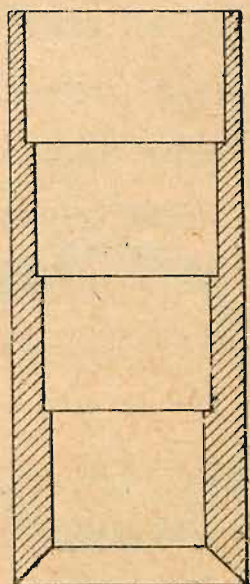


niedopuszczalne, gdyż ucisk warstw górnych może wywołać oderwanie się górnej części od dolnej. Jeżeli chcemy zmniejszyć ilość muru, wychodząc z założenia, że ucisk gruntu wzrasta wraz z głębokością, wobec czego dolne kręgi studni winny być najgrubsze, a w miarę posuwania się ku górze płaszcz studni może być coraz cieńszy, to przy murze ceglany zmniejszamy jego grubość ku górze uskokami, dając uskoki od środka.



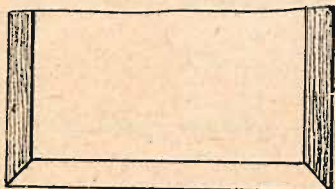
Studnie murowane łatwe są w wykonaniu, jednak mają kardynalną wadę, że są ciężkie, to też stosowanie ich w miejscowościach pokrytych wodą jest w znacznej mierze utrudnione.

3. Studnie drewniane.

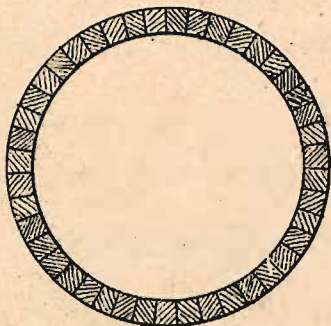
Najprostszym rodzajem studni drewnianej jest zwykła skrzynia, widoczna na rys. 181. Poziome ramy kwadratowe z brusów otoczone są zzewnątrz deskami. Tego rodzaju studnia nie wymaga nawet noża, gdyż zastępują go dolne końce desek. Nadaje się ten rodzaj tylko przy niewielkich głębokościach zapuszczania i bar-

dzo słabych gruntach.

Mocniejszy typ przedstawia studnia z pionowych



brusów. Może ona mieć kształt dowolny, jednak najbardziej pożądanym jest kształt kolisty, lub mający przynajmniej wydatnie zaokrąglone rogi.



Dla przedłużania studni stosujemy dwuteową belkę, odpowiednio wygiętą, którą zakładamy na równo obcięte końce brusów dolnej

części studni. Brusy górnej części wstawiamy w belkę z drugiej strony. Wygięcie takiej belki na miejscu



wymaga wielkiej wprawy kowala. Lepiej jest wykonać to odrazu na hucie. Można by w tym celu zamówić odlew żeliwny, byłby on jednak za ciężki. Prócz tego żelazo lane jest za mało sprężyste i kruche.

Następny typ studni drewnianej widzimy na rys. 179. Sześciokątny lub ośmiokątny płaszcz zewnętrzny, składa się z wieńców poziomych. Wieńce wykonane są z brusów. Narożniki rozparte są

tężnikami, które od środka mogą być opierzone pionowo deskami. Również, pionowo dla zmniejszenia oporu tarcia można oszalać studnię zzewnątrz. Słabe miejsce tej konstrukcji stanowią narożniki, w których końce tężników spotykają się z zaciosami, łączącymi brusy wieńców. Dla uniknięcia zbyt skomplikowanych połączeń lepiej jest końce tężników nieco odsunąć od narożników, albo też wzmocnić narożniki pionowymi brusami.

Rozpatrzone tu studnie drewniane łatwo się dają wykonać na miejscu budowy. Ich zaletą jest lekkość - w przeciwieństwie do ciężkich studzien murowanych. Lekkość ta bywa często ich wadą, gdyż przy zapuszczaniu musimy je dodatkowo obciążać.

4. Studnie drewniano - betonowe.

Konstrukcja, widoczna na rys. 179, przez wypełnienie betonem przestrzeni między płaszczem zewnętrznym a ścianką wewnętrzną zamieni się w studnię drewniano - betonową. W tym jednak wypadku płaszcz zewnętrzny może być lżejszy - nie potrzebuje być zrębem z brusów, lecz może przedstawiać tylko deskowanie, jak w formie dla betonu. Wewnętrzna ścianka pożądana

jest szczelna.

Inny rodzaj studni drewniano - betonowej widzimy na rys. 178, przedstawiającym dolną część studni. Szereg trójkątnych pionowych ram z brusów, połączony w dole nożem, w górze zaś poziomymi brusami, tworzy szkielet. Dwustronne odeskowanie tego szkieletu tworzy formę, zapełnioną betonem. Całość, od wnętrza studni wzmocniona poziomą ramą z brusów, rozparta jest częściowo rozporami, częściowo krzyżulcami. Kształt studnia ta ma prostokątny. Wyżej jest ona wykonana w betonie, o pionowej powierzchni zewnętrznej. W środku podłużne ściany rozparte są dwoma sklepieniami, na których opierają się dwie działkowe ściany poprzeczne.

Wreszcie studnię drewniano - betonową amerykańskiego typu widzimy na rys. 177. Studnia prostokątna składa się z czterech ścian zewnętrznych i jednej wewnętrznej, dzielącej ją wzdłuż na dwie komory. Nóż jej wykonany jest całkowicie z drzewa. Brusy, leżą w dwóch kierunkach podłużnym i poprzecznym, 15 - toma warstwami, rozszerzając się ku górze. Ściągnięte są one skośnemi grubemi śrubami. Taki sam nóż widzimy pod ścianą środkową. Ściany ponad nożem wykonane są z drzewa i betonu. Drewniane wieńce z brusów, ułożonych parami, otaczają

beton z dwóch stron: od wewnątrz od zewnątrz. Wpoprzek studni przechodzi sześć ścian działowych, wykonanych z parzystych brusów. Ściany te dzielą podłużne komory studni każdą na siedem części / W - na rysunku / będących szybami roboczymi. Z zewnątrz - opierzenie pionowe z desek.

Typ ten przedstawia konstrukcję potężną, na jaką może sobie pozwolić chyba tylko Ameryka. Uderza niezwykle rozrzutność w użyciu materiałów i znaczny koszt robocizny, związany z wykonaniem tak skomplikowanej konstrukcji drewnianej. Pewne uzasadnienie tej rozrzutności znajdujemy w tem, że studnie tego typu zapuszczano na głębokość do 67 metrów.

Co do konstrukcji tak czysto drewnianych, jak i drewniano - betonowych studzien należy zaznaczyć, że od sposobu wykonania zewnętrznego płaszcza zależy możliwość nadania im tych czy innych kształtów. Jeżeli użyjemy do wykonania płaszcza brusów pionowych, to możemy studni nadać kształt dowolny. Przy zrębowym sposobie t.j. przy brusach poziomych studnia musi mieć narożniki. Najłatwiejsze w wykonaniu są narożniki prostokątne, przedstawiają one jednak największy opór przy zapuszczaniu. Im kąt jest bardziej rozwarty

tem mniejszą narożniki stanowią przeszkodę, tem jednak trudniejsze jest ich wykonanie.

Dla ogólnej charakterystyki studzien drewniano - betonowych zaznaczymy, że jest to rodzaj, mający wiele stron dodatnich. Łatwość wykonania z niedrogich materiałów, szybkość wykonania i sprężystość cechują te studnie. Wielką zaś ich zaletą jest możliwość regulowania obciążenia w miarę potrzeby przez zapełnianie ścian betonem, co przy zapuszczaniu gra pierwszorzędną rolę. Zalety tej nie posiada już rodzaj, przedstawiony na rys. 178, bowiem tu tylko nóż jest drewniano - betonowy, wyżej zaś mamy już beton bez drzewa.

5. Studnie betonowe.

Zalet studzien drewniano - betonowych pozbawione są studnie czysto betonowe, chociaż do ich wykonania potrzebne są te same materiały: drzewo i beton. Tylko tu drzewo nie stanowi części konstrukcyjnej - służy ono wyłącznie do wykonania form, nadających kształt betonowi. Studnie betonowe są ciężkie. Pod względem sprężystości przewyższają znacznie studnie murowane, lecz ustępują drewniano - betonowym w jeszcze więk-

szym stopniu.

Wykonanie i zapuszczanie ich jest powolne: jedno zależy od drugiego. Zazwyczaj nie możemy od razu wykonać całej studni, gdyż przy znacznej wysokości byłoby trudno jednorazowo ją wykonać. Dzielimy ją więc na szereg kręgów, które nadbudowujemy w miarę zapuszczania. Zapuszczanie zaś musimy przerywać na czas wykonania każdego kręgu. Trzeba bowiem dać stężeć betonowi / minimum 8 - 10 dni /, a po jego stężeniu zdjąć drewnianą formę. W czasie zapuszczania przerywamy znów wykonanie, aż do opuszczenia się studni na głębokość, równą wysokości kręgu ostatnio wykonanego. Postępując tak naprzemian, prowadzimy: to nadbudowę studni, to jej zapuszczanie. Nie mamy jednak możliwości regulowania obciążenia studni ilością betonu, jak to ma miejsce ze studniami drewniano - betonowymi, gdyż beton stanowi tu zasadniczą część konstrukcyjną.

Zalety betonu wszakże występują przy wykonaniu studzien betonowych w całej pełni. Do nich należy łatwość wykonania z materiałów, które w przeważającej ilości można znaleźć na miejscu, trwałość, znaczna sprężystość, wytrzymałość większa od muru,

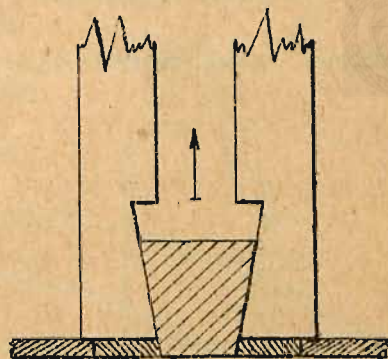
wreszcie dowolność kształtów, jakie możemy nadać studni, dzięki plastyczności betonu.

Przykład studni betonowej widzimy na rysunku 175. Kształt jej odpowiada w zupełności rzutowi poziomemu filara, dla posadowienia którego jest przeznaczona. Dla wzmocnienia podłużnych ścian ma ona dwie ścianki poprzeczne, zgrubione na połączeniach z podłużnymi.

Do wykonania betonowej studni potrzebne są dwa rodzaje form, odpowiadających projektowanemu kształtowi studni. Jedne formy obejmują ją zzewnątrz, drugie zaś wypełniają wewnątrz. / rys. 174 /. Zewnętrzne formy składają się z pionowego deskowania, przybitego do rusztowania z brusów. Rusztowanie to buduje się z pionowych słupów, na których się całość opiera i z poziomych żeber, utrzymujących deskowanie. Zewnętrzne formy zdejmują się z łatwością po stężeniu betonu. Wewnętrzne w zasadzie mają skład identyczny, gdybyśmy je jednak tak samo wykonali jak zewnętrzne, to po stężeniu betonu nie moglibyśmy ich usunąć inaczej, jak przecinając część brusów, stanowiących rusztowanie. Ponieważ jednak formy, jeśli nie w całości materjału, to przynajmniej w przeważającej jego części powinny być kilkakrotnie użyte, konstrukcję ich nale-

ży tak obmyśleć, by je można było usunąć z wnętrza studni bez niszczenia części składowych. W tym celu dzielimy je na pewną ilość niezależnych części, które rozpieramy klinami. Na rys. 174 kliny te uwidocznione są między poszczególnymi formami w osi studni. Jednak poziome części rusztowania z brusów, stanowiące żebrowanie dla deskowania formy, muszą być ze sobą połączone pionowymi brusami - słupami. Połączenie, wskazane na rys. 174 jest wadliwie wykonane, bowiem brus, wciosany w dwie sąsiednie formy ani sam nie może być usunięty, ani nie pozwoli ruszyć form. Połączenie to powinno wyglądać tak,

jak wskazuje rysunek obok: pionowy brus, o przekroju trapezowym, stanowi część deskowania formy, z którym licuje swoim węższym bokiem. Połączone z nim poziome brusy żebrowania mają

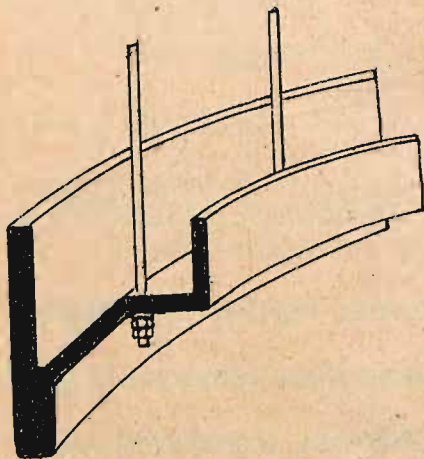


odpowiednie do jego przekroju skośne wycięcia, wyrobione z zapasem. W taki sposób brus ten stanowi klin, który rozpiera sąsiednie formy. Gdy po zabetonowaniu studni chcemy formy zwolnić, wybijamy brus w kierunku wskazanym strzałką na rysunku, a następnie usuwamy z

Łatwość formy.

W zależności od wymiarów studni formy przedstawiają mniej lub więcej poważne konstrukcje. W każdym jednak razie znacznie podnoszą jej koszt. Jeżeli studnia ku dołowi się nie rozszerza, to formy mogą być kilkakrotnie użyte. Jeżeli zaś studnia ma kształt stożkowaty, formy, zdjęte z zabetonowanego kręgu, należy przerobić, by mogły być użyte dla następnego kręgu. W pierwszym wypadku mamy stratę czasu na rozbiorce i ponownej zbiorce form, w drugim wypadku tracimy czas dodatkowo na przerabianie ich.

To też wykonawcy wolą mieć do czynienia ze studniami o ścianach pionowych.



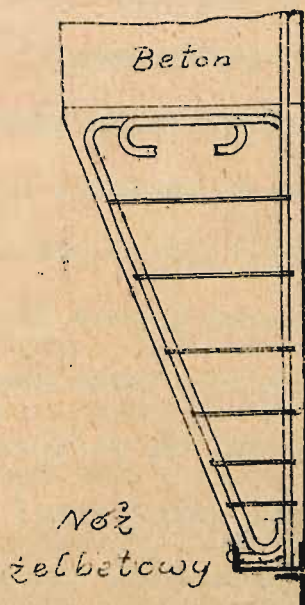
Pewną trudność przy studniach betonowych przedstawia wykonanie noża. Bywa on żelazny znitowany z blach płaskich i kształtowników, podobnie do noży opisanych poprzednio dla studzien murowanych. Bywa też z odle-

wów żelaznych, łączonych na śruby, w rodzaju tego, którego wycinek widzimy na rysunku obok. Od noża po-

przez całą wysokość ścian studni przechodzą pionowe pręty zupełnie tak samo, jak w studniach murowanych.

6 . Studnie żelazobetonowe.

Trudności, związane z wykonaniem noża dla studzien betonowych, a wynikające z dążenia, by nóż był możliwie wysoki / w przekroju poprzecznym / co ogromnie ułatwia zapuszczanie, wywołały stosowanie nożów żelazobetonowych, w których tylko ostrze składa się z kształtowników i blach reszta zaś z żelazobetonu. Dalszy rozwój tego rodzaju studzien polegał na zastosowaniu żelazobetonu do wykonania całej studni, co w znacznym stopniu zmniejszało ilość betonu, a zwiększało w pewnej mierze ilość żelaza. Bowiem pręty pionowe, przepuszczone przez całą wysokość ścian studni betonowej, zastąpione zostały przez normalne uzbrojenie.



Na rysunku 180 widzimy na przekroju przykład płaszcza studni żelazobetonowej, a obok w większej podziałce przekrój noża.

Ostrze jego składa się z blachy żelaznej, tworzącej zewnętrzną opaskę, i z kątownika, na którym opiera się płaszcz. Lepszy byłby tu ceownik, odwrócony korytem do góry.

Cała studnia ma dwie siatki uzbrojenia: zewnętrzną i wewnętrzną. Prócz tego szereg prętów, zakotwionych w betonie dolnej części płaszcza, łączy go z żelaznem ostrzem roznitowanymi końcami.

Uzbrojenie płaszcza składa się z dwóch siatek prętów poziomych i pionowych. Pionowe pręty łączą poszczególne kręgi w jedną całość, przeciwdziałają siłom rozrywającym studnię i służą jako pręty rozdzielcze dla uzbrojenia poziomego. Poziome pręty przejmują rozciągające naprężenia, które powstać mogą dzięki zmniejszeniu grubości płaszcza - w porównaniu z grubością płaszcza betonowego. Dolna dziesiąta część wysokości studni ma poszerzenie ku dołowi, przy skosie powierzchni zewnętrznej 1 : 9. Wyżej studnia ma obiedwie powierzchnie, zewnętrzną i wewnętrzną, pionowe. Dzięki takiemu układowi płaszcz otrzymał zgrubienie w nożu i bezpośrednio nad nim. Z góry studnia zamknięta jest płytą żelazobetonową.

W porównaniu ze studniami betonowymi, żelazobe-

tonowe są znacznie lżejsze, co stanowi z jednej strony ich zaletę, z drugiej jednak bywa wadą. Dzięki swej lekkości wymagają one obciążenia, co niejednokrotnie wpływa ujemnie na świeżo zabetonowaną górną ich część. Żelazobeton zato jest mocniejszy, pewniejszy i bardziej sprężysty od betonu.

Pozatem żelazobetonowe studnie odznaczają się takimi samymi wadami, jakie cechują studnie betonowe: wymagają skomplikowanych, może tylko nieco lżejszych form do betonowania płaszcza, co podnosi koszt wykonania, samo zaś wykonanie odbywa się etapami, w przerwach zaś idzie zapuszczanie, jak w studniach betonowych.

7. Studnie metalowe.

Gdy jeszcze żelazo walcowane nie było w tak powszechnem użyciu, jak obecnie, budowano studnie z żelaza lanego. Kolisty płaszcz ich składał się z bębnow, nakładanych jeden na drugi. Każdy bęben składał się z kilku odcinków. Odcinek miał wzdłuż obwodu kołnierz / rys. 182/ wzmocniony wspornikami i zaopatrzony w szereg otworów. Odcinki i bębny łączono na śruby, wstawiane do powyższych otworów w kołnierzach. Nitów nie używano, bowiem żelaza lanego na nie łączyć nie

należy. Wnęki odcinków zapełniono betonem. Ilość żelaza w nich była znaczna, co wpływało na zwiększenie wagi przy małym koszcie jednostkowym. Wadą ich jest pękanie od mrozów i od gorąca, co prawdopodobnie powstaje dzięki nierównomiernemu nagrzewaniu się żelaza i, wypełniającego kręgi, betonu.

Obecnie do studzien metalowych stosowane bywa prawie wyłącznie żelazo walcowane, wytrzymałsze od lane-
go, choć droższe.

Podobnie jak w skrzyniach bez dna kolisty płaszczych składa się z blach żelaznych, łączonych na nity / rys. 187 - b /. Grubość blachy waha się od 5 do 7 mm. Ponieważ płaszczy, składający się z samych blach, byłby za mało sztywny, i podlegałby przy znaczniejszych wysokościach wyboczeniu, a pod wpływem bocznego parcia gruntu mógłby otrzymywać przekrój eliptyczny, miast kolistego, należy go usztywniać w dwóch kierunkach - poziomym i pionowym. Poziome usztywnienia wykonane bywają jako pierścienie z kątowników, przynitowane do płaszcza / rys. 186, 187 - c /. Pionowo usztywniają płaszczy przynitowane do niego żeberka również z kątowników / rys. 186 i 187 - b /. Blachy tworzą poszczególne kręgi, wzmocnione u dolnego i

górnego brzegów kątownikami, które zarazem służą do łączenia sąsiednich kręgów. / rys. 186 i 187 - a /. W przeciwieństwie do skrzyni bez dna styku takiego nie uszczelniamy. Nóż składa się z pierścienia, przynitowanego zzewnątrz płaszcza, i z wewnętrznego usztynniającego kątownika / rys. 184 /.

Na rysunku 185 widzimy przykład filara mostowego, wykonanego całkowicie z dwóch studzien żelaznych omawianego typu. Obie studnie mają ponad dnem odsadzki, nad wodą połączone są poziomym cylindrem a od strony góry rzeki posiadają izbicę. Drugi przykład takiego filara przedstawia rysunek 183. Każda z dwóch studzien tego filara składa się z trzech walców o różnych średnicach. Dolny ma średnicę największą, górny zaś najmniejszą. Przejścia od średnicy większej do mniejszej mają kształt stożkowaty. Połączenie dwóch słupów, z których się tym sposobem składa filar, wykonano z dwóch poziomych cylindrów, rozpartych przynitowanym do nich krzyżulcem.

Studnie z żelaza walcowanego są lekkie, wytrzymałe, lecz w miarę zapuszczania w grunt często potrzebują obciążania. Ta ich właściwość naprowadziła na myśl żeby dawać im płaszcz dwuścienny, wypełnia-

jąc betonem przestrzeń między ścianami. Powstał tedy rodzaj studzien analogicznych do drewniano - betonowych, z tą różnicą, że zamiast zewnętrznych ścian drewnianych mamy żelazne.

Na rys. 188 widzimy przykład tego rodzaju studni. Jest to studnia typu australijskiego. Kształt przedstawia prostokąt, zakończony dwoma półkolami. Studnia ma trzy okrągłe szyby robocze i zewnętrzny płaszcz, wykonane z blachy. Między szybami a zewnętrznym płaszczem widzimy szereg pionowych dźwigarów - kratownic z kształtowników. Kratownice te, przynitowane tak do szybów jak do płaszcza, rozchodzą się radialnie w koło szybów. Sąsiednie szyby połączono również kratownicami. Prócz tego i płaszcz i szyby usztywnione są na stykach poszczególnych kręgów poziomymi kątownikami według typu, pokazanego na rys. 187 - a. Kratownice służą jako połączenie szybów z płaszczem i jako konstrukcja usztywniająca. Nóż zewnętrznego obwodu składa się z przynitowanego od zewnątrz pierścienia z grubej blachy. Na noże ścian środkowych składają się zbiegające się u dołu dwie blachy szybów z wkładką płaską.

Studnia ta po zmontowaniu jej dolnej części na brze-

gu została splawiona do miejsca przeznaczenia i tam zatopiona przez zapełnienie betonem przestrzeni między płaszczem a szybami.

Studnie tego typu mają ogromne zalety: wielką sztywność i wytrzymałość taką, że nie obawiają się nawet robót wybuchowych pod niemi. Prócz tego mają te same zalety co studnie drewniane - betonowe.

Inż. Olszewski budował podobnego typu studnie na Amu - Darji z tą różnicą, że stosował blachę tylko dla płaszcza zewnętrznego, a resztę zapełniał murem z kamienia łamanego, dawało to doskonałe wyniki.

8. Zapuszczanie studzien.

Stosowanie tego lub innego typu studzien zależy przede wszystkim od warunków gruntowych, poziomu wody i ciężaru budowli, która na studni ma stanąć. W gruntach bezwodnych ani drewniane ani drewniano - betonowe nie powinny być stosowane, bowiem drzewo szybko ulega zmurszeniu.

Im grunt jest bardziej jednolity i słaby tem lżejsza może być studnia. Cięższe studnie stosujemy gdy musimy przebić choćby cienkie ale zwężlejsze uwarstwienia.

Jako zasadę należy przyjąć bardzo staranne zbada-