

gu została spławiona 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 stać. 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 zwięzlejsze uwarstwienia.

Jako zasadę należy przyjąć bardzo staranne zbada-

nie wierceniem pokładów gruntu, które studnia ma przeniknąć, jak również stan pokładu macierzystego, na którym ma ona stanąć: czy jest równy, czy też ma nierówności, czy jest poziomy, czy też pochyły.

Na zapuszczanie studzien składają się dwie zasadnicze czynności: budowa studni i usuwanie z jej wnętrza gruntu.

W miejscowości niepokrytej wodą, wykonujemy studnię na miejscu. Po wyrównaniu powierzchni gruntu układamy na nim nóż, a na nożu budujemy płaszcz studni. Ponieważ studnie budujemy przeważnie dla znacznych głębokości, to zazwyczaj nie udaje się wykonać od razu całej studni przed zapuszczaniem. Stoi temu na przeszkodzie z jednej strony ciężar studni, który mógłby wywołać zbyt szybkie opuszczanie się jej, z drugiej zaś strony ta okoliczność, że grunt musimy usuwać z wnętrza studni przez jej górny wylot. W tym celu otaczamy ją rusztowaniem, które musi sięgać ponad wylot, gdyż z tego rusztowania opuszczamy do szynów studni przyrządy, służące do wydobycia gruntu. To też zazwyczaj dla zmniejszenia wysokości rusztowań, a tem samem i nieprodukcyjnej wysokości podnoszenia, gruntu, wykonujemy studnię odcinkami czyli kręgami,

nadbudowując je w miarę zapuszczania. W betonowych i żelazobetonowych studniach wysokość kręgów odpowiada wysokości deskowania jednorazowo betonowanego odcinka / mniej więcej 3 - 5 metrów /, dla studzien żelaznych wynika wysokość kręgu z szerokości blach, użytych do wykonania płaszcza. W drewnianych i drewniano - betonowych, mających płaszcz z pionowych brusów lub desek, wielkość kręgu ograniczona jest ich długością. Wyjątek stanowią studnie murowane, które mogą być nadbudowywane stale w miarę zapuszczania, z tem zastrzeżeniem, by zawsze pewna część studni wznosiła się nad poziomem ziemi. Nie należy bowiem narażać świeżego muru na działanie parcia gruntu.

Jeżeli miejscowość, w której studnia ma stać, pokryta jest wodą, to budowę dolnej części studni - o wysokości nieco większej od głębokości wody - wykonujemy na brzegu, lub też na galarze, poczem splewiamy i holujemy ją do miejsca przeznaczenia. Możemy też wykonać studnię na miejscu na pomoście który zawieszamy na mocnem rusztowaniu, poczem studnie przy pomocy ściągaczy o których już była mowa, podnosimy, pomost usuwamy, a studnię opuszczamy na dno / rys. 190 /.

Holowanie studni widzimy na rys. 191. Studnia ta za-

wieszona jest na rusztowaniu, zbudowanym na dwóch statkach, przyczem w samym dole szybu studni widzimy odwrotne sklepienie wykonane z brusów. Dzięki pęcznieniu drzewa w wodzie sklepienie takie jest dostatecznie wodoszczelne. Wypór wody zmniejsza ciężar studni, podtrzymywany przez statki. Zamiast dna z brusów możemy wykonać dno żelazo - betonowe. Po przyholowaniu na miejsce przeznaczenia dno wybijamy, a studnia pozbawiona działania wyporu opuszcza się na dno rzeki. Inny sposób holowania lekkich studzien żelaznych, stosowany w Anglii, widzimy na rys. 193.

Po postawieniu studni na dnie nadbudowujemy ją tak samo, jak to było opisane dla robót w miejscowościach niepokrytych wodą.

W niektórych wypadkach, gdy głębokość wody jest nieznaczna, usypujemy na dnie sztuczną wyspę i na niej budujemy studnię, wykonując roboty tak samo zupełnie jak na lądzie. Stosowanie sztucznej wyspy możliwe jest tylko tam, gdzie prąd nie grozi rozmyciem.

Z powyższego widzimy że już warunki miejscowości, na której studnia ma stanąć, ograniczają w pewnym stopniu rodzaje studzien, dający się zastosować. A więc dla fundamentowania podwodnego nie nadają się

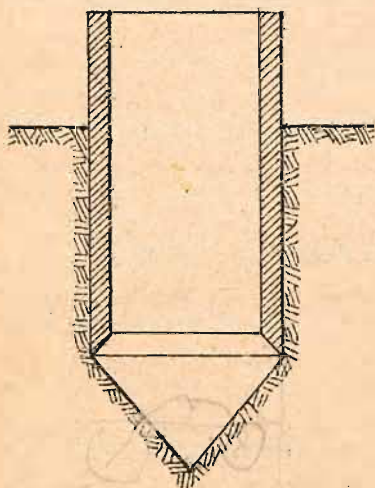
studnie murowane i betonowe, jako zbyt ciężkie. Najodpowiedniejsze będą żelazobetonowe i żelazne, jedno i dwuścienne. Dla gruntów bezwodnych, natomiast, nie nadają się studnie drewniane i drewniano - betonowe, bowiem w nich drzewo łatwo murszeje.

Sposób usuwania gruntu z wnętrza studni zależy od tego, czy zapuszczamy ją na sucho, czy też przez warstwy wodonośne.

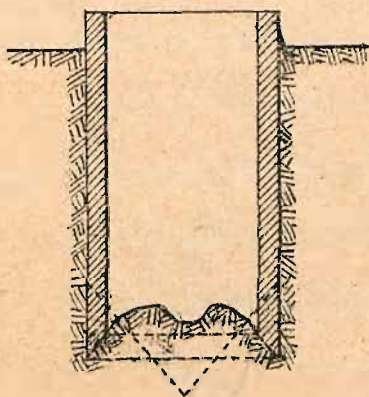
W pierwszym wypadku, który naogół zdarza się rzadko i to przeważnie na lądzie, do wnętrza studni wpuszczamy kopaczy, którzy wybierają grunt i ładują go do kadzi lub innych urządzeń, przeznaczonych do usuwania gruntu ze studni. Gdy te zostały załadowane, ręczna lub silnikowa dźwigarka wyciąga je na górę do poziomu rusztowania. Tu grunt zostaje wyładowany i odwieziony w odwał.

W miarę wybierania gruntu z wnętrza studni oraz z pod jej noża, studnia, tracąc dółem oparcie, trzyma się tylko tarcie zewnętrznej powierzchni o grunt. Gdy tarcie to staje się niedostateczne dla utrzymania ciężaru studni, osuwa się ona ku dołowi, ścinając nożem grunt z boków wykopu i spychając go ku środkowi. Proces ten schematycznie przedstawiony, widzimy na

rysunkach obok. Rysunek pierwszy przedstawia w prze-



kroju studnię, z której wnętrza wybierano grunt dopóty, aż się utworzyło poniżej poziomu noża wgłębienie stożkowate powstałe dzięki osuwaniu się gruntu ku środkowi. Na drugim rysunku studnia opuściła się w dół, a nóż ściał z boków wgłębienia grunt i wyparł go ku środkowi szybu, tworząc z niej nieforemny wzgórek. Linja przerywana wskazuje poprzednie położenie gruntu.



Tak jednak zachowuje się tylko grunt suchy i sypki. Grunty zwięźlejsze, niesypkie, zlepione domieszką gliny, wymagają wybierania nie tylko ze środka przestrzeni, ujętej szymbem, ale również z pod samego noża studni, przedstawiają bowiem zbyt znaczny opór, którego ciężar studni nie jest w stanie pokonać.

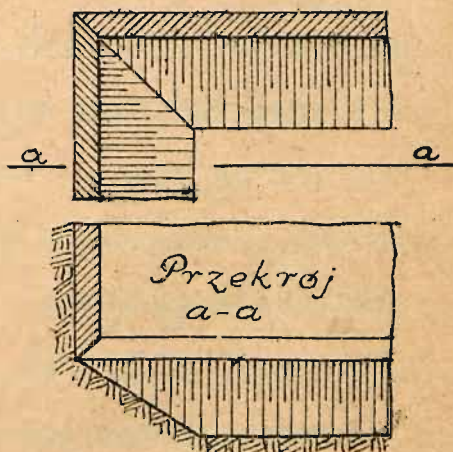
Grunty pośrednie częściowo osuwają się same ku środkowi szybu, częściowo zaś wymagają wybierania z

pod ostrza noża.

Ta pobieżna analiza przebiegu zapuszczania studzien pozwala nam zrozumieć, dlaczego narożniki w nich są niepożądane i stają się przeszkodą przy zapuszczaniu. Jeżeli mamy studnię o kształcie kolistym, to grunt sypki ma do przewyciężenia jednakowy opór i zesuwa się do środka szybu równomiernie z pod całego obwodu noża. Jeżeli studnia ma przekrój eliptyczny, to grunt z pod dłuższych boków elipsy osuwa się łatwiej, niż z pod krótszych, przy których następuje pewne stłoczenie się jego, zrozumiałe, jeżeli porównamy odcinki obwodu z odpowiadającymi im wycinkami przekroju szybu. Przy narożnikach to stłoczenie się wzrasta. Jak widzimy z rysun-

ku obok, na którym przedstawiony jest taki narożnik, zbocze gruntu tworzące się w szybie, dzięki osuwaniu się ziemi, mniejsze jest przy narożniku. Powstaje to stąd, że ziemia, osypująca się w tem miejscu z

pod jednej ściany płaszcza, spotyka się z ziemią mającą kierunek stoku prostopadły do niej z pod dru-



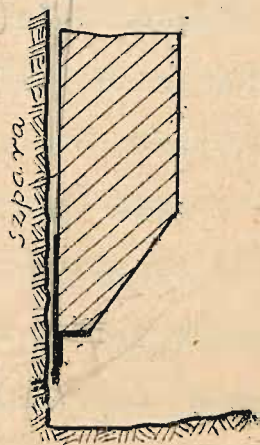
giej ściany narożnika.

Przy gruntach niesypkich, wybieranie ich przy zamianach jest utrudnione ze względu na brak dostępu do wierzchołka narożnika. Przyczyny powyższe sprawiają, że studnia najczęściej opiera się narożnikami na gruncie, a ściany albo zwisają, niepodparte wcale gruntem, albo też podparte są znacznie słabiej, a to dlatego, że z pod nich grunt daje się łatwiej wybrać.

Prócz tego działa tu jeszcze zwiększone przy narożnikach parcie gruntu na płaszc studni. Jeżeli grunt jest sypki, to osypuje się on nie tylko z pod noża, ale i z poza niego, a osypuje się łatwiej wzdłuż ścian, niż przy narożnikach, z przyczyn omówionych wyżej. To też przy opuszczaniu się studni opór jest mniejszy w miejscach, gdzie poza płaszczem grunt został zruszony, niż tam, gdzie grunt zruszeniu nie uległ. Tam bowiem płaszc przy ruchu w dół ociera się bezpośrednio o cząsteczki gruntu, gdy tu przylegające do płaszcza cząsteczki rozluźnionego gruntu przetaczają się w dół, wraz z nim, zmniejszając tem opór tarcia.

Jeżeli grunt jest niesypki i musi być wybierany ludzkimi rękami z pod noża, to w miejscach, gdzie dostęp doń jest łatwy, ręce te, uzbrojone w odpowied-

nie narzędzia, sięgną zawsze nieco poza zewnętrzną krawędź noża, tworząc choćby nieznaczną szparę między gruntem a płaszczem. Szpara ta zapełni się wprawdzie, ale już gruntem zruszonym i spulchnionym. W miejscach zaś, gdzie dostęp do noża jest trudny, czyli właśnie przy narożnikach, nie tylko nie można liczyć na utworzenie takiej szpary, lecz raczej należy przewidywać, że grunt nie zostanie całkowicie wybrany. Nóż wprawdzie zetnie te pozostałości, lecz z braku szpary płaszcz będzie przylegał do niezruszonego gruntu.



Jako wynik powstaje większy opór tarcia tam, gdzie grunt przylega ściślej do płaszcza studni i gdzie poza płaszczem nie został on spulchniony, czyli przy narożnikach.

W czasie zapuszczania studzien w gruntach suchych należy być zawsze przygotowanym na to, że się natrafi na gniazdo, czy żyłę wodną, które mogą studnię zalać. Winniśmy też mieć zawsze w pogotowiu pompę.

Jeżeli studnia natrafiła na grunt wodonośny, to możliwe są dwie alternatywy. Albo uda się wodę o

tyle w studni obniżyć, że ludzie w niej będą mogli pracować. Wtedy usuwanie gruntu prowadzimy nadal w tak sam sposób, jak w gruntach suchych. Wydajność pracy wprowadzie się zmniejszy, gdyż ładowanie do ka-
dzi gruntu nasyconego wodą jest trudniejsze i powol-
niejsze.

Jeśli zaś wody usunąć się nie da, i ona częś-
ciowo lub całkowicie zatopi studnię, musimy przejść
do innego sposobu usuwania gruntu. Sposób ten, sto-
sowany powszechnie przy studniach, które zapuszcza-
my w miejscowościach, zalanych wodą, polega na ba-
growaniu podwodnem.

Najprostszem narzędziem do bagrowania podwodnego
jest koszyk. / rys. 194 /. Jest to worek skórzany,
umocowany do obręczy żelaznej, która z kolei umoco-
wana jest jednym bokiem do zaostrzonego drąga. Cały
przyrząd opuszczamy do studni, wbijamy w grunt os-
trzem drąga i przez obracanie go koło osi zagrzebu-
jemy grunt obręczą. Gdy worek w ten sposób napełni
się, cały przyrząd wyciągamy i opróżniamy. Już sam
przebieg pracy wskazuje, jak powolnie postępuje ona
przy zastosowaniu tego przyrządu. Ponieważ operowa-
nie drągiem o bardzo znacznej długości byłoby nazbyt

utrudnione, stosowanie koszyka ogranicza się do niezbyt wielkich głębokości / 5 - 6 metrów /. Koszyk wymaga obsługi 3 - ch ludzi.

Lepsze wyniki daje t.zw. indyjska łopata. / rys. 195 - a - b - c /. W dole żerdzi znajduje się, umocowany na zawiasach, przyrząd z blachy żelaznej, przypominający szufłę. Dno szufli jest wklęsłe, boki zaś proste łączą się z kabłąkiem, do którego na kółku zaczepiony jest sznur. Nad zawiasami łopaty widzimy umocowany do żerdzi na zawiasach hak. Do końca haka uwiązana jest linka. Łopatę do studni opuszczamy ostrzem nadół i wbijamy w grunt naciskając żerdzią. By łopatę utrzymać w tem położeniu, zakładamy hak w otwór przy kabłąku / rys. 195 - a /. Gdy łopata pogrąży się dostatecznie w grunt, pociągamy linkę, połączoną z hakiem, który wyskakuje wtedy z otworu, co pozwala łopacie obrócić się na zawiasach. Pod dalszym uciskiem żerdzi łopata przechodzi w położenie poziome / rys. 195 - c /, przy czem zagrzebuje się całkowicie w gruncie. Tak zapełnioną łopatę podnosimy, ciągnąc jednocześnie za żerdź i sznur, umocowany do kabłąka. Obsługa - 4 ludzi.

Inny typ bagrownicy widzimy na rysunku 197. W stanie zamkniętym ma ona kształt półkuli, podzielonej na cztery ćwiartki. Każda ćwiartka obraca się niezależnie na zawiasach, umocowanych do żerdzi, która się znajduje nad środkiem przyrządu. Każdą ćwiartkę z żerdzią łączą dwa rodzaje prętów: jedne z nich przegubowo łączą się z nieruchomymi zawiasami żerdzi, drugie zaś również przegubowo z obręczką, która może się wzdłuż żerdzi posuwać. Do obręczki umocowane są linki, idące wzdłuż żerdzi do góry. Przez pociągnięcie linek, podnosimy obręczkę, która pociąga za sobą pręty. Ruch ten rozwiera ćwiartki bagrownicy / prawa część rysunku linjami kropkowanymi /. W tem położeniu wbijamy bagrownicę w grunt, poczem linki zwalniamy a pociągamy za żerdź. Cwiartki się zwierają, zagarniając grunt. W tym stanie wyciągamy je do góry, ciągnąc tylko za żerdź.

Wszystkie opisane tu przyrządy wprowadzamy w ruch ręcznie. Do opuszczania i podnoszenia ich stosujemy krążki i dźwigarki ręczne. W działaniu jednak są one powolne i mało wydajne.

Lepsze wyniki dają bagrownice o napędzie mechanicznym. Do nich należy bagrownica uchwytowa. Składa

się ona z dwóch połówek, mających kształt dwóch wielkich czeluści cylindrycznych, zwierających się dołem ostrzami. Dla lepszego wgłębienia się w grunt ostrza ich niekiedy mają jeszcze dodatkowe zęby. Zasada działania jest identyczna z działaniem bagrownicy ręcznej, pokazanej na rys. 197, z tą różnicą, że zamiast czterech ćwiartek półkuli mamy dwie ćwiartki poziomego cylindra. Przebieg pracy polega na opuszczaniu uchwyty w głąb studni, zanurzaniu go w gruncie i podnoszeniu do góry. Dzięki zawieszeniu uchwyty na linach lub łańcuchach zanurzanie w gruncie odbywa się tylko dzięki sile ciężkości.

Pracę ciągłą daje bagrownica łańcuchowa / rys. 196 /. Zawieszoną na rusztowaniu przy pomocy krążka możemy ją opuszczać lub podnosić w miarę potrzeby przy pomocy ręcznej dźwigarki. Sam przyrząd składa się z dwóch wałów osadzonych na wspólnej ramie. Przerzucony przez te wały łańcuch bez końca ma na sobie szereg kubłów, osadzonych na nim otworami w jednym kierunku. Bagrownicę opuszczamy do studni i przez napęd górnego koła wprowadzamy w ruch. Kubły, poruszając się wraz z łańcuchem, opuszczają się otworami w dół, obchodząc dolny wał, zagrzebują grunt

i skierowują się do góry, mniej lub więcej napełnione gruntem. Po przejściu przez górny wał wylewają swoją zawartość do koryta odpływowego, niepokazanego na rysunku. Zaletą tego rodzaju bagrownic jest ciągłość działania, wadą - znaczny ciężar oraz to, że mogą one wybierać grunt tylko ze środka studni. Z pod noża usuwać gruntu przy ich pomocy nie można.

Bardzo dobrym przyrządem jest eżektor / rys. 198 / Rurę o średnicy około 12 cm., i o zwężonym nieco dolnym końcu opuszczamy do studni. W odległości dwóch średnic od dolnego końca rury, wchodzi w nią z boku zakrzywiona ku górze druga rura o średnicy 3 cm. Przez tę drugą rurę wpędzamy do pierwszej powietrze, sprężone do 6 atm. Powietrze wraz z wodą tworzy rodzaj emulsji, której ciężar własny jest mniejszy od wody. Dzięki temu oraz dzięki kierunkowi wylotu rury powietrznej, woda otrzymuje ruch ku górze, pociągając za sobą ze studni przez dolny otwór rury cząsteczki gruntu.

Wysokość podnoszenia gruntu tym przyrządem jest o 60% większa od głębokości wody w studni. Przyrząd ten wymaga mało obsługi, jest bardzo poręczny i ma tę zaletę, że można nim wybierać grunt z całej powierz-

chni szybu studni. Ma jednak tę wadę, że jest nader kapryśny, i nadaje się tylko dla usuwania piasku. Przy nieznacznej już zawartości mułu lub gliny przestaje działać i żadne spulchnienie gruntu nie pomaga.

Opisane tu bagrownice mechaniczne nadają się również do usuwania gruntu ze studzien, nie zalanych wodą.

9. Stosowanie studzien.

Zasadniczo stosowanie studzien pożądane jest tylko w gruntach słabych. Jeżeli grunty takie poprzdzielane są warstwami gruntów zwartych, to studzien stosować nie należy. Szczególnie niebezpieczne są warstwy gliny i gruntów lepkich. Dla przebicia warstwy gliniastej potrzebne jest dodatkowe obciążanie studzien, które jest zawsze niepożądane. Wprawdzie ciężkiego typu studnia, murowana lub betonowa, rzadziej potrzebuje obciążania, bywa zato narażona na rozerwanie, jeżeli dolna jej część natrafi na grunt, przedstawiający mały opór, a górna zaciśnięta zostanie przez grunt lepki. Dla przeciwdziałania niebezpieczeństwu rozerwania zaopatrujemy płaszcz studni w pręty - ściągacze, a zewnętrzną powierzchnię jak najbardziej wygładzamy, przy murowanych studniach -

tynkujemy, dla zmniejszenia oporu tarcia.

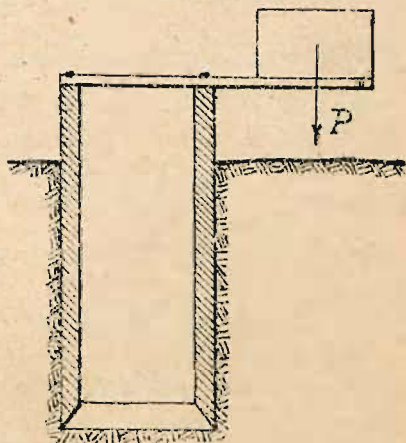
Obciążanie studzien dlatego jest niepożądane, że wywiera ono bezpośredni ucisk na górne warstwy studni, świeżo wykonane, a więc przy studniach betonowych lub żelazobetonowych niezupełnie stwardniałe. W studniach żelaznych, dzięki wiotkości ich ścian, obciążanie może wywołać odkształcenia. Poza tem przy obciążaniu studzien odkształceniom ulegają noże, które pod działaniem obciążenia wyginają się do środka.

Pomimo, że się studnie naogół dla gruntów zwartych nie nadają, względy ekonomiczne wpływają na stosowanie ich w gruntach wprawdzie słabych, lecz poprzdzielanych cienkimi warstwami gruntów zwartych i lepkich, Wtedy omówione wyżej niebezpieczeństwa występują w całej pełni.

W gruntach sypkich i ruchomych pogrążają się studnie najłatwiej, nie potrzebując obciążenia, Czasami zagłębiają się tak szybko, że je trzeba wstrzymywać, by przy nazbyt szybkim pogrążaniu nie uległy skrzywieniu.

Naogół można powiedzieć, że przy zapuszczeniu każda studnia zachowuje się indywidualnie, w zależności

od materiału, z jakiego jest wykonana i od kształtu. Najłatwiej idą studnie okrągłe, najmniej też zdarza się z nimi niespodzianek. Już eliptyczne dają mniejszą równomierność, muszą być regulowane bagrowaniem. Jeżeli to nie pomaga, nadbudowujemy je jednostronnie, a przy studniach drewniano - betonowych i żelaznych dwuściennych, zapełniamy je jednostronnie betonem. Gdy i te zarządzenia zawiodą, umocowujemy do wieszarów pomost, występujący jednostronnie poza studnię i obciążamy go ciężarem P . Stosujemy ten sposób również w tych wypadkach, gdy studnia natrafi na pokład gruntu o uwarstwieniu pochyłym i przechylił się w jedną stronę. Zdarza się też, że studnia



przechyliła się, gdy natrafi na warstwę wodonośną, a woda uderzy z jednej strony. Takie warstwy wodonośne stanowią jedną z najpoważniejszych przeszkód. Zdarza się nawet, że studnia po przebicciu warstwy gruntu zwartego natrafi na pokład, który tak obfituje w wodę, że ta zapełnia ją całkowicie i wylewa się przez wierzch. Wtedy jedynym rozwiązaniem będzie bagrowanie

podwodne. Gdy dopływ wody nie jest zbyt silny, próbujemy usunąć ją pompowaniem, którego jednak nie należy zbyt forsować, by w razie jednostronnego dopływu wody nie narazić studni na przekrzywienie.

Przy zapuszczaniu studzien napotykamy niekiedy na przeszkody, które zupełnie uniemożliwiają jej zapuszczenie. Dla tego to badanie pokładów gruntu wierceniem powinno być tak starannie wykonane, by uchronić przed tego rodzaju niespodziankami, a więc i przed stosowaniem studzien w warunkach dla nich nieodpowiednich.

Do tych niespodzianek należy pochyłość gruntu macierzystego, na którym projektujemy oprzeć studnię. Jeżeli zapuszczanie odbywa się na sucho i studnia jednym bokiem zatrzyma się na skalistym podłożu, to pozostawić jej w tym stanie nie możemy, grozi jej bowiem niebezpieczeństwo skrzywienia lub nawet załamania.

Trzeba pod nią wyłamać skałę uskokami i wybudować podmurowanie. Robotę przytem należy prowadzić od środka, przekopując w wyżej leżącej ziemistej warstwie sztolnie ku obwodowi studni i tam stawiać słupy murywane dla podparcia noża / rys. 189 /. Wydaje się to

łatwe, choć w rzeczywistości należy do robót trudnych, gdyż przez cały czas, dopóki studnia nie oprze się na słupach, trzeba ją utrzymywać w równowadze. Po wykonaniu słupów usuwamy z niej resztę gruntu i zakańczamy podmurowanie wzdłuż całego obwodu płaszcza. Gdy jednak studnia jest zatopiona sposób ten nie nadaje się i trzeba studnię przerobić na keson.

Inny rodzaj niespodzianek stanowią duże głazy i kłocę oraz pnie drzewne, na których może się zatrzymać nóż studni. W nielicznych wypadkach udaje się przez podkopanie lub podbagrowanie od środka zmusić taką przeszkodę do przesunięcia się ku wnętrzu szybu, skąd już ją łatwiej jest usunąć. Często jednak usunięcie przeszkody zwykłym sposobem nie udaje się. Jeżeli robotę prowadzimy na sucho, to głaz czy kłoc rozsadzamy klinami lub w ostateczności prochem, w żadnym jednak razie nie należy stosować dynamitu. Przy robocie podwodnej wiercenie i rozsadzanie kamieni jest bardzo mało produkcyjne. W pniach i kłocach naświdrowujemy szereg otworów i rozcinamy je potem siekierą mechaniczną. Jest to jednak również robota bardzo powolna i nieprodukcyjna. Tak na przykład z usuwaniem jednego kłoca pod studnią mostu Tczewskie-



go na Wiśle borykano się $4\frac{1}{2}$ miesiące. To też gdy usunięcie przeszkody nie udaje się zwykłemi tanimi metodami, lepiej jest dla uniknięcia straty czasu przekształcić studnię w keson. W tym celu zamykamy studnię hermetycznie ponad poziomem wody, pozostawiając połączenie ze służą kesonową, którą umieszczamy wyżej. Po usunięciu wody sprężonym powietrzem wprowadzamy do studni murarzy, którzy na wysokości około 2 m. ponad dolną krawędzią noża wycinają w studni wezgłowie dla sklepienia i wykonują, samo sklepienie, pozostawiając w niem otwór dla połączenia z szybem kesonowym. Z góry sklepienie wzmacniamy warstwą betonu. / rys. 192 /. Inny sposób przekształcenia studni w keson widzimy na rys. 176. Tu zamiast sklepienia założony został korek betonowy, oparty na ramie z beleczek żelaznych, które wpuszczone zostały w ściany studni zawczasu, to znaczy przy jej wykonaniu. Dla lepszego złączenia korka ze ścianami pozostawiono w nich bruzdy poziome.

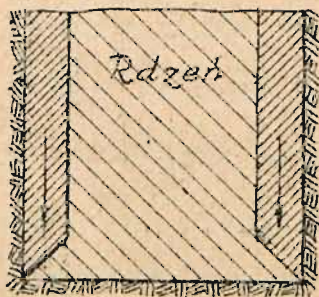
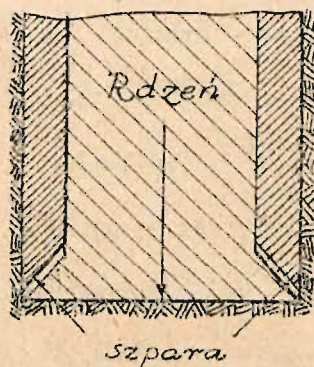
Należy zaznaczyć, że takie przekształcanie studzien należy do robót trudnych i kosztownych, winno być zatem stosowane tylko wtedy, gdy innego wyjścia niema, lub gdy stosowanie innych sposobów okaże się jeszcze kosztowniejsze. Naogół bowiem studnie

konkurują z kesonami. Gospodarczo - są one tańsze, jeżeli robota się udaje, zato keson jest pewniejszy i nadaje się do wszelkich gruntów, gdy studnia nadaje się tylko w gruntach słabych. Przy obecności lepszych, gliniastych warstw, kłoców, pni i głazów studni stosować nie należy. Pochyłe uwarstwienia gruntów są również szkodliwe. Keson tego wszystkiego się nie obawia.

Pozostaje do omówienia jeszcze sprawa wykonania fundamentu pod osłonę studni.

Gdy studnia stanie całym obwodem noża na macierzystym gruncie, którego wytrzymałość uznana została za dostateczną dla posadowienia budowli, należy przystąpić do zapełnienia szybów studni murem lub betonem. Trzeba zaznaczyć, że w sprawie tej istnieją rozmaite poglądy. Jedni inżynierowie są zdania, że budowlę należy opierać wyłącznie na rdzeniu, wypełniającym szyb studni, inni twierdzą, że rdzeń stanowi tylko wypełnienie, które musi osiąść więcej niż sama studnia, przeto nań liczyć nie należy, a budowlę opierać trzeba wyłącznie na studni. Wreszcie trzeci pogląd głosi, że należy tak zespolić zapełnienie z płaszczem studni, by stanowiły całość i wspólnie dźwigały budowlę. Teoretycznie

oczywiście ten ostatni pogląd jest najbardziej racjonalny. Praktycznie jednak rzadko może być urzeczywistniona. Przedewszystkiem w studniach drewnianych i drewniano - betonowych takie zespolenie jest zupełnie wykluczone. W innych rodzajach studzien dałoby się wykonać przy robocie na sucho; gdy jednak studnia jest zalana wodą, osiągnięcie tego jest już znacznie utrudnione. Trzeba bowiem wykuwać lub pozostawiać w czasie wykonania specjalne bruzdy, któreby pozwoliły połączyć rdzeń z płaszczem studni. Ale i takie połączenie nie jest dość pewne, zważywszy niejednakowe osiadanie,



któremu ulegnie z jednej strony rdzeń, z drugiej płaszcz studni. Jeżeli uniezależnimy je od siebie, to w razie osiadania rdzenia, płaszcz za nim nie pójdzie, bowiem utrzymuje go w równowadze boczne tarcie gruntu. Jeżeli zaś płaszcz się osunie, to z konieczności oprze się na dolnej części rdzenia, która zapełnia stożkową przestrzeń, ograniczo-

ną nożem. Zważywszy te względy, należałoby może uważać

oparcie budowli na samym płaszczu za najbardziej racjonalne. Bowiem w tym wypadku wyzyskujemy dla nośności studni całe pole gruntu macierzystego, ograniczone obwodem noża, zmniejszamy zaś ciśnienie nań, wprowadzając boczne tarcie płaszcza o grunt.

Najtrudniejsze jest zapełnienie studni, gdy wody nie można odpompować. W tym wypadku musimy stosować betonowanie podwodne do takiej przynajmniej wysokości, by studnia pod działaniem wyporu nie mogła unieść się do góry. Teoretycznie możnaby zgruba przyjąć, że należy zabetonować połowę wysokości tej części studni, która jest zanurzona w wodzie / jak dla skrzyń bez dna /. Ponieważ jednak dochodzi tu ciężar płaszcza oraz znaczny opór tarcia bocznej powierzchni o grunt, wielkość tę można znacznie obniżyć, co jest zresztą zawsze pożądane, gdyż betonowanie podwodne nie może być wykonane tak dokładnie, jak betonowanie na powietrzu. Po stwardnieniu betonu w dolnej części studni, wypompowujemy z niej wodę i dalej wykonujemy zapełnienie na sucho - murem lub betonem.

Im ściślej i dokładniej wykonamy betonowanie podwodne, tem mniej trudności będziemy mieli z usunięciem wody pozostałej i tem prostsza będzie praca w studni

opróżnionej. Niektórzy inżynierowie są zwolennikami zapełniania studzien tylko częściowo murem, zastępując go piaskiem, istnieje nawet przykład zapełnienia piaskiem całego wnętrza studni. Trudno jest jednak uznać ten sposób za właściwy.

