze ruchome stawidła, 9 m wysokości wskutek czego możliwe jest jeszcze wyższe spiętrzenie wody, tak, że średnie zwierciadło wody może być podniesione o 36 m. Do odprowadzenia wysokich wód stawidła będą podnoszone i woda, niezużyta przez siłownię, spłynie przez przegrodę. W ten sposób będzie możliwe odprowadzenie największej dotychczas skonstatowanej ilości wysokiej wody 20 000 m³/sek. Wskutek budowy przegrody utworzy się jezioro o powierzchni 270 km² z zawartością 3,8 miliardów m³ wody.

Zakład wodny będzie zbudowany początkowo na 350 000 KM, z roczną wydajnością 1,3 miljarda kWh, następnie przewiduje się rozszerzenie do 650 000 KM, a nawet do 1 miliona KM.

Na początek będzie ustawionych 6 turbin dla ruchu i jedna zapasowa, systemu Francis, z wałami pionowymi. Generatory do wytwarzania prądu zmiennego będą o mocy 36 000 kW przy 11 000 V napięcia, które w celu dalszego przesyłania prądu będzie przetwarzane na napięcie 110 000 V. Wytwarzany prąd będzie zużywany w fabrykach, które mają być założone w bliskości przegrody, jak: do wyrobu gliny, ferromanganu, izolatorów, karbidu wapnia i t. d.



Rys. 2.

Przekrój i widok jazu.

Do celów żeglugi ma służyć komora słuzowa trójstopniowa, położona na lewym brzegu Dniepru. Spadek w tem miejscu wyniesie 37 m. Każda z komór będzie miała 120 m długości, 17 m szerokości i 4,90 m głębokości. Podług obliczeń będzie można przewozić rocznie 4,5 milionów t towarów, mianowicie z prądem głównie drzewo i zboże, a w górę naftę.

Budowa tego rodzaju zakładu wymaga dużego nakładu pracy; o ogromie przedsięwzięcia może świadczyć fakt, że sama przegroda będzie miała 730 000 m³ objętości, do

czego dojdą jeszcze znaczne ilości betonu do urządzenia komór śluzowych i siłowni, tak, że ogólnie trzeba będzie zużyć milion m^3 betonu. Potrzebny do tego materiał kamienny będzie wydobyty z przyległych kamieniołomów, natomiast prawie wszystkie inne materiały budowlane będą sprowadzone, jak 200 000 t cementu, 40 000 t drzewa, 30 000 t dźwigarów żelaznych, żelaza, stali a oprócz tego 30 000 t narzędzi i przyborów (czteryparek łyżkowych do 3 m^3 objętości łyżki, licznych tłu-karek, betoniarek, dźwigów o nośności 25 t i wysięgu 25 m, dalej 80 km torów kolejowych, 40 parowozów, 800 wagonów najrozmaitszej konstrukcji i t. d.); ponieważ na budowę przeznaczają się krótki czas, więc muszą być stosowane urządzenia budowlane w których maszyny odgrywają wydatną rolę. Wobec braku doświadczenia w prowadzeniu robót tego rodzaju, rząd rosyjski postanowił posilkować się specjalistami cudzoziemskimi i do współpracy powołał biura inżynierskie zagraniczne (niemieckie i amerykańskie).

Dotychczas wykonano roboty przygotowawcze, jak podjazdowe drogi żelazne na obydwóch brzegach, założenie fundamentów pod siłownię, budowę tartaków, warsztatów i dużego budynku administracyjnego. Późną jesienią rozpoczęto budowę tam bocznych na obydwóch brzegach. Całkowita budowa ma być wykonana w ciągu $4\frac{1}{2}$ lat. (Siemens-Bauunion Nr. 3, z 1928 r.).

CZĘŚCI MASZYN.

Obciążenie śrub do drzewa.

Przy łączeniu części drewnianych można posługiwać się zwykłymi śrubami z nakrętkami, albo też śrubami do drzewa. P. J. Eckert z Wiednia przeprowadził około 250 badań z różnemi gatunkami drzewa i śrub. Zależnie od wielkości śrub, średnica otworu wierconego w drzewie była o $0,5 \div 1,5$ mm mniejsza, niż średnica rdzenia śruby.

Ze średnich dat doświadczalnych p. Eckert ustawił następujący wzór na siłę (w kg), potrzebną do wyrwania śruby z drzewa w kierunku jej osi:

$$H_q = (0,4 sD + 1,5) p,$$

przy czym s oznacza ciężar wł. drzewa w kg/dm^3 , D średnicę zewnętrzną śruby w mm i P wytrzymałość drzewa na ściskanie w kg/cm^2 .

Wzór powyższy ustawiony jest dla śruby wkręconej w drzewo na długości 100 mm, poprzecznie względem kierunku włókna. W czasie badań okazało się, że wytrzymałość na ściskanie, a zatem i siła H_q zwiększają się przy rosnącej ilości słoików drzewa na 1 cm promienia.

Gdy śrubę wkręcano w kierunku włókna drzewa, siła H_l potrzebna do wyrwania śruby, malała, przy czym ustalono poniższą zależność:

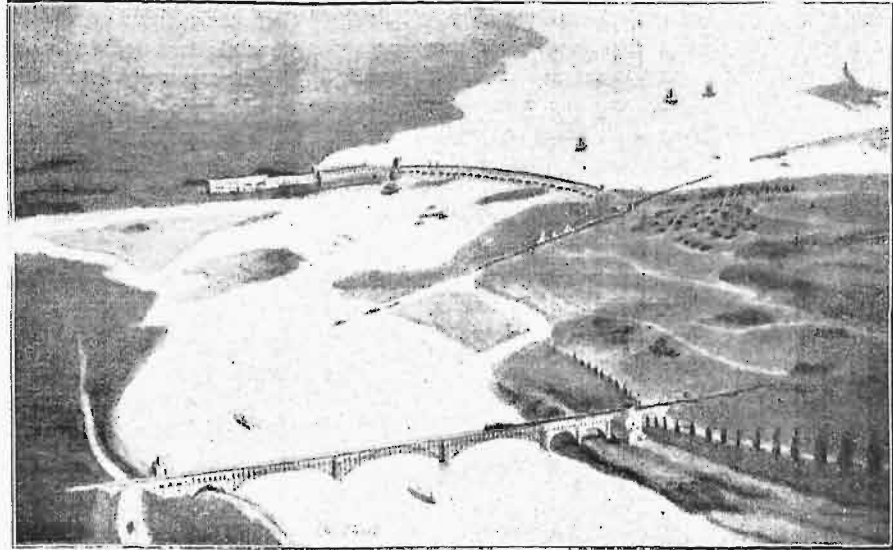
$$H_l = 0,7 H_q.$$

(Werkstattstechnik, t. 21 (1917), str. 345, V. D. I. t. 71 (r. 1917), str. 999).

ELEKTROTECHNIKA.

Największe prostowniki rtęciowe.

Zakł. Connecticut Co. zbudowały w Bridgeport dwie nowe instalacje przetwornic, które stanowią największe te-



Rys. 3.

Widok gotowych budowli (według projektu).

go rodzaju urządzenia na świecie. Każda instalacja posiada 5 prostowników, które przy 600 V dają po 2000 A, chwilowo zaś mogą być obciążone do 3000 A. Roboty instalacyjne rozpoczęło 27 marca 1927 r., a już 26 września tegoż roku urządzenie mogło być uruchomione.

Na wybór rodzaju prostownika wpłynęły nast. 4 czynniki: 1) wysoka sprawność prostownika rtęciowego; 2) możliwość pracy zarówno przy 25 okr./sek., jak i przy 60 okr./sek.; 3) niskie koszty utrzymania; 4) uniknięcie uciążliwych robót związanych z budową fundamentów.

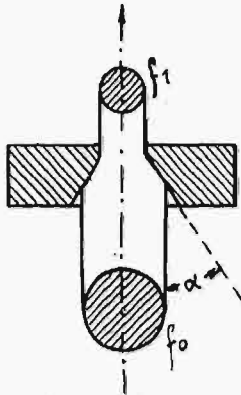
Two Commonwealth Edison Co. w Chicago zamierza wkrótce zbudować dwa prostowniki rtęciowe na 5000 A przy 600 V. (El. Railw. J. L., 1927, str. 1145, V. D. I., 1928, str. 94).

METALOZNAWSTWO.

Powstawanie i skutki różnic naprężeń w przekrojach ciągnionych na zimno prętów miedzianych.

Różnice w naprężeniach rozmaitych miejsc przekroju drutu miedzianego ciągniętego na zimno zależą głównie od rodzaju otworów do przeciągania. Na powstawanie tych różnic wywiera również pewien wpływ rodzaj ciągnięcia, np. nawijanie na bęben lub na ławie. Różnice te powstają skutkiem miejscowych przeciążeń, spowodowanych przesunięciem zewnętrznych warstw (skorupy) pręta w stosunku do warstw środkowych (jądra) tegoż. Przesunięcia te powstają skutkiem zbyt wielkiego kąta otworu wykrojniczy przy małym stopniu zmniejszenia przekroju. Kąt ten (α) zaznaczono na rysunku obok obu średnic pręta przed przepuszczeniem (f_0) i po przepuszczeniu (f_1) przez otwór. Najdogodniejszy kąt otworu wynika ze wzoru $\alpha \approx 30(1 - f_1 : f_0)$. Przesunięcia wywołane niewłaściwie dobranym kątem otworu powiększają się przy każdorazowym przeciąganiu i doprowadzają wreszcie do całkowitego oddzielenia jądra od skorupy, przy czym ta ostatnia zostaje umocniona, a jądro rozrzucone. Złom takiego pręta ma postać stożka w środku

przekroju. Sprowadzając ostatecznie wszystko do przyczyny zbyt wielkiego kąta otworu przy małym zmniejszeniu przekroju, należy zaznaczyć, że przy zastosowaniu niewłaściwego kąta otworu, opór zmiany postaci jest wielokrotnie większy przy małej zmianie przekroju, niż przy dużej. Że zaś przy jednakowym zmniejszeniu przekroju ten z materiałów ciągnionych posiada największą wytrzymałość, który



Rys. 4.

był najmniejszą ilość razy przeciągany, a najmniejszą ilość przeciągnięć uzyskać można przez stosowanie najmniejszego oporu zmiany postaci przy poszczególnym przeciąganiu (przez to bowiem można zwiększyć stopień zmniejszenia przekroju), przeto najlepszy materiał otrzymamy, stosując najdogodniejsze kąty otworu. Stosowany stopień zmniejszenia przekroju bywa zwykle większy od 20%. Zmiana kierunku przeciągania zwiększa jeszcze wytrzymałość ciągniętego drutu. Rozważmy teraz przypadek, kiedy przy jednakowej zmianie przekroju zmieniać się będzie kąt otworu.

Najlepsze rozłożenie naprężeń uzyskać można przez stosowanie najdogodniejszego kąta otworu, określonego powyżej podanym wzorem. Stosując przy pierwszym przeciąganiu mniejszy od powyższego kąt, otrzymujemy większe umocnienie w środku, niż w skorupie, i odwrotnie — przy użyciu większego od najdogodniejszego kąta otworu, zwiększamy bardziej wytrzymałość skorupy niż jądra, choć różnice te są tak małe, że przypisać je można istniejącym już w materiale różnicom wytrzymałości. Wymiar przeciągniętego pręta nie zawsze zgadza się z wymiarem stosowanego do tego celu otworu. Okazało się, że przy 20% zmniejszenia przekroju powyższe wymiary zgadzają się przy stosowaniu małych kątów otworu, przy większych zaś kątach otworu wymiar przeciągniętego pręta jest mniejszy od wymiaru stosowanego otworu. Należałoby jeszcze zbadać, jaki wpływ na zgodność obu wymiarów posiada stopień zmniejszenia przekroju. Z powyższych wywodów wynika, że najdogodniejszy kąt otworu zapewnia nie tylko zastosowanie najmniejszej siły do przeciągania przy danym stopniu zmniejszenia przekroju, lecz zabezpiecza od przesuwania skorupy wobec jądra, rozkłada równomiernie naprężenia i daje dobrą zgodność wymiarów otworu i przeciągniętego przezeń drutu. (L. Weiss Z. f. M k u n d e, 1928, zes. 3, str. 118).

7 J.

Zjawisko ulepszenia termicznego stopów beryl-miedź.

W stopach beryl-miedź mamy zmianę rozpuszczalności w stanie stałym, co jest jednym z koniecznych warunków obróbki termicznej.

Na podstawie pracy Masing'a stwierdzono, że maksymalna twardość wzrasta (przy takich samych warunkach obróbki termicznej), równocześnie ze wzrostem zawartości Be aż do 2,4%, przyczem wzrasta również i efekt ulepszenia.

Przy zawartościach większych niż 2,4% Be, twardość wzrasta w dalszym ciągu, ale znacznie wolniej, jak również i efekt ulepszenia termicznego.

Przy niewielkich ilościach nadmiaru berylu (w stosunku do krzywej rozpuszczalności w stanie stałym), efekt wydzielających się z roztworu kryształków (podczas odpuszczania) jest niewielki. W miarę wzrostu ilości berylu, ilość tych wydzielających się kryształków, a więc i efekt

wzrasta. Przy 2,4% mamy nasycony roztwór stały (α) i efekt jest największy. Przy większych ilościach, poza kryształami roztworu stałego α mamy pewien nadmiar berylu, który tworzy twarde roztwór β (ten sam który się wydziela z roztworu stałego). Przez nagrzewanie przed hartowaniem rozpuści się w miedzi tylko 2,4% Be, a reszta pozostanie jako drugi składnik. Podczas odpuszczania wzrośnie twardość tylko kryształów α , w których się wydzieli rozpuszczony w nich przedtem składnik β , zaś wolny składnik β nie ulegnie zmianie. Ogólna więc twardość stopu wzrośnie z powodu obecności twardego swobodnego β , lecz efekt obróbki termicznej będzie mniejszy, bo ilość utwardnionych przez odpuszczenie kryształów α będzie w tym wypadku mniejsza, niż dla stopu zawierającego 2,4% Be.

Czas odpuszczania zależy nie tylko od temperatury, ale również i od składu: przy małej zawartości Be, potrzebny jest pewien okres indukcyjny, aby wywołać wydzielanie się tych kryształków β , zaś przy większej zawartości okres ten szybko maleje i zanika.

Zwiększenie temperatury odpuszczania zwiększa szybkość reakcji w stanie stałym. To też przy przekroczeniu pewnej temperatury krytycznej, szybkość wydzielania się kryształków i szybkość ich wzrostu (co powoduje zmniejszenie twardości) będą się do pewnego stopnia równoważyć i wobec tego osiągnięta twardość maksymalna będzie mniejsza. Taką temperaturą krytyczną jest dla tych stopów 300—350°. Odpuszczanie przy 300° daje trochę wyższe wyniki, ale wymaga dłuższego czasu (ok. 16 godz.), odpuszczanie przy 350° daje trochę niższe wyniki, ale przy krótszym nagrzewaniu (ok. 1 1/2 godz.).

Temperatura hartowania winna leżeć powyżej krzywej wydzielania się z roztworu stałego składnika β . Hartowanie przy trochę niższych temperaturach powoduje nieco większą twardość natychmiast po hartowaniu, ale również i trochę niższą twardość maksymalną. Jednocześnie z obniżeniem temperatury hartowania występuje i zjawisko okresu indukcyjnego.

Zmiana przewodności elektrycznej podczas procesu odpuszczania wykazuje pewną analogię z duraluminem.

W miarę wzrostu twardości, spowodowanego wydzielaniem się kryształków z roztworu, winno postępować zwiększenie przewodności (roztwory stałe — większy opór, mieszaniny — mniejszy). Przy wyższych temperaturach odpuszczania (450°) obserwujemy to zjawisko, przy niższych (350—200°) obserwuje się początkowo spadek przewodnictwa, a dopiero potem jego wzrost, pomimo że twardość stale wzrasta; przy bardzo niskich temperaturach odpuszczania (150°), nawet po 150 godzinach nie daje się zauważyć wzrostu przewodnictwa, pomimo że twardość stale wzrasta.

Analogicznie w duraluminie, przy niskich temperaturach odpuszczania (temper. pokojowa) obserwuje się to samo zjawisko, a dopiero przy wyższych temperaturach odpuszczania (450°) następuje wzrost przewodności. W duraluminie wzrost twardości objaśnia się w pierwszym wypadku wydzielaniem Mg_2Si , w drugim — $CuAl_2$.

Przy stopach beryl-miedź tego objaśnienia niema i należy przypuszczać, zgodnie z Archer'em, że stan drobno dyspersyjny wydzielających się kryształów powoduje nie tylko anormalny wzrost twardości, ale że również i przewodność elektryczna ulega pewnym nieregularnościom. Dopiero po przekroczeniu pewnej krytycznej wielkości tych drobno rozproszonych kryształów wchodzi w grę ogólne prawa metaloznawstwa. (Dahl, Z. f. M k u n d e, 1928, Nr. 1, str. 22—24).

W. Ł.

POLSKIEGO KOMITETU NORMALIZACYJNEGO

BULLETIN DU COMITÉ POLONAIS DE STANDARDISATION

T R E Ś Ć:
Projekty norm nitów.WARSZAWA
11 KWIEŃNIA
1928 r.S O M M A I R E:
Projets des normes polonaises
des rivets.

Tablice normalizacyjne, wydane przez P. K. N.:

	CENA zł.		CENA zł.
f — 401. Temperatura odniesienia dla narzędzi mierzalnych i przedmiotów warsztatowych	—,25		
o — 101. Wzór tablicy normalizacyjnej.	—,25		
o — 102. Formaty papieru	—,25		
o — 103. Zastosowania formatów papieru	—,25		
o — 301. Zamiana długości wzorców calowych na milimetrowe	—,25		
o — 302. Stalowe wzorce calowe w milimetrach: do od 1/64" do 12" od 12" do 36" od 36"	—,25		
o — 303. do 60" od 60" do 72" od 0,001" do 9,999"	—,25		
o — 307. Stalowe wzorce milimetrowe w calach od 1 mm do 9,999 m.	—,25		
o — 501. Kreślenie techniczne: Formaty papieru, do skale i typy liczb wymiarowych, litery	—,25		
o — 519. i cyfry, typy pisma do rysunków technicznych, rodzaje i grubości linii, linie przerywane, płaszczyzny przekrojów, rzuty, rzuty przekrojów, wymiarowanie (3 tab.), tabliczki i wyszczególnienia (3 tab.), oznaczenia (symbole): śrub, kół zębatach, różne, sprężyn 18 tablic à	—,25		
w — 1. Znakowanie wytrzymałościowe	—,25		
w — 3. Próba na rozciąganie. Pomiary próbek	—,25		
w — 4. „ doraźna żeliwa i stopów nieciągliwych na rozciąganie	—,25		
B — 201. Normalny cement portlandzki	—,25		
B — 202. „ „ „ Próby fizyczne	—,25		
B — 203. Analiza chemiczna cementu portlandzkiego	—,50		
B — 204. Normalny cement portlandzki. Próby wytrzymałościowe	—,25		
B — 801. Warunki techniczne wyrobu i odbioru żelaznych rur wodociągowych	—,25		
B — 802. ark. 1. Znakowanie rur i kształtek	—,25		
B — 802. „ 2. „ „ „ „	—,25		
B — 803. Żeliwne rury wodociągowe: Prostka kielichowa. Prostka kołnierzysta. Kieliszek	—,25		
B — 813. Króciec. Nasuwka. Łuk kielichowy, Krzywka kielichowa. Kolano kielichowe	—,25		
		i kolano kielichowe ze stopką. Kolano 2-u kołnierzowe i kolano 2-u kołnierzowe ze stopką. Zwężka kielichowa. Zwężka bosa, 12 tab. à	—,25
B — 814. ark. 1. Żeliwne rury wodociągowe. Trójnik i krzyżak kielichowy	—,25		
		ark. 2. Trójnik i krzyżak kielichowy	—,25
B — 815. ark. 1. Żeliwne rury wodociągowe. Trójnik 3-kołnierzowy i krzyżak kołn.	—,25		
		ark. 2. Trójnik 3-kołn. i krzyżak kołn.	—,25
B — 816. Odwodniak kielichowy	—,25		
B — 817. Żeliwne rury wodociągowe. Korek	—,25		
C — 201. Środki skażające dla spirytusu	—,25		
C — 205. Badanie środków skaż. dla spirytusu	1,—		
C — 206. Normalne aparaty do badania środków skażających	—,25		
C — 901. Skóra: Skóra podeszw. używana w wojsku, do brandzłowa, blankowa, juchtowa, surowcowa, na futrówki, pergaminowa, chromowa, 8 tab. à	—,25		
C — 909. Skóra. Kozuchy, używane w wojsku	—,25		
C — 921. Metody badania skóry	—,25		
G — 101. Średnice normalne wałków i otworów	—,25		
S — 201. Silnik samochodowy. Materiały na części do stalowe: Wał wykorbiony, korbówód, wał rozrządczy, popychacz, zawór. 5 tablic à	—,25		
o — 104. Koperty	—,25		
C — 301. Pokost lniany (własności i sposoby badania)	—,25		
G — 201. Gwinty. Określenia. G — 202. Skróty oznaczeń	—,25		
G — 205. Gwint metryczny dla średnic 1—33 mm. G — 206 dla średnic 33—149 mm. G — 216 Gwint metryczny drobny A dla średnic 1—33 mm. G — 217 dla średnic 33—149 mm. G — 227 Gwint metryczny drobny B dla średnic 24—149 mm. G — 240 Gwint Whitworth'a pełny i G — 241 przytępiony (dla części maszyn), 6 tablic à	—,25		

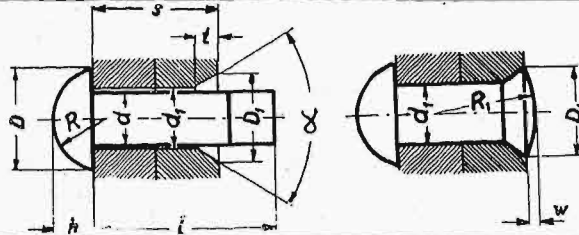
Termin zgłaszania sprzeciwów względem projektów polskich norm nitów, umieszczonych w zeszycie niniejszym, upływa 15-go lipca 1928 r.

Nity mostowe.

Długości nitów w zależn. od grub. nitowania. Główka kulista. Zakówka zagłęb. wypukła.

PN
G — 1113

Projekt



Znakowanie nita
dla otworu nitowego $\varnothing 20$ mm
i grubości nitowania 34 mm:
Nm 19 X 50 PNG — 1113.

Srednica otworu d_1	11	14	17	20	23	26	29	32	35	38
Srednica głowki D	16	21	26	30	35	40	45	50	55	60
Wysokość głowki h	6,5	8,5	10	12	14	16	18	20	22	24
Promień głowki $\sim R$	8	11	13,5	15,5	18	20,5	23	25,5	28	30,5
Srednica głowki $\sim D_1$	15,4	20,5	25	30	34,5	39,5	44	49	53,5	58,5
Zagłębienie t	2,8	5,5	7	8,5	10	11,5	13	14,5	16	17,5
Wysokość wypukl. $\sim W$	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6
Promień wypukl. $\sim R_1$	20,5	27	32,5	39	44	51	54,5	62,5	66	74,5
Kąt zagłębienia α	75°	60°	60°	60°	60°	60°	60°	60°	60°	60°
Srednica nita d	10	13	16	19	22	25	28	31	34	37

d_1	11	14	17	20	23	26	29	32	35	38
Grubość nitow. S	Długość nita l									
6	12									
7	14									
8	14	16								
9	16	18								
10	18	20								
11	18	20	22							
12	20	22	22							
13	20	22	24							
14	22	24	24	26						
15	24	24	26	28						
16	24	26	28	28	30					
17	26	28	28	30	32					
18	26	28	30	32	32					
19	28	30	30	32	34					
20	30	32	32	34	34	36				
22	32	34	34	36	38	38				
24	34	36	36	38	40	40				
26	36	38	40	42	42	45	45			
28	40	40	42	45	45	45	48			
30	42	42	45	48	48	48	50			
32	45	45	48	48	48	50	52	52		
34	48	48	48	50	52	52	55	55		
36		50	52	55	55	55	58	58		
38		52	55	58	58	58	60	60		
40		55	58	58	60	60	62	62		
42		58	58	60	60	62	62	65	65	68
44		60	60	65	65	65	65	68	68	70
46		62	62	65	65	68	68	68	70	72
48		65	65	68	68	68	70	70	72	75
50		68	68	70	70	72	72	75	75	75
52			70	72	72	75	75	75	(78)	(78)
									80	80
54			72	75	75	75	(87)	(78)	(78)	85
							80	80	85	
56			75	(78)	(78)	(78)	(78)	80	80	(82)
				80	80	80	80	80	80	85
58			(78)	80	80	80	80	(82)	(82)	80
			80	80	80	80	80	85	85	80
60			80	(82)	(82)	(82)	(83)	85	85	(88)
				85	85	85	85	85	85	90
62				85	85	85	85	(88)	(88)	90
								90	90	90
64				(88)	(88)	(88)	(88)	90	90	(92)
				90	90	90	90	90	90	95
66				90	90	90	90	(92)	(92)	95
								95	95	95

d_1	20	23	26	29	32	35	38
Grubość nitow. S	Długość nita l						
68	(92) 95	(92) 95	(92) 95	(92) 95	95	95	95
70	95	95	95	95	95	(98) 100	(98) 100
72	(98) 100	(98) 100	(98) 100	(98) 100	(98) 100	(98) 100	100
74	100	(98) 100	100	100	100	100	105
76	105	105	105	105	105	105	105
78		105	105	105	105	105	110
80		105	105	105	110	110	110
82		110	110	110	110	110	115
84		110	110	110	115	115	115
86		115	115	115	115	115	115
88		115	115	115	120	120	120
90		120	120	120	120	120	120
92		120	120	120	120	120	125
94			125	125	125	125	125
96			125	120	125	125	130
98			130	130	130	130	130
100			130	130	130	130	135
102			135	135	135	135	135
104			135	135	135	135	135
106			135	140	140	140	140
108			140	140	140	140	140
110			140	145	145	145	145
112			145	145	145	145	145
114			145	145	145	150	
116				150	150	150	
118				150	150	155	
120				155	155	155	
122					155	155	
124					160	160	
126					160	160	
128					165	165	
130						165	
132						170	
134						170	
136						175	

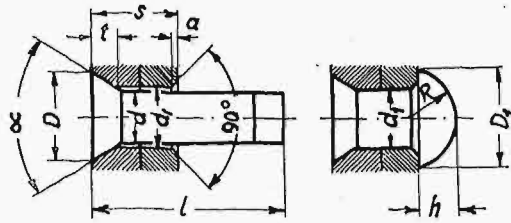
Fizyczny czynniki tylko za zgodą Polskiego Komitetu Normalizacyjnego. Warszawa, Elektryczna 2. Copyright by P. K. N.

Długości nitów l są obliczone i zaokrąglone zgodnie z norm PNG — 1104. Pozostałe uwagi, jak w PNG — 1115.

Nity kotłowe.

Tablica długości nitów w zależności od grubości nitowania.
Główka nita zagłębiona płaska — zakówka nita kulista kotłowa.

PN
G-1114
Projekt



Znakowanie nita
dla otworu nitowego ϕ 20 mm
i grubości nitowania 34 mm:
Nzp 19X72 PNG — 1114.

Średnica otworu d_1 . . .	11	14	17	20	23	26	29	32	35	38
Średnica główki $\sim D$	15,4	20,5	25	30	34,5	39,5	44	49	53,5	58,5
Zagłębienie t . . .	2,3	5,5	7	8,5	10	11,5	13	14,5	16	17,5
Średnica główki D_1 . . .	18	23	30	35	40	45	50	55	60	67
Kąt zagłębienia α . . .	75°	60°	60°	60°	60°	60°	60°	60°	60°	60°
Wysokość główki h . . .	7	9	12	14	16	18	20	22	24	26
Promień główki $\sim R$	9,5	12	15,5	18	20,5	23	25,5	28	30,5	34,5
Zagłębienie α . . .	1	1,5	2	2	2	2,5	3	3	3,5	4
Średnica nita d . . .	10	13	16	19	22	25	28	31	34	37

d_1	11	14	17	20	23	26	29	32	35	38
7	24									
8	26									
9	26									
10	27	30								
11	28	32								
12	30	34								
13	32	34								
14	32	36	45							
15	34	36	45							
16	36	38	48							
17	36	40	48	52						
18	38	40	48	52						
19	38	42	50	55						
20	40	42	52	55						
22	42	45	55	58	60					
24	45	48	55	60	62					
26	48	50	58	62	65	68				
28	50	52	60	65	68	70				
30	52	55	65	68	70	72				
32	55	58	65	70	72	75	80			
34		60	68	72	75	80	80			
36		62	70	75	75	80	85			
38		65	72	80	80	85	85	90		
40		68	75	80	80	85	90	90		
42		68	80	85	85	85	90	95		
44		72	80	85	85	90	95	95	100	
46		75	85	90	90	90	95	95	100	
48			85	90	90	95	95	100	100	
50			90	95	95	95	100	100	105	110
52			90	95	95	100	100	105	105	115
54				95	100	100	105	105	110	115
56				100	100	105	105	110	110	115
58				100	105	105	110	110	115	120
60				105	105	110	110	115	115	120
Grubość nitow. S	Długość nita l									

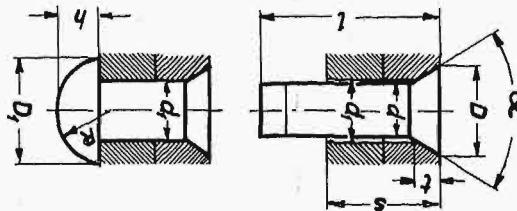
d_1	20	23	26	29	32	35	38
62	105	110	110	115	115	120	125
64	110	110	115	115	120	120	125
66	110	115	115	120	120	125	130
68		115	120	120	120	125	130
70		120	120	120	125	125	135
72		120	120	125	125	130	135
74		125	125	125	130	130	135
76		125	125	130	130	135	140
78		125	130	130	135	135	140
80		130	130	135	135	140	145
82		130	135	135	140	140	145
84			135	140	140	145	150
86			140	140	145	145	150
88			140	145	145	145	155
90			145	145	145	150	155
92				150	150	150	155
94				150	150	155	160
96				150	155	155	160
98				155	155	160	165
100				155	160	160	165
102				160	160	165	170
104				160	165	165	170
106					165	170	170
108					165	170	175
110						170	175
112							175
114							180
116							180
118							185
120							190
122							190
Grubość nitow. S	Długość nita l						

Długości nitów l są obliczone i zaokrąglone zgodnie z normą PNG 1106. Są one miarodajne dla nitowania maszynowego. Przy innych sposobach nitowania są możliwe odchylenia w długościach nitów. Obliczenia nitów dokonywa się według otworu nitowego d_1 , a wyszczególnienia i zamówienia zestawia się według średnicy nita d . Oznaczenia nitów patrz tablicę PNG 1101. Tworzywo patrz tablicę PNG 1102. Grubość blachy winna być zawsze większa niż zagłębienie główki nie mniej niż o 0,5 mm. Unikać należy nitowania o grubości mniejszej niż $2(t + 0,5)$ mm. Nitowanie takie dopuszczalne jest jedynie przy różnej grubości blach, przy czym grubsza otrzymuje zagłębienie.

Nity zagłębione płaskie.

Tablica długości nitów w zależności od grubości nitowania.
Główka nita zagłębiona płaska — zakówka nita kulista mostowa.

PN
G—1115
Projekt



Znakowanie nita
dla otworu nitowego ϕ 20 mm
i grubości nitowania 34 mm:
Nzp. 19 X 60 PNG — 1115.

Średnica otworu d_1	11	14	17	20	23	26	29	32	35	38
Średnica główki $\sim D$	15,4	20,5	25	30	34,5	39,5	44	49	53,5	58,5
Zagłębienie f	2,8	5,5	7	8,5	10	11,5	13	14,5	16	17,5
Średnica główki D_1	16	21	26	30	35	40	45	50	55	60
Wysokość główki k	6,5	8,5	10	12	14	16	18	20	22	24
Promień główki $\sim R$	8	11	13,5	15,5	18	20,5	23	25,5	28	30,5
Kąt zagłębienia α	75°	60°	60°	60°	60°	60°	60°	60°	60°	60°
Średnica nita d	10	13	16	19	22	25	28	31	34	37

d_1	11	14	17	20	23	26	29	32	35	38
Grubość nitow. S	Długość nita l									
6	18									
7	20									
8	22	24								
9	22	26								
10	24	26								
11	24	28	30							
12	26	30	30							
13	28	30	32							
14	28	32	32	34						
15	30	32	34	36						
16	32	34	36	38	40					
17	32	34	36	38	42					
18	34	36	38	40	42					
19	34	38	38	40	45					
20	36	38	40	42	45	48				
22	38	40	42	45	48	50				
24	42	42	45	48	50	55				
26	45	45	48	50	52	55	58			
28	45	48	50	50	55	58	60			
30	48	50	52	55	58	60	65	68		
32	50	52	55	58	60	62	65	68		
34	55	55	58	60	62	65	68	72		
36		58	58	62	65	68	70	75	75	
38		60	62	65	68	70	72	75	(78) 80	
40		62	65	68	70	72	75	(78) 80	80	
42		65	68	72	75	75	80	(82) 85	85	
44		68	68	72	75	75	80	(82) 85	85	(88) 90
46		70	70	75	75	(78) 80	(82) 85	85	(88) 90	90
48		72	72	75	(78) 80	80	85	(88) 90	90	(92) 95
50		75	75	(78) 80	80	85	85	90	(92) 95	95
52			(78) 80	80	85	85	(88) 90	90	95	(98) 100
54			80	85	85	(88) 90	90	95	95	100
56			85	85	(88) 90	90	(92) 95	95	(98) 100	100
58			85	(88) 90	90	(92) 95	95	(98) 100	100	105
60			(88) 90	90	(92) 95	95	(98) 100	100	(102) 105	105

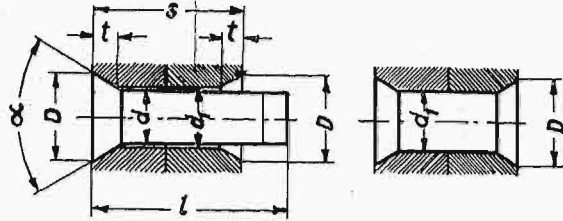
d_1	20	23	26	29	32	35	38
Grubość nitow. S	Długość nita l						
62	95	95	95 (98)	100	100 (102)	105	110
64	95	(98) 100	100	(102) 105	105	110	110
66	(98) 100	100	100 (102)	105	110	110	115
68	100	100 (102)	105	110	110	110	115
70	105	105	105	110	110	115	115
72	105	110	110	110	115	115	120
74	110	110	110	115	115	120	120
76	110	115	115	115	120	120	125
78		115	115	120	120	125	125
80		115	120	120	125	125	130
82		120	120	125	125	130	130
84		120	125	125	130	130	135
86		125	125	130	130	135	135
88		125	130	130	135	135	140
90		130	130	135	135	135	140
92		130	135	135	140	140	140
94			135	135	140	140	145
96			140	140	140	145	145
98			140	140	145	145	150
100			145	145	145	150	150
102			145	145	150	150	155
104			145	150	150	155	155
106				150	155	155	160
108				155	155	155	160
110				155	160	160	160
112				160	160	160	165
114				160	160	165	165
116					165	165	170
118					165	170	170
120					170	170	175
122						175	175
124						175	180
126						180	180
128						180	180
130							185
132							185
134							190
136							190

Długości nitów l są obliczone i zaokrąglone zgodnie z normą PNG — 1106. Są one miarodajne dla nitowania maszynowego. Należy unikać nitów o długościach wziętych w nawias. Przy innych sposobach nitowania są możliwe odchylenia w długościach nitów. Obliczenia nitów dokonywa się w/g otworu nitowego d_1 , a wyszczególnienia l zamówienia zestawia się w/g średnicy nita d . Oznaczenia nitów p. tablicę PNG—1101. Tworzywo p. tablicę PNG—1102.

Nity zagłębione płaskie.

Tablica długości nitów w zależności od grubości nitowania.
Główka nita zagłębiona płaska—zakówka nita zagł. płaska.

PN
N—1116
Projekt



Znakowanie nita
dla otworu nitowego $\varnothing 20$ mm
i grubości nitowania 34 mm:
Nzp 19 x 45 PNG—1116

Średnica otworu d_1 . . .	11	14	17	20	23	26	29	32	35	38
Średnica główki $\sim D$	15,4	20,5	25	30	34,5	39,5	44	49	53,3	58,5
Zagłębienie t . . .	2,8	5,5	7	8,5	10	11,5	13	14,5	16	17,5
Kąt zagłębienia α . . .	75°	60°	60°	60°	60°	60°	60°	60°	60°	60°
Średnica nita d . . .	10	13	16	19	22	25	28	31	34	37

d_1	11	14	17	20	23	26	29	32	35	38
Grubość nitow. S	Długość nita l									
6										
7	10									
8	12									
9	14									
10	14	16								
11	16	16								
12	16	18								
13	18	20								
14	20	20	20							
15	20	22	22							
16	22	22	22							
17	24	24	24							
18	24	26	24							
19	26	26	26							
20	26	28	28	28						
22	30	30	30	32						
24	32	32	32	34	32					
26	34	34	34	36	36	36				
28	36	36	36	38	38	38	38			
30	40	40	40	40	40	40	42			
32	42	42	42	45	42	45	45	45		
34	45	45	45	45	45	45	45	45		
36		48	48	48	48	48	48	48	50	
38		48	48	50	50	50	50	50	52	
40		52	52	55	52	52	52	55	55	
42		55	55	55	55	55	55	55	58	58
44		55	55	58	58	58	58	58	58	60
46		58	58	60	58	60	60	60	60	62
48		60	60	62	62	62	62	62	65	65
50		62	62	65	65	65	65	65	65	68
52			65	68	68	68	68	68	68	68
54			68	70	68	68	68	68	70	70
56			70	72	70	70	70	72	72	72
58			72	75	75	75	75	75	75	75
60			75	(78) 80	75	75	75	75	(78) 80	(78) 80
62				80	(78) 80	(78) 80	(78) 80	(78) 80	80	80
64				(82) 85	80	80	80	80	(82) 85	(82) 85
66				85	(82) 85	(82) 85	(82) 85	(82) 85	85	85
68				(88) 90	85	85	85	85	(88) 90	

d_1	20	23	26	29	32	35	38
Grubość nitow. S	Długość nita l						
70	90	(88) 90	(88) 90	(88) 90	(88) 90	(88) 90	(88) 90
72	(92) 95	90	90	90	90	90	90
74	95	(92) 95	(92) 95	(92) 95	(92) 95	(92) 95	95
76	100	95	95	95	95	95	95
78		(98) 100	(98) 100	95	(98) 100	(98) 100	(98) 100
80		100	(98) 100	(98) 100	(98) 100	(98) 100	100
82		(102) 105	105	100	100	105	(102) 105
84		105	105	(102) 105	(102) 105	105	105
86		110	105	105	105	105	110
88		110	110	110	110	110	110
90		115	110	110	110	110	110
92		115	115	115	115	115	115
94			115	115	115	115	115
96			120	120	120	120	120
98			120	120	120	120	120
100			125	125	125	125	125
102			125	125	125	125	125
104			130	125	125	125	130
106				130	130	130	130
108				130	130	130	130
110				135	135	135	135
112				135	135	135	135
114				140	140	140	140
116					140	140	140
118					145	145	145
120					145	145	145
122						145	145
124							150
126							150
128							155
130							160
132							160
134							165
136							

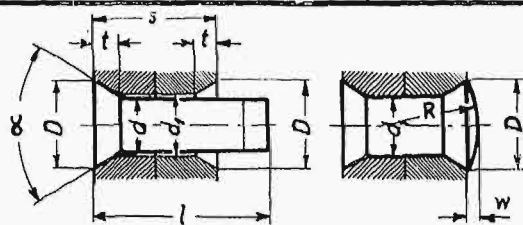
Długości nitów l są obliczone i zaokrąglone zgodnie z normą PNG—1106. Są one miarodajne dla nitowania maszynowego. Należy unikać nitów o długościach wziętych w nawias. Przy innych sposobach nitowania są możliwe odchylenia w długościach nitów. Obliczenia nitów dokonywa się wg. otworu nitowego d_1 , a wyszczególnienia i zamówienia zestawia się według średnicy nita d . Oznaczenia nitów patrz tablicę PNG—1101. Tworzywo patrz tablicę PNG—1102.

Przedruk dozwolony tylko za zgodą Polskiego Komitetu Normalizacyjnego. Warszawa, Elektoralna 2. Copyright by P. K. N.

Nity zagłębione płaskie.

Tablica długości nitów w zależności od grubości nitowania.
Główka nita zagłębiona płaska — zakówka nita zagłębiona wypukła.

PN
G—1117
Projekt



Znakowanie nita
dla otworu nitowego ϕ 20 mm
i grubości nitowania 34 mm:
Nzp. 19 × 50 PN G — 1117.

Średnica otworu d_1	11	14	17	20	23	26	29	32	35	38
Średnica główki $\sim D$	15,4	20,5	25	30	34,5	39,5	44	49	53,5	58,5
Zagłębienie l	2,8	5,5	7	8,5	10	11,5	13	14,5	16	17,5
Promień wypukł. $\sim R_1$	20,5	27	32,5	39	44	51	54,5	62,5	66	74,5
Kąt zagłębienia α	75°	60°	60°	60°	60°	60°	60°	60°	60°	60°
Wysokość wypukł. $\sim w$	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6
Średnica nita d	10	13	16	19	22	25	28	31	34	37

d_1	11	14	17	20	23	26	29	32	35	38
Grub. nitow. S.	Długość nita l									
6										
7	12									
8	14									
9	16									
10	16	18								
11	18	20								
12	18	20								
13	20	22								
14	22	24	24							
15	22	24	24							
16	24	26	26							
17	26	26	28							
18	26	28	28							
19	28	28	30							
20	28	30	30	32						
22	32	32	34	36						
24	34	34	36	38	40					
26	36	38	38	40	42	42				
28	38	40	40	42	45	45				
30	42	42	42	45	45	48	48			
32	45	45	45	48	48	48	52			
34	48	48	48	50	50	50	55			
36		50	50	52	52	55	52	55	58	
38		52	52	55	55	55	55	58	60	
40		55	55	58	58	58	58	60	62	
42		58	58	60	60	60	60	62	65	65
44		58	60	62	62	62	62	65	68	68
46		60	62	65	65	65	65	68	68	70
48		65	65	68	68	68	68	68	70	72
50		65	68	70	70	70	68	72	72	75
52			68	72	72	72	72	75	75	(78) 80
54			72	75	75	75	75	75	(78) 80	(78) 80
56			75	(78) 80	(78) 80	(78) 80	75	(78) 80	80	80
58			75	80	(78) 80	(78) 80	(78) 80	80	(82) 85	(82) 85
60			(78) 80	(82) 85	(82) 85	(82) 85	80	(82) 85	85	85
62				85	85	85	(82) 85	85	85	(88) 90
64				(88) 90	(88) 90	80	85	(88) 90	(88) 90	90
66				90	(88) 90	(88) 90	(88) 90	90	90	(92) 95

d_1	20	23	26	29	32	35	38
Grub. nitow. S.	Długość nita l						
68	(92) 95	90	90	90	(92) 95	(92) 95	95
70	95	95	(92) 95	(92) 95	95	95	(98) 100
72	(98) 100	95	95	95	95	(98) 100	(98) 100
74	(98) 100	(98) 100	(98) 100	(98) 100	(98) 100	100	(102) 105
76	(102) 105	100	100	100	100	(102) 105	105
78		(100) 105	105	(102) 105	(102) 105	105	105
80		105	105	105	105	110	110
82		110	110	105	110	110	110
84		110	110	110	110	110	115
86		115	115	110	115	115	115
88		115	115	115	115	115	120
90		120	120	115	120	120	120
92		120	120	120	120	120	120
94			120	120	120	125	125
96			125	125	125	125	125
98			125	125	125	130	130
100			130	130	130	130	130
102			130	130	130	130	135
104			135	130	135	135	135
106				135	135	135	140
108				135	140	140	140
110				140	140	140	140
112				140	145	145	145
114				145	145	145	145
116					145	150	150
118					150	150	150
120					150	150	155
122						155	155
124						155	160
126						160	160
128						160	160
130							165
132							165
134							170
136							170

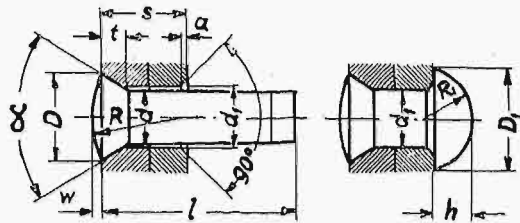
Długości nitów l są obliczone i zaokrąglone zgodnie z normą PNG—1106. Pozostałe uwagi, jak na tablicy PNG—1115.

Przedruk dozwolony tylko za zgodą Polskiego Komitetu Normalizacyjnego, Warszawa, Elektra 2. Copyright by P. K. N.

Nity zagłębione wypukłe.

Tablica długości nitów w zależności od grubości nitowania.
Główka nita zagłębiona wypukła — zakówka nita kulista kółkowa.

PN
G — 1118
Projekt



Znakowanie nita
dla otworu nitowego ϕ 20 mm
i grubości nitowania 34 mm:
Nzw 19 X 72 PNG 1118.

Średnica otw. d_1 . . .	11	14	17	20	23	26	29	32	35	38
Średnica główki D . . .	15,4	20,5	25	30	34,5	39,5	44	49	53,5	58,5
Zagłębienie t . . .	2,8	5,5	7	8,5	10	11,5	13	14,5	16	17,5
Wysokość wyp. $\sim w$	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6
Promień wypukł. $\sim R$	20,5	27	32,5	39	44	51	54,5	62,5	66	74,5
Kąt zagłębienia α . . .	75°	60°	60°	60°	60°	60°	60°	60°	60°	60°
Średnica główki $\sim D_1$	18	23	30	35	40	45	50	55	60	67
Wysokość główki h . . .	7	9	12	14	16	18	20	22	24	26
Promień główki $\sim R_1$	9,5	12	15,5	18	20,5	23	25,5	28	30,5	34,5
Zagłębienie a . . .	1	1,5	2	2	2	2,5	3	3	3,5	4
Średnica nita d . . .	10	13	16	19	22	25	28	31	34	37

d_1	11	14	17	20	23	26	29	32	35	38
7	24									
8	26									
9	26									
10	28	30								
11	28	32								
12	30	34								
13	32	34								
14	32	36	45							
15	34	36	45							
16	36	38	48							
17	36	40	48	52						
18	38	40	48	52						
19	38	42	50	55						
20	40	42	52	55						
22	42	45	55	58	60					
24	45	48	55	60	62					
26	48	50	58	62	65	68				
28	50	52	60	65	68	70				
30	52	55	65	68	70	72				
32	55	58	65	70	72	75	80			
34		60	68	72	75	80	80			
36		62	70	75	75	80	85			
38		65	72	80	80	85	85	90		
40		68	75	80	80	85	90	90		
42		68	80	85	85	85	90	95		
44		72	80	85	85	90	95	95	100	
46		75	85	90	90	90	95	95	100	
48			85	90	90	95	95	100	100	
50			90	95	95	95	100	100	105	110
52			90	95	95	100	100	105	105	115
54				95	100	100	105	105	110	115
56				100	100	105	105	110	110	115
58				100	105	105	110	110	115	120
60				105	105	110	110	115	115	120

d_1	20	23	26	29	32	35	38
62	105	110	110	115	115	120	125
64	110	110	115	115	115	120	125
66	110	115	115	120	120	125	130
68	115	120	120	120	120	125	130
70		120	120	120	125	125	135
72		120	120	125	125	130	135
74		125	125	125	130	130	135
76		125	125	130	130	135	140
78		125	130	130	135	135	140
80		130	130	135	135	140	145
82		130	135	135	140	140	145
84			135	140	140	145	150
86			140	140	145	145	150
88			140	145	145	145	155
90			145	145	145	150	155
92				150	150	150	155
94				150	150	155	160
96				150	155	155	160
98				155	155	160	165
100				155	160	160	165
102				160	160	165	170
104				160	165	165	170
106					165	165	175
108					165	170	175
110					170	170	175
112						175	180
114						175	180
116						180	185
118						180	185
120							190
122							190

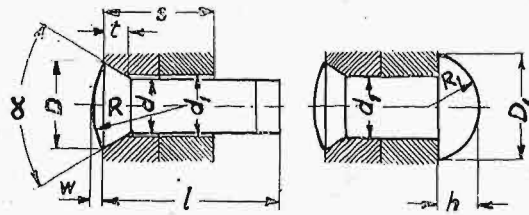
Długości nitów l są obliczone i zaokrąglone zgodnie z normą PNG 1107. Są one miarodajne dla nitowania maszynowego. Przy innych sposobach nitowania są możliwe odchylenia w długościach nitów. Obliczenia nitów dokonywa się według otworu nitowego d_1 , a wyszczególnienia i zamówienia zestawia się według średnicy nita d . Oznaczenie nitów patrz tablicę PNG — 1101. Tworzywo patrz tablicę PNG — 1102. Grubość blachy winna być zawsze większa niż zagłębienie główki nie mniej niż o 0,5 mm. Unikać należy nitowania grubości mniejszej niż $2(t+0,5)$ mm. Nitowanie takie dopuszczalne jest jedynie przy różnej grubości blach, przyczem grubsza otrzymuje zagłębienie.

Przedruk dozwolony tylko za zgodą Polskiego Komitetu Normalizacyjnego. Warszawa, Elektoralna 2. Copyright by P. K. N.

Nity zagłębione wypukłe.

Tablica długości nitów w zależności od grubości nitowania.
Główka nita zagłębiona wypukła — zakówka nita kulista mostowa.

PN
G-1119
Projekt



Znakowanie nita
dla otworu nitów. \varnothing 20 mm
i grubości nitów. 34 mm:
Nzw 19 x 60 PNG-1119.

Średnica otw. d_1 . . .	11	14	17	20	23	26	29	32	35	38
Średnica główki $\sim D$. . .	15,4	20,5	25	30	34,5	39,5	44	49	53,5	58,5
Zagłębienie t . . .	2,8	5,5	7	8,5	10	11,5	13	14,5	16	17,5
Promień wypukł. $\sim R$. . .	20,5	27	32,5	39	44	51	54,5	62,5	66	74,5
Wysokość wypukł. W . . .	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6
Kąt zagłębienia α . . .	75°	60°	60°	60°	60°	60°	60°	60°	60°	60°
Średnica główki D . . .	16	21	26	30	35	40	45	50	55	60
Wysokość główki h . . .	6,5	8,5	10	12	14	16	18	20	22	24
Promień główki $\sim R$. . .	8	11	11,5	15,5	18	20,5	23	25,5	28	30,5
Średnica nita d . . .	10	13	16	19	22	25	28	31	34	37

d_1	11	14	17	20	23	26	29	32	35	38	d_1	20	23	26	29	32	35	38		
Grubość nitów. S	Długość nita l										Grubość nitów. S	Długość nita l								
6	18										62	95	95	(95) 98	100	100	(100) 105	110	110	
7	20										64	95	(98) 100	100	(102) 105	105	110	110	116	
8	22	24									66	(98) 100	100	100	(102) 105	110	110	110	116	
9	22	26									68	100	100	(102) 105	110	110	110	110	116	
10	24	26									70	105	105	105	110	110	115	120	120	
11	24	28	30								72	105	110	110	110	115	115	120	120	
12	26	30	30								74	110	110	110	115	115	120	120	120	
13	28	30	32								76	110	115	115	115	120	120	120	120	
14	28	32	32	34							78		115	115	120	120	125	130	130	
15	30	32	34	36							80		115	120	120	125	125	130	130	
16	32	34	36	38	40						82		120	120	125	125	130	135	135	
17	32	34	36	38	42						84		120	125	125	130	130	135	135	
18	34	36	38	40	42						86		125	125	130	130	135	140	140	
19	34	38	38	40	45						88		125	130	130	135	135	140	140	
20	36	38	40	42	45	48					90		130	130	135	135	135	140	140	
22	38	40	42	45	48	50					92		130	135	135	140	140	145	145	
24	42	42	45	48	50	55					94			135	135	140	140	145	145	
26	45	45	48	50	52	55	58				96			140	140	140	145	150	150	
28	45	48	50	50	55	58	60	65	68		98			140	140	145	145	150	150	
30	48	50	52	55	58	60	62	65	68		100			145	145	145	150	155	155	
32	50	52	55	58	60	62	65	68	72		102			145	145	150	150	155	155	
34	55	55	58	60	62	65	68	70	75	75	104			145	150	150	155	160	160	
36		58	58	62	65	68	70	75	75	(78) 80	106				150	155	155	160	160	
38		60	62	65	68	70	72	75	(78) 80	80	108				155	155	155	160	160	
40		62	65	68	70	72	75	(78) 80	80	(82) 85	110				155	160	160	165	165	
42		65	65	68	72	75	(78) 80	80	(82) 85	85	112				160	160	160	165	165	
44		68	68	72	75	75	80	(82) 85	85	(88) 90	114				160	160	165	170	170	
46		70	70	75	75	(78) 80	(82) 85	85	(88) 90	90	116					165	165	170	170	
48		72	72	75	(78) 80	80	85	(88) 90	90	(92) 95	118					165	170	175	175	
50		75	75	(78) 80	80	85	105	90	(92) 95	95	120					170	170	175	175	
52			(78) 80	80	85	85	(88) 90	90	95	(98) 100	122						175	180	180	
54			80	85	85	(88) 90	90	95	95	100	124						175	180	180	
56			85	85	(88) 90	90	(92) 95	95	(98) 100	100	126						180	180	185	
58			85	(88) 90	90	(92) 95	95	(98) 100	100	105	128						180	185	185	
60			(88) 90	(92) 95	95	(98) 100	100	(102) 105	105		130						180	185	190	
											132							190	190	
											134									
											136									

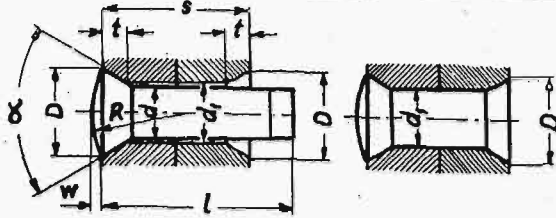
Długości nitów l są obliczone i zaokrąglone zgodnie z normą PNG-1107. Pozostałe uwagi, jak na tablicy PNG-1115.

Przedruk dozwolony tylko za zgodą Polskiego Komitetu Normalizacyjnego. Warszawa, Elektoralna 2. Copyright by P. K. N.

Nity zagłębione wypukłe.

Tablica długości nitów w zależności od grubości nitowania.
Główka nita zagłębiona wypukła — zakówka nita zagłęb. płaska.

PN
G—1120
Projekt



Znakowanie nita
dla otworu nitowego $\varnothing 20$ mm
i grubości nitowania 34 mm:
Nzw 19 X 45 PNG 1120.

Średnica otw. d_1 . . .	11	14	17	20	23	26	29	32	35	38
Średnica główki $\sim D$.	15,4	20,5	25	30	34,5	39,5	44	49	53,5	58,5
Zagłębienie t	2,8	5,5	7	8,5	10	11,5	13	14,5	16	17,5
Promień wypukł $\sim R$.	20,5	27	32,5	39	44	51	54,5	62,5	66	74,5
Kąt zagłębienia α . . .	75°	60°	60°	60°	60°	60°	60°	60°	60°	60°
Wysokość wypukł. u . .	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6
Średnica nita d	10	13	16	19	22	25	28	31	34	37

d_1	11	14	17	20	23	26	29	32	35	38
6										
7	10									
8	12									
9	14									
10	14	16								
11	16	16								
12	16	18								
13	18	18								
14	20	20	22							
15	20	22	22							
16	22	22	24							
17	24	24	24							
18	24	24	26							
19	26	26	28							
20	26	26	28	28						
22	30	30	30	30						
24	32	32	34	34	34					
26	34	34	36	36	36	36				
28	36	36	38	38	38	40				
30	40	38	40	40	42	38				
32	42	42	42	42	45	45	40	42		
34	45	45	45	45	45	48	45	45		
36		45	48	48	48	48	45	48	48	
38		48	50	50	50	50	48	48	48	
40		50	52	52	52	55	50	50	50	
42		52	55	55	55	55	52	52	55	55
44		55	58	58	58	58	55	55	55	55
46		58	60	60	60	60	58	58	58	58
48		60	62	62	62	62	60	60	60	60
50		62	65	65	65	65	62	62	62	62
52			68	68	68	68	65	65	65	65
54			68	70	70	70	68	68	68	68
56			70	72	72	72	68	68	68	70
58			75	75	75	75	70	70	70	72
60			75	⁽¹⁸⁾ 80	75	75	75	75	75	75
62				⁽⁷⁸⁾ 80	⁽⁷⁸⁾ 80	75	75	75	75	75
64				⁽⁸²⁾ 85	80	⁽⁷⁸⁾ 80	⁽⁷⁸⁾ 80	⁽⁷⁸⁾ 80	⁽⁷⁸⁾ 80	⁽⁷⁸⁾ 80
66				85	85	85	80	80	80	80
68				⁽⁸⁸⁾ 90	85	85	⁽⁸²⁾ 85	⁽⁸²⁾ 85	⁽⁸²⁾ 85	⁽⁸²⁾ 85

d_1	20	23	26	29	32	35	38
70	90	⁽⁸⁸⁾ 90	⁽⁸⁸⁾ 90	85	⁽⁸⁸⁾ 90	85	85
72	⁽⁹²⁾ 95	90	90	⁽⁸⁸⁾ 90	90	⁽⁸⁸⁾ 90	⁽⁸⁸⁾ 90
74	95	95	⁽⁹²⁾ 95	90	90	90	90
76	95	95	95	90	95	90	90
78		⁽⁹⁸⁾ 100	⁽⁹⁸⁾ 100	95	95	95	95
80		100	100	95	95	95	95
82		⁽¹⁰²⁾ 105	⁽¹⁰²⁾ 105	⁽⁹⁸⁾ 100	⁽⁹⁸⁾ 100	⁽⁹⁸⁾ 100	⁽⁹⁸⁾ 100
84		105	105	100	100	100	100
86		110	110	⁽¹⁰²⁾ 105	⁽¹⁰²⁾ 105	⁽¹⁰²⁾ 105	⁽¹⁰²⁾ 105
88		110	110	105	105	105	105
90		115	110	110	100	110	110
92		115	115	110	110	110	110
94			115	115	115	110	110
96			120	115	115	115	115
98			120	115	115	115	115
100			125	120	120	120	120
102			125	120	120	120	120
104			130	125	125	125	125
106				125	125	125	125
108				130	130	130	130
110				130	130	130	130
112				135	135	130	130
114				135	135	135	135
116					140	135	135
118					140	140	140
120					140	140	140
122						145	145
124						145	145
126						150	150
128						150	150
130							150
132							155
134							155
136							160

Długości nitów l są obliczone i zaokrąglone zgodnie z normą PNG—1107. Pozostałe uwagi, jak na tablicy PNG—1115.

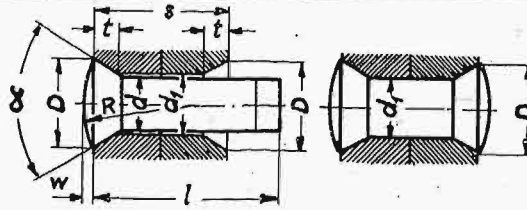
Przedruk dozwolony tylko za zgodą Polskiego Komitetu Normalizacyjnego. Warszawa, Elektoralna 2. Copyright by P. K. N.

Nity zagłębione wypukłe.

Tablica długości nitów w zależności od grubości nitowania.
Główka nita zagłębiona wypukła—zakówka nita zagłęb. wypukła.

PN
G—1121

Projekt



Znakowanie nita dla otworu nitowego $\varnothing 20$ mm i grubości nitowania 34 mm:
Nzw 19 X 50, PNG — 1121.

Srednica otworu d_1	11	14	17	20	23	26	29	32	35	38
Srednica główki . . . $\sim D$	15,4	20,5	25	30	34,5	39,5	44	49	53,5	58,5
Zagłębienie t	2,8	5,5	7	8,5	10	11,5	13	14,5	16	17,5
Promień wypukłości . $R \sim$	20,5	27	32,5	39	44	51	54,5	62	66	74,5
Kąt zagłębienia α	75°	60°	60°	60°	60°	60°	60°	60°	60°	60°
Wysokość wypukłości. W	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6
Średnica nita. d	10	13	16	19	22	25	28	31	34	37

d_1	11	14	17	20	23	26	29	32	35	38
6										
7	12									
8	14									
9	16									
10	16	18								
11	18	20								
12	18	20								
13	20	22								
14	22	22	26							
15	22	24	26							
16	24	24	28							
17	26	26	28							
18	26	28	30							
19	28	28	30							
20	28	30	32	32						
22	32	32	34	36						
24	34	34	36	38	40					
26	36	36	40	40	42	42				
28	38	40	42	42	45	45				
30	42	42	45	45	45	58	45			
32	45	45	48	48	48	50	45	48		
34	48	48	48	50	50	52	48	48		
36		48	50	52	55	55	50	50	52	
38		50	55	55	55	58	52	55	55	
40		55	55	58	58	58	55	55	58	
42		55	58	60	60	60	58	58	58	60
44		58	60	62	62	65	60	60	60	62
46		60	62	65	65	65	62	62	62	65
48		62	65	68	68	68	65	65	65	68
50		65	68	70	70	70	65	68	68	68
52			70	72	72	72	68	70	70	70
54			72	75	75	75	70	72	72	75
56			75	75	⁽⁷⁸⁾ 80	⁽⁷⁸⁾ 80	72	75	75	75
58			75	⁽⁷⁸⁾ 80	80	80	75	75	75	⁽⁷⁸⁾ 80
60			⁽⁷⁸⁾ 80	80	⁽⁸²⁾ 80	⁽⁷⁸⁾ 80	⁽⁷⁸⁾ 80	⁽⁷⁸⁾ 80	80	80
62				85	85	85	80	80	80	⁽⁸²⁾ 85
64				85	85	⁽⁸⁸⁾ 90	⁽⁸²⁾ 85	⁽⁸²⁾ 85	85	85
66				⁽⁸⁸⁾ 90	⁽⁸⁸⁾ 90	90	85	85	85	85
68				90	90	90	⁽⁸⁸⁾ 90	⁽⁸⁸⁾ 90	⁽⁸⁸⁾ 90	⁽⁸⁸⁾ 90

d_1	20	23	26	29	32	35	38
70	95	95	95	⁽⁸⁸⁾ 90	90	90	90
72	95	95	95	90	⁽⁹²⁾ 95	⁽⁹²⁾ 95	⁽⁹²⁾ 95
74	⁽⁹⁸⁾ 100	⁽⁹⁸⁾ 100	⁽⁹⁸⁾ 100	95	95	95	95
76	100	100	100	95	95	95	⁽⁹⁸⁾ 100
78		⁽¹⁰²⁾ 105	⁽¹⁰²⁾ 105	⁽⁹⁸⁾ 100	⁽⁹⁸⁾ 100	⁽⁹⁸⁾ 100	100
80		105	105	100	100	100	⁽¹⁰²⁾ 105
82		110	110	⁽¹⁰²⁾ 105	⁽¹⁰²⁾ 105	105	105
84		110	110	105	105	105	105
86		115	115	110	110	110	110
88		115	115	110	110	110	110
90		120	120	115	115	115	115
92		120	120	115	115	115	115
94			120	115	115	120	120
96			125	120	120	120	120
98			125	120	120	120	125
100			130	125	125	125	125
102			130	125	125	125	125
104			135	130	130	130	130
106				130	130	130	130
108				135	135	135	135
110				135	135	135	135
112				140	140	140	140
114				140	140	140	140
116					140	140	145
118					145	145	145
120					145	145	145
122						150	150
124						150	150
126						155	155
128						155	155
130							160
132							160
134							165
136							165

Długości nitów l są obliczone i zaokrąglone zgodnie z normą PNG—1107. Pozostałe uwagi, jak na tablicy PNG—1115.

Przedruk dozwolony tylko za zgodą Polskiego Komitetu Normalizacyjnego. Warszawa, Elektryczna 2. Copyright by P. K. N.