

szenia i opadania cząstek przy obracaniu się bębna, przyczem forma konch i szprychy pomagają temu mieszaniu. Po ukończonem mieszaniu lewą połowę bębna B odsuwa się od prawej A, wytworzony zaś beton wysypuje się w podstawiony żłobek.

Maszyna ta daje około 12 m<sup>3</sup> na godzinę, a części mechanizmu nie ulegają widocznym uszkodzeniom.

Naogół, można powiedzieć, że betonierki dają trwalszy i bardziej jednorodny beton, niż mieszanie ręczne. Szybkość przygotowania maszynowego przewyższa pięciokrotnie pracę ręczną, przytem beton nie podlega wpływom wiatru i słońca. Z tych więc powodów należy wprowadzać betonierki i zastępować niemi ręczny sposób we wszystkich możliwych wypadkach.

## R o z d z i a ł    III .

### WYKONYWANIE ROBÓT BETONOWYCH.

§ 33. Dostawa betonu. Beton powinien być ułożony i ubity nim zaprawa cementowa stężeje. Ograniczony przeciąg czasu od chwili dodania wody do ukończenia danej warstwy musi być odpowiednio wykorzystany. Początek tężenia naszych cementów następuje mniej więcej w godzinę po dadaniu wody. Wobec tego przygoto-

wanie, transportowanie i ułożenie betonu powinno być uskutecznione jaknajszybciej. Robotnicy przenoszą zwykle beton na noszach skrzynkowych, lub w specjalnych metalowych beczkach - plecakach z otwierającymi się dnami. Robotnik niesie w plecaku beton do odpowiedniej wysokości lub kondygnacji gmachu i, otwierając dno, wysypuje materiał w przygotowany żłobek. Oprócz tego są w użyciu przyrządy mechaniczne.

Dla przewożenia betonu używa się taczek i wagoników; należy jednak zawsze unikać wstrząśnięć, gdyż wtedy kamienie opadają na dno i masa betonu traci swą jednorodność. Niekiedy betonierki bywają połączone z wagonikami; wówczas mieszanie betonu odbywa się w czasie przewożenia, co stanowi dużą oszczędność czasu.

Rzucanie betonu z wysokości większej nad  $1 \div 1,50\text{m}$  jest niedopuszczalne, wtedy bowiem masa traci jednorodność: cięższe cząstki / kamienie / spadają szybciej, zaś lżejsze / piasek lub zaprawa / wolniej; następuje więc podział betonu na warstwy: kamieni i zaprawy. Plastikne betony ulegają w mniejszym stopniu takiemu podziałowi, ubijane zaś w większym.

Betony lano, zawierające znaczną ilość wody, można przesuwad w dół przy pomocy żłobu o pochyłości od  $20^\circ$  do  $45^\circ$ ; sposób ten stosowany jest w Ameryce.

Beton podnosi się na znaczną wysokość, a następnie



opuszcza się go przy pomocy rur lub żłobów do miejsca układania; nadając rurom różną pochyłość  $/20^{\circ} - 45^{\circ}/$  i kierując mieszaninę wzdłuż linii łamanych, można ją doprowadzić do dowolnego punktu, znajdującego się pod rusztowaniem, z którego spuszcza się beton. Sposób ten używa się tylko dla betonu lanego, który może być zrzucony pionowo nawet z wysokości 3 - 3,5 m.

§ 34. Formy dla betonu. Beton stosuje się przy robotach na gruncie stałym i pod wodą. W obu wypadkach beton może być w monolitach i w blokach.

Ponieważ beton jest grubo-plastyczną masą, więc dla utworzenia z niego projektowanego monolitu, lub nawet niewielkiego bloku, należy przygotować formę, w której beton mógłby stępeć i po stwardnieniu uzyskać potrzebne kształty. Formy najczęściej bywają drewniane, lecz przy wielokrotnym ich zastosowaniu opłacają się również metalowe. Te ostatnie najczęściej używane są do wyrobu rur, płytek, dachówki i t.p. wyrobów; znane są jednak wypadki, gdy i dla budowy mostów używano form żelaznych.

Formą dla betonu może być również wykop w trwałym gruncie lub przylegające ściany. Ogólnych typów dla form niema, - winny być one przystosowane w każdym wypadku do kształtów danego monolitu i miejscowych warunków. Rozpatrzmy kilka typów dla wyjaśnienia ogól-

nych zasad konstrukcyjnych takich form.

A. Formy dla ścian lub ogrodzeń. /Rys.117/. Forma składa się z dwóch ścianek z desek, podtrzymywanych przez słupy B, wzmocnione przy pomocy pochyłych zastrzałów A. Słupy B ustawia się co 1 metr i ściąga bolcami C. Jeżeli słupy B nie są wkopane w ziemię, wówczas na gruncie, wzdłuż ścianki po jednym z każdej strony, układa się legary D, które się podtrzymuje kołkami. Przestrzeń między ściankami drewnianymi zapełnia się warstwami betonu; aby zaś nie rzucać go ze znacznej wysokości, ścianki wyprowadza się stopniowo, w miarę potrzeby, tak by ich poziom nie przewyższał poziomu betonu więcej nad 2 - 3 deski.

Bolce C pozostają w betonie przy układaniu masy. Aby mieć możliwość ich usunięcia należy je pokryć gęstym słojem zaprawy wapiennej z dodatkiem tłuczonych żużli lub węgla. Czasami wkłada się bolce w specjalne rurki, które zostają w masie betonu, zaś bolce mogą być usunięte.

W razie budowania grubych ścian, stosuje się formy typu wskazanego na rys.118. Składają się one ze ścianek o 3-oh lub 4-ch deskach, które są przybite do pionowych listewek A; ścianki te ustawia się między podwójnymi ściągaczami B z dodaniem bolców C i rozpórek D. Aby ciśnienie ściągaczy B było przekazane na więk-



sza powierzchnię betonu, dodaje się dodatkowe deski N. Na tym samym rysunku podane są formy dla narożników, w których: B - oznacza ścięgacze, C - bolce, M - dodatkowe słupy dla wzmocnienia krawędzi, a „m” - listewkę dla pokrycia szczeliny między słupami i deskami.

Jeżeli ściany są tak grube, że użycie bolców jest trudne, wówczas mogą być one zastąpione przez zastrzały, które podtrzymują ścięgacze B / Rys. 119 /.

W taki sam sposób wzmacnia się pojedyncze ścianki, stanowiące formę dla ścian oporowych bulwarów i t.p.

Deskowanie niekoniecznie trzeba dawać na całej powierzchni, gdyż w miarę tężenia betonu, zdejmuje się ścianki drewniane i ustawia na podtrzymujących je pierwotnie ścięgaczach /Rys. 119/, lub na wystających ze ścian bolcach. W ten sposób oszczędza się znaczną ilość desek użytych na formy.

B. Formy dla słupów i kolumn. Najprostsza forma dla słupa o przekroju kwadratowym składa się z postawionych pionowo drewnianych ścianek A, między którymi włożone są trójkątowe listewki „a” /Rys. 120/. Ścianki te są wzmocnione listwami „b” i ściągnięte ścięgaczami B, działanie tych ostatnich wzmacnia zabijanie klinów „c”. Ścięgacze robi się z grubych desek i ustawia na odległości 0,75 - 1,00 m. jeden od drugiego. Wzmacnianie ścięgaaczy drewnianych są w użyciu żelazne obręcze z

bolcami B /Rys.121/. Wówczas forma składa się z grubych pionowo ustawionych desek lub ociosanych w klin brusów, które są ściągnięte obręczami na odległości 75 - 100 cm.

C. Formy dla rur i studzien. Rury o niewielkiej średnicy mogą być wykonane w następujących formach /Rys.122/. Na desce A ustawia się cylindryczną, składającą się z trzech części formę B, ściągniętą obręczami „a”. W podstawie A umocowuje się klocek C, a przestrzeń między nim i B wypełnia się betonem. Po napełnieniu do wysokości, gdzie forma się poszerza, na klocek C nakłada się przystawkę D i wykonywa się mufę rury.

Wyciąganie klocka C jest naogół trudne, przy znacznych rozmiarach może być nawet niewykonalne, dla tego też przy wyrabianiu studzien lub rur o dużej średnicy kłocki składają się z kilku części, które się stopniowo usuwa jedna po drugiej.

Jako przykład może służyć forma dla studni, podana na rysunku 123.

W tym wypadku zamiast poprzedniego klocka C robi się specjalną formę wewnętrzną, składającą się z żeber A, wzmocnionych ściągaczami B, które tworzą trójkąt. Żebra A daje się z grubych desek i oszalowuje cienkimi, ustawianymi pionowo deskami w ten sposób, aby tworzyły po



wierzchnię cylindra. Aby mieć możność usunięcia formy po ukończeniu betenowania, buduje się ją z trzech części, połączonych żelaznymi listwami C, przyczem dwie części są nieco węższe i między nimi wstawiony jest brzus D, mający formę klina; brzus ten <sup>zastępuje część oszalowania.</sup> rezuwa żebra. Po wyjęciu klina D i oderwaniu listwy C zmniejsza się nieco przekrój formy, która łatwo teraz odstaje od betonu i daje się usunąć.

Forma zewnętrzna składa się z desek, które przy pomocy całego szeregu rozpórek E utrzymują się w określonej odległości od formy wewnętrznej; obwódce żelazne P usztywniają formę i przeszkadzają jej wyboczeniu na zewnątrz.

Opisana powyżej forma wyjątkowo lekkiej konstrukcji, była zastosowana dla studni o głębokości 7,20 m. i średnicy wewnętrznej 2,40 m.

D. Formy dla stropów i belek. Typ takiej formy podaje rysunek 124. Widzimy na nim rozpatrywane poprzednio formy dla słupów i żłoby dla belek. Żłoby te są podtrzymywane drewnianymi słupkami i mają trzy ścianki z desek, czwartej zaś boki, gdyż w tym miejscu belka łączy się z betonowym stropem, ułożonym na drewnianej podłodze, również podtrzymywanej przez słupki.

Dla dokładnego ustawienia form dla belek i stropu, podtrzymujące je słupki stoją na klinach, którymi regulujemy ściśle podług linijki poziom wszystkich części

stropu.

Na rysunku 125 podana jest forma dla mostu, składającego się z żeber betonowych D i spoczywającego na nich pokrycia stropowego N. Forma ta posiada pięć żłobów dla żeber D, cztery krzywe powierzchnie ograniczające beton dla sklepień N, dwie zaś dla chodników M. Wszystkie powierzchnie są utworzone z podłużnych desek, leżących prostopadle do płaszczyzny rysunku, oraz drewnianych szablonów B, podtrzymywanych przez słupki.

Dla stropów układanych na belkach żelaznych stosuje się formy ruchome, podwieszane do belek. /Rys. 126/. Możemy wówczas żebra drewniane, podwieszane na hakach, oszalowane cienkimi deskami. Po ułożeniu warstwy betonu i jej stężeniu, nasrúbki haków odkręca się nieco, forma odstaje od stropu i można ją przesunąć dalej wzdłuż belek dla edowania sąsiedniej części sklepienia między niemi.

Mówiliśmy wyżej, że przy zapełnieniu betonem wysokich form, jak to ma miejsce dla kolwan albo słupów, beton powinien być układany warstwami, a nie rzucany z góry. Dlatego też jednej z pionowych ścianek formy, nie wyprowadzamy od razu do samej góry, lecz oszalowywujemy deskami stopniowo, w miarę zapełnienia formy. Najczęściej wszystkie ścianki robi się z desek stawianych pionowo, jedna zaś z krótkich desek poziomych, które się przybija w miarę potrzeby.

Znane są t.j.w. "kieszenki" t.j. lejki, przytwierdzone



ce 1-2 metry na jednej z bocznych ścianek wysekiej formy. Początkowo forma napelnia się przez kieszenkę dolną, dopóki warstwa betonu nie dojdzie do jej poziomu, wówczas zamyka się ją, beton zaś sypiemy przez następną kieszenkę, wyżej położoną i t.d. /Rys. 127/.

E. Formy dla robót podwodnych. Jeżeli beton jest układany pod wodą w stanie płynnym /t.j. nie w blokach/, to powinien mieć również pewne, ograniczyć mające kształt jego formy. Te ostatnie nie mogą być tak rozmaite, jak wykonywane na powierzchni i najczęściej posiadają tylko ścianki boczne. Dne formy bywa zwykle nasypem z kamieni, szalobru lub poprzednio ułożonych bloków; boki są najczęściej drewniane, rzadko metalowe, a powierzchnia górna tworzy się przez ubijanie ostatniej warstwy betonu.

Formy podwodne bywają stałe lub czasowe: w pierwszym wypadku najczęściej w dno rzeki, jeziora lub morza zabija się ścianki z pali lub desek, tworzące powierzchnie boczne przyszłego monolitu /Rys. 128/. Następnie, w razie potrzeby, na ułożonej warstwie betonu ustawia się formę wewnętrzną, przestrzeń zaś między obu formami wypełnia się betonem.

Czasowe formy bywają najczęściej ostrosłupami lub stożkami, aby ułatwić zdejmowanie ich z wykonanych monolitów betonowych. Najczęściej jednak, dolna część formy pozostaje wraz z betonem, a górna tylko przy pewnej jej

izelacji od masy betonu pozwala się zdjąć i zachować dla następnych robót.

§ 35. Teżenie betonu i zdejmowanie form. Ogólną zasadą konstrukcji form dla betonu jest ich sztywność, zabezpieczająca od jakichkolwiek naprężeń masę niestężonego jeszcze betonu.

Prócz nadania formom mocy i sztywności należy przez odpowiednią obróbkę powierzchni ułatwić odstawanie ich od stężalej masy betonu. W tym wypadku należałoby wprowadzić w nasze roboty znaczne ulepszenia. Nieheblowane, chropawe powierzchnie desek ściśle przylegają do betonu i przy usuwaniu form oddzierają od monolitu części masy, psując przez to krawędzie i części wystające. Czasami usuwanie złych form wywołuje nawet pęknięcia i daje nierówne, pełne dziur powierzchnie, wymagające naprawy.

Złym skutkom łatwo zapobiec przez użycie heblowanych desek i pokrycie ich warstewką zaprawy z kredy na kleju, roztworem mydła, pokostem lub naftą. Dwa ostatnie środki działają jednak źle na trwałość betonu. W wyjątkowych razach formy okleja się papierem, obija rzadkiem płótnem, cienką blachą lub cynkiem. Jeżeli formy są wykonane starannie, wówczas otrzymujemy tak równe powierzchnie i krawędzie monolitu, że nie wymagają żadnej dodatkowej obróbki. W przeciwnym zaś razie stosuje się "zacieranie" powierzchni, zalepianie zaprawą dziur i wklęsłości, zalewanie



szczelin i t.d. Powstają przez to pstre, różnych odcieni powierzchnie masy, stwierdzające swym wyglądem niestaranne czy nieumiejętne wykonanie robót. Zazwyczaj użycie nieheblowanych desek i prowizoryczne wykonanie form usprawiedliwi się paczeniem<sup>ich</sup> wód wilgoci z zewnątrz i od masy betonu. Jednakże deski nasycane pokostem prawie nie ulegają paczeniu, jeżeli przytem formy są zabezpieczone od deszczu, to nie będą się psuć z tego powodu.

Trudno dać ścisłą odpowiedź na to, jak długo trzeba zostawiać beton w formach. Zależy to od rodzaju budowli, stopnia zawartej w masie wilgoci, pogody, temperatury, wpływów mechanicznych i t.d.

Suchy, ubijany beton przy wyrabianiu płytek, rur, dachówki i t.d. może być uwalniany z form po upływie 12-24 godzin, plastyczny lub lany beton w łukach, mostach lub w innych, podlegających naprężeniom mechanicznym budowlach, po upływie 4-ch i więcej tygodni.

Jak najdłuższe pozostawianie betonu w formach jest prawie zawsze zalecane, za wczesnem zaś usuwaniem form przemawiają względy ekonomiczne nie techniczne. Aby monolit był trwały, masa zaś należycie stężała, trzeba zabezpieczać beton zarówno w formach, jak i po ich usunięciu, od działania wiatru i słońca, w przeciągu zaś pierwszych dni utrzymywać go w stanie wilgotnym.

Dobry wpływ na wzmocnienie powierzchni betonu wywiera

t. zw. "ajzowanie" /od niemieckiego słowa "eisen" - co można przetłumaczyć - "stalowanie"/. Wilgotna po zdjęciu form powierzchnia betonu obsypuje się cementem i naciera gładką rejbaczką /tarką/. W ten sposób otrzymuje się gładkie, szkliste, jakby z metalu powierzchnie monolitu, znacznej trwałości.

§ 36. Betonowanie. Po należytem ustawieniu form, zapeknia się je betonem, układając go warstwami. Jeżeli pierwsza dolna warstwa ma przylegać wprost do gruntu, to daje się pod nią warstwę żwiru lub szabru, którą się starannie wtkacza w grunt. Warstwa ta zastępuje dno formy i przeszkadza wyciekaniu zaprawy.

Ponieważ najczęściej ciśnienie na masę betonu działa pionowo, przeto warstwy układać należy poziomo, chociaż niekiedy, np. w łukach, układa się warstwy /słoje/ pochyłe.

Grubość układanych warstw betonu zależy od wielkości kamyków szabru, plastyczności masy i ścisłości betonu, jaka jest potrzebna. Chcąc ułatwić przesuwanie kamyków w czasie ubijania, należy układać warstwy tak, aby zawierały nie mniej niż trzy kamyki leżące jeden nad drugim. Jeżeli założymy, że „d”, średnica kamyka, wynosi około 5 cm. to należy układać warstwy betonu o grubości  $3 \times 5 = 15$  cm. przy  $d = 4$  cm. grubość warstwy wyniesie 12 cm. i t. d.

Betony plastyczne, wymagające li tylko lekkiego prasowania, mogą być układane warstwami znacznie grubszymi.



bo do 20 cm.; dla betonów lanych warstwy mogą być dowolnie grube. Normalna grubość warstwy suchego betonu, wynosząca 12 - 15 cm., zmniejsza się po ubiciu do 10 - 12 cm.

Każda warstwa ubitego betonu stanowi część składową masy betonowego, wszystkie zaś warstwy powinny tworzyć ściśły monolit. Tymczasem badania pokazały:

1/ że wytrzymałość bloków betonowych na ścinanie i rozciąganie jest najmniejsza wzdłuż powierzchni stycznych dwóch układanych warstw,

2/ że przerwy w czasie, pomiędzy ułożeniem jednej warstwy i drugiej, zmniejszają trwałość betonu i osłabiają miejsce złączenia obu warstw,

3/ że uderzenia mechaniczne (np. padające pociski armatnie) i czynniki atmosferyczne wywołują pęknięcia najczęściej wzdłuż wspomnianych powierzchni.

Ztąd prosty wniosek, że spoiny pomiędzy warstwami są szkodliwe i należałoby je zupełnie usunąć tj. układać jedną warstwę na drugiej przed stężeniem zaprawy.

Jeżeli ilość robót i rozmiary danej budowli nie pozwalają na układanie warstw betonu bez przerw, wówczas należy przynajmniej wzruszyć powierzchnię warstwy dolnej, połać ją rzadką zaprawą cementową i natych-

miast ułożyć warstwę następną. W ten sposób chropawa powierzchnia dolnej warstwy będzie spojona pokładem zaprawy z górną warstwą betonu.

Jeżeli warstwa nie może być jednocześnie ułożona na całej powierzchni, a składa się z oddzielnych pasm ze spoinami pionowymi, wówczas również należy wzruszać powierzchnie styczne oraz układać każde pasmo w taki sposób, żeby jego spoina była przykryta <sup>pasmem</sup> następnym tj. wyżej lub niżej leżącym.

Przy betonowaniu wykopów, beton opuszcza się na dno za pomocą żłobów lub w beczkach, nie wolno go natomiast zrzucić łopatami.

Po ułożeniu warstwy, przystępuje się do jej uszczelnienia, które polega na dynamicznych uderzeniach taranków /ubijaków/, a czasami prasowaniu specjalnymi prasami. Prasy stosuje się przy wyrobie drobnych bloków betonowych, płytek, dachówek i t.p. Taranki, które się dokonywa ubijanie betonu, mogą to być drewniane kłocce / Rys. 129/ lub żelazne różnych kształtów ubijaki /B, A' i B' /. Dla wzruszania warstw, przed ułożeniem następnych, używa się taranki z ząbioną powierzchnią dolną /C /.

Zważywszy, że ubijanie powinno wywołać tylko uszczelnienie masy wraz z wzajemnym zbliżeniem się czę-



stek twardych, tj. szabru lub żwiru, lecz bynajmniej ich nie kruszyć, przeto ciężar taranków nie może być znaczny a uderzenie za silne.

Zwykle waga taranków dla betonów suchych waha się od 12 - 15 kg. a dla plastycznych od 3 - 5 kg..

Przy ubijaniu robotnicy ustawiają się najczęściej w szachownicę w dwa rzędy, na odległości około jednego metra jeden od drugiego w obu kierunkach; przyczem każdy ubija działkę 50 - 60 cm. i przechodzi w ten sposób całą płaszczyznę wzdłuż. /Rys. 130/.

Robotnik, idący w drugim rzędzie, ubijając również 60 cm. ubija częściowo działkę poprzednią sąsiada, dzięki czemu spoiny są należycie sprasowane.

Ubijanie następnej warstwy odbywa się w kierunku prostopadłym do poprzedniego, przez co osiąga się należyte przykrycie spoin. Ubijanie powinno wywołać w betonie suchym zjawienie się "potu", a w plastycznym dostatecznie szczelne zapełnienie form.

Dla wzruszenia warstwy przed ułożeniem następnej, oprócz wspomnianych wyżej taranków /C/, używa się również mietły z twardego drutu i zwykle grabie. Mietły są dobre dla betonu z grubym szabrem, grabie zaś - z drobnym. Często przy poważnych robotach /fortyfikacje, szluzy, baseny i t. p. / betonowanie odbywa się bez naj-

mniejszej przerwy, w dzień i w nocy w taki sposób, aby ułożyć warstwy przed stężeniem betonu.

Znane są także mechaniczne ubijaki, wprowadzane w ruch za pomocą pary, wody lub zgęszczonego powietrza.

Sposoby, dotychczas wymienione, są używane przy wykonywaniu dużych monolitów betonowych, co się zaś tyczy bloków o niewielkich rozmiarach, to otrzymanie ich nie pociąga za sobą tylu starań i zachodów o to, żeby nie dopuścić do powstania szczelin lub pęknięć w masie betonu, przy mniejszych bowiem rozmiarach łatwiej osiągnąć jednolitość oraz uniknąć tężenia warstw, niezależnie jedna od drugiej.

§ 37. BETONOWANIE POD WODĄ. Jeżeli, jak mówiliśmy wyżej, beton na dno głębokich wykopów trzeba spuszczać w kadziach, aby mu nie odebrać tych właściwości, których nabrał na skutek przemieszczania cementu i piasku z szabrem, to tembardziej nie wolno rzucać betonu do wody, gdyż wówczas oprócz oddzielania się cząstek cięższych od lżejszych zachodzi wymywanie cementu przez wodę.

Dlatego też, powinno się spuszczać beton do samego dna basenu wodnego, albo przygotowanego pod wodą wykopu, w specjalnych skrzyniach, zabezpieczających go od rozmywającego działania wody i segregowania na części. Znane są następujące sposoby:



A. Skrzynie bywają drewniane lub metalowe różnych typów. Zatrzymajmy się na najczęściej będących w użyciu: drewnianych z otwierającym się dnem / Rys. 131/ i metalowych, które się składają z ruchomych odcinków cylindrycznych /Rys. 132/.

Skrzynia drewniana ma dno składające się z dwóch klap, zamykanych na haczyki „f”.

Gdy haczyk ten, obracając się dekoła osi „t”, przy pociągnięciu za linkę „g”, zsunie się z czepa, umieszczonego na okuciu jednej z klap dna, wówczas obie klapy otwierają się pod ciężarem betenu, wysypując całą zawartość skrzyni.

Skrzynię opuszcza się na łańcuchu „k”, poczem linami „h” ustawia się w potrzebnym miejscu dna rzeki.

Skrzynie metalowe składają się przeważnie z dwóch ćwiartek cylindra, które się obracają dekoła wspólnej osi „O”. Skrzynia jest zawieszona na łańcuchu „k”, którego rozczepione końce „r” i „r” są przymocowane do dwóch ramion „t” i „t”, stanowiących dwie dźwignie z przegubem „o”. Gdy łańcuch „k” jest naprężony, obie ćwiartki cylindra są szczelnie zamknięte, dzięki czemu wypełniający je beton można opuścić tak głęboko, jak tego wymaga potrzeba, wówczas przez pociągnięcie za linki „g” i „g”, obie ćwiartki się odmykają i skrzynia

się opróżnia. Następnie zluźnia się liny "g", a naciąga łańcuch "k", wskutek czego skrzynia się zamyka; w tym stanie po wyciągnięciu z wody jest już ona gotowa do napełnienia nową porcją betonu.

Należy zaznaczyć, że przy opuszczaniu skrzyń, tworzą się w wodzie wiry, mające kierunek od obwodu skrzyni do jej środka, co powoduje znaczne wymywanie cementu z masy betonu. Dla zabezpieczenia go, skrzynie przykrywa się specjalnym fartuchem z płótna żaglowego w ten sposób, że jeden brzeg fartucha jest przymocowany do górnej ramy skrzyni, drugi zaś obciążony ciężarami. W ten sposób płótno pokrywa górną powierzchnię betonu i zabezpiecza ją od rozmycia.

Objętość skrzyni wynosi od 0,5 do 15 m<sup>3</sup> ciężar jej zatem po zapełnieniu betonem dochodzi do 30.000 kg. Znacznie jest lepiej używać skrzyń mniejszych, gdyż ładowanie i opuszczanie dużych wymaga skomplikowanego mechanizmu do opuszczania i pchłania wiele czasu, co może wywołać tężenie betonu jeszcze przed opuszczeniem na dno.

Nawet skrzynie normalnych rozmiarów, o wadze 12 ÷ 15 ton wymagają specjalnych urządzeń aby je można było opuścić w ściśle określonym miejscu.

Jeżeli przestrzeń, na której trzeba ułożyć beton



nie jest zbyt wielką, to najczęściej układa się nad nią tory z szyn, po których można przesuwąć wózki z podwieszonymi deń skrzyniami; w przeciwnym razie, tj. przy znacznych przestrzeniach skrzynie zawieszają się na łożdzi lub pontonach. Taki wypadek ilustruje rysunek 33.

Na rusztowaniach, ustawionych na pontonie, zawieszono 10 skrzyń, z których 5 opuszczać można było jednocześnie. Znane są wypadki, kiedy opuszczano jednocześnie po 40 skrzyń przy pomocy parowych wind oraz innych mechanizmów.

Układanie betonu pod wodą odbywa się bez ubijania, wobec czego warstwy posiadają powierzchnię nierówną, pagórkowatą, dlatego należy zawczasu wyznaczyć miejsca gdzie będą wyladowane pierwsze skrzynie, ażeby następne mogły wypełnić wszystkie wgłębienia i doły, jakie powstały w dolnej warstwie betonu.

§ 38 . WORKI; Można opuszczać beton również w workach z płótna żaglewego. Istnieją dwa typy worków: otwarte u góry a związane u dołu, oraz zupełnie zaszyte.

Pierwsze z nich "A", /Rys. 134/ zanim się je napełni betonem, trzeba ściągnąć u dołu specjalnym węzłem /B i C/. Worek opuszcza się do wody za uszy "k", dopóki nie dotrze dna, wówczas przez pociągnięcie za linę "g" węzeł "C" rozwiązuje się, cała zaś zawartość worka wysypuje się na dno.

Worki drugiego typu są wyrabiane o znacznej pojemności od 5 do 35 m<sup>3</sup> z płótna zgrzebnego, odpowiedniej grubości. Zapelnia się je betonem do  $\frac{2}{3}$  -  $\frac{3}{4}$  objętości, następnie zaszywa i w takim stanie opuszcza na dno.

W ten sposób, każdy worek stanowi blok suchego muru betonowego, który dzięki pewnej plastyczności masy przylega do sąsiednich bloków i zapelnia próżnię między nimi. Worki opuszcza się w ten sposób, że spoiny dolnych warstw są przykryte workami wyżej leżącymi.

Na takich workach są zbudowane ogromne bulwary portu w Bilbao, oraz inne budowle merskie.

§ 39 LEJKI Oprócz skrzyń i worków, dla opuszczenia betonu są również używane drewniane albo metalowe rury t.j. lejki.

Najprostszym lejkiem jest rura drewniana sklejona z czterech desek o przekroju kwadratowym, / Rys. 135 / nieco poszerzona u góry dla łatwiejszego nasypywania betonu. Do rury są przybite trzenki, które służą do trzymania i kierowania lejkiem. Tego rodzaju lejki są używane przy betonowaniu niewielkich powierzchni i przy małej głębokości wody - do 3-ech metrów.

Początkowo lejek, który leży pochyłe, napelnia się betonem, potem stawia się go pionowo i stale dosypując



beton, przesuwa prostopadło do powierzchni dna basenu.

Przy większej głębokości i znaczniejszych rozmiarach powierzchni betonowanej używa się lejki bardziej skomplikowanej konstrukcji, które układają szerokie warstwy betonu, zmniejszając przez to ilość spoin.

Wyokość /długość/ takich lejków dochodzi do 12 metrów, a przekrój prostokątny do  $2 \times 0,75$  m., okrągły do 1 metra średnicy.

Dawne lejki zwężały się ku dołowi i były zaopatrzone w dwa walce, z których jeden powinien się być przesuwać po ułożonej już poprzednie warstwie betonu, drugi zaś wyrównywać świeżo sypaną.

Na rysunku /136/ podany jest taki lejek, przytwierdzony do łodzi, która przewozi go w pożądanym kierunku; walce przymocowane są jednak na jednym poziomie, a nie na różnych, gdyż w danym wypadku układa się pierwszą warstwę betonu.

Jak wykazała praktyka, beton w tych lejkach często się zatrzymuje, a walce utrudniają przesuwania przyrzędu.

Obecnie pochyłość ścianek lejka nie przekracza  $\frac{1}{40} \div \frac{1}{50}$  przyczem, aby ułatwić opuszczanie się masy, ścianki są obite cienką blachą.

Znane są takie wypadki, kiedy lejki rezszerzały

się ku dołowi; ułatwiało to wprowadzić opuszczanie betonu, natomiast trudniejsze było napełnianie nim lejka w takiej ilości, aby nie wywołać przerwy w układaniu warstwy.

W ostatnich latach budują lejki z dwóch rur żelaznych, przypominających teleskop, gdyż górna rura ma nieco mniejszą średnicę, aniżeli dolna, przeto ta ostatnia może być za pomocą łańcuchów nasunięta na górną. /Rys. 137/. Taki kształt lejka nie przeszkadza opuszczaniu się betonu, a zarazem daje możność przystosowania długości lejka do głębokości na jakiej się beton układa.

Bierąc pod uwagę, że ciężar lejka napełnionego betonem dochodzi do 25.000 kg., należy mu ułatwić przesuwanie się w kierunku układanych warstw, dlatego też lejki zawieszają się zazwyczaj na ruchomych wózkach lub kołach. Pierwszy z tych sposobów pokazany jest na rys. 137 drugi na rysunku 136.

Wózek z zawieszonym pod nim lejkiem przesuwa się po szynach, które są ułożone na ruchomym pomoście; ten ostatni może się poruszać, również po szynach, ułożonych na rusztowaniu, lecz w kierunku prostopadłym do poprzedniego. W ten sposób przesuując wózek i pomost można ustawić lejek nad dowolnym punktem powierzchni, ograni-



czenej rusztowaniem. W taki sam sposób odbywa się praca z lejkiem, przytwierdzonym do łodzi lub pentenu. Łódź jest ciągnięta za linę w pewnym kierunku, dopóki nie zostanie ułożona pasma betonu o szerokości takiej jak średnica lejka, gdy to nastąpi ciągnie się linę w kierunku przeciwnym do poprzedniego i układa nowe pasmo, przylegające do poprzedniego i t.d.

Po ułożeniu warstwy betonu o pewnej grubości, podnosi się na odpowiednią wysokość lejek, zmienia kierunek przysuwania na prostopadły do poprzedniego, i rozpoczyna się układanie nowej warstwy, w której wszystkie pasma są prostopadłe do pasa niżej leżącej warstwy. Robota idzie wówczas dobrze, gdy wychodząca z lejka masa wycieka bez przerwy, a to wymaga starannego nakładowania lejka, należytej pochyłości jego ścianek, plastyczności masy i innych warunków, które są zależne od charakteru wykonywanych robót.

Na ogół betonowanie przy pomocy lejków jest o wiele dokładniejsze niż przy użyciu skrzynek, ale nie zawsze te pierwsze można stosować. Pierwszo wypełnienie lejków betonem dokonuje się bądź to skrzynkami, bądź też za pomocą specjalnych rur, mających u dołu wentyle.

Gdybyśmy do lejka rzucali beton wprost z góry, to

nastąpiła by rozsegregowanie masy; ten sam zły rezultat nastąpiłby przy opuszczaniu betonu bezpośrednio do wody. Beton trzeba opuszczać aż do dna lejka w skrzynkach i w ten sposób cały lejek wypełnić masą, uważając przytem aby czasami nie rzucać betonu ze zbyt dużej wysokości. Dopiero wówczas można zacząć przesuwanie lejka, nieustannie decypując beton z góry.

Prócz podanego wyżej użycia skrzyń w charakterze pomocniczym dla wprowadzenia w ruch lejka, posilkujemy się niemi w tych razach, kiedy znaczna głębokość, zabite w dno pale, lub inne miejscowe warunki nie pozwalają na używanie lejka.

Pewne trudności zachodzą przy zmianie kierunku w przesuwaniu lejka, oraz w czasie przerw, gdyż wówczas trzeba lejek opróżnić, aby zawarty w nim beton nie stępszał, co pociąga za sobą ponowne mozolne napełnianie go przy pomocy skrzynek lub rur pomocniczych. Te ostatnie mają u dołu wentyl, przez otwarcie którego, po napełnieniu rur betonem i wstawieniu do lejka, można wyładować ich zawartość.

Nawet przy najstaranniejszym prowadzeniu betonowania podwodnego, pewną część cementu wymywa woda, wobec czego trzeba zwiększyć ilość cementów w zaprawie o 10% do 15%. Normalny stosunek betonu używanego dla takich



robót jest 1 : 2 : 4 lub 1 : 2 : 5 :

Pozatem cement wymyty przez wodę tworzy w niej szkodliwy osad, który osiadając na warstwach betonu oddziela je od siebie cienką powłoką, utrudniając przez to należyte przyleganie wzajemne sąsiednich warstw. Osad ten trzeba usuwać wiozlami lub pompami, a jeżeli zdołał utworzyć twardą skorupę, miotłami z drutu.

Ubijanie betonu pod wodą jest prawie niemożliwe i rzadko daje dobre wyniki, gdyż uderzania ubijaków wywołują wiry, wmywające cement.

Wobec powiedzianego wyżej, najodpowiedniejszym szabrem jest gatunek najmniej perewaty. Według badań Leblanc'a najmniej perewatym i łatwo uszczelniającym się materiałem są drobne okrągłaki. Szaber lub tłuczeń, zawierający nieprawidłowej formy kamyki, jest bardziej perewaty, przeto znacznie gorszy.

Dla betonowania podwodnego nadają się również betony plastyczne, jako mniej rozmywane przez wodę i dające się ułożyć bez ubijania bardziej ścisłymi warstwami.

W taki sposób buduje się pod wodą masy monolitowe; pozatem bardzo częste układają pod wodą i bloki betonowe olbrzymich rozmiarów do 20 m<sup>3</sup>. Bloki te buduje się

na brzegu, a następnie opuszcza na dno z pentonów, przy-  
czem bierą nieraz w tej pracy udział nurkowie, ustawiając  
bloki.

Na takie bloki najczęściej używa się beton różno-  
rodny: bardziej tłusty i ścisły dla powłoki, oraz chudy  
i porowaty dla masy wewnętrznej. W ostatnich latach  
były budowane elbrzymie betonowe i żelbetowe pentony  
pływające, które po przypłynięciu na miejsca, gdzie mia-  
ły być opuszczane, wypełniane betonem podrzędnego gatun-  
ku albo kamieniami i zatapiane.

Takie roboty będą przedmiotem specjalnych studiów  
w kursie budowni merskich, z tego też powodu są wyłączo-  
ne z niniejszej pracy.

## ROZDZIAŁ IV .

### Własności betonów cementowych.

§ 40 . NIEPRZEPUSZCZALNOŚĆ. Najbardziej charakte-  
rystyczną cechą betonu w porównaniu z murami z innych  
materiałów jest zła przepuszczalność wody. Inne mury,  
nawet na najlepszej zaprawie cementowej przypadkowe tyl-  
ko nie przepuszczają wody. Aczkolwiek beton pod względem  
nieprzepuszczalności nie dorównywa metalem lub szkłu,  
posiada ją jednak w tym stopniu, że jest najwłaściwszym  
materiałem dla budowy basenów, zbiorników na wodę, ścianek