

Wyloty kanałów i ich zamknięcie.

Wyloty kanałów sieci jednolitej, kanałów deszczowych oraz burzowców powinny być tak założone, aby następowało dobre przeniesienie się ścieków z wodą odbiornika i jego brzegi nie były zanieczyszczane osadami. Jedynie wyloty odpływów z oczyszczalni nie wymagają specjalnego ukształtowania ujścia choć i tu dążyć powinniśmy do doprowadzenia odpływających ścieków do koryta wód małych w sposób zwarty, nie pozwalając na ich rozlewanie się po brzegu.

Zależnie od miejscowych warunków wykształca się odpowiednio odcinki ujściowe kanałów. Najstosowniejszym miejscem na wylot będzie brzeg wklęsły z dużymi głębokościami wody przy nim oraz szybkim prądem wody. Nie można umieszczać wylotu za tamami równoległymi lub pomiędzy ostrogami, musi on być wyprowadzony w koryto poza główki lub tamy równoległe do niego, gdzie i w czasie niskich stanów istnieje duża prędkość wody. Nacogół w rzadkich wypadkach można umieścić wylot w skarpie brzegu wklęsłego, bulwarze lub w specjalnie dla wylotu wybudowanym przyczółku. Częstokroć należy wysunąć się z brzegu w koryto. Wówczas prowadzi się ścieki aż do miejsca wylotu przewodem zamkniętym, ułożonym na dnie lub pod dnem odbiornika. Stosowane są rury żelazne, żelbetowe i drewniane.

Wyloty kanalizacji jednolitej wykonuje się również i w ten sposób, że przed ujściem przewód zostaje podzielony, odpływy posuszne płyną przewodem małego wymiaru do wylotu umieszczonego pod najniższym stanem wody w odbiorniku, wody deszczowe, trafiające się rzadziej, wypływają do odbiornika przez przewód o wymiarach końcowego odcinka kanału z brzegu.

Należy zwrócić uwagę, by duże ilości odpływających wód burzo-

wych nie mogły stwarzać przeszkód dla żeglugi na rzekach większych. Wprowadzić je należy pod kątem ostrym do biegu rzeki, uwzględniając miejsca przystani statków i łodzi oraz miejsc kąpielowych.

Kilka przykładów ukształtowania wylotów podano na rysunkach 190-196.

Gdy stany wody w odbiorniku są zmienne i mogą powodować cofanie się wody do kanałów, powodując ich zalanie, muszą być te ostatnie zaopatrzone na wylotach w urządzenia pozwalające na zamknięcie przewodów i odcięcie ich od zbierających wód odbiornika.

W najprostszym wypadku zamknięcia takie mogą być wykonane w postaci ścianek zakładanych w odpowiednio umieszczone wnęki w ścianach końcowego odcinka kanału lub w przyczółku wylotowym. Ten rodzaj zamknięcia stosowany jest raczej jako prowizoryczny na wypadek konieczności napraw w kanale lub gdy potrzeba odcięcia kanału od odbiornika zachodzi rzadko oraz gdy wahania poziomów wody w tym ostatnim są niewielkie. Ścianki zakładane wykonywane są przeważnie z drewna, rzadziej z żelaza.

W wypadkach częstszej potrzeby uruchamiania stosuje się zamknięcia samoczynne w postaci klap, uruchamiane ręcznie lub mechanizmami zasuw, względnie wrota. Wykonywane są one jako konstrukcje żelazne lub żeliwne. Kłapy samoczynne /rys.197,198/ oraz często i zasuw są zaopatrywane w przeciwwagi dla łatwiejszego uruchomienia. Nadciśnienie lub siła wyciągowa musi pokonać wówczas tylko tarcie w łożyskach. Zasuw wyciągane są przy pomocy łańcuchów Galla /rys.199/, lub drabinek żelaznych /rys.200/. Wał z kołami zębatymi może być przy pomocy odpowiednio ustawionych przekładni uruchamiany ręcznie /rys. 201/ lub silnikiem elektrycznym /rys.202/.

Płuczki.

Dla utrzymania w czystości kanałów w wypadkach niewielkich spadków i niemożności uzyskania prędkości powodującej samooczyszczanie się kanałów, należy zakładać na sieci specjalne urządzenia płuczące.

Urządzenia takie polegają na wybudowaniu w górnych końcach kanałów zbiorników lub galerii, z których gromadząca się woda jest wprowadzana do przewodów w pewnych odstępach czasu ręcznie lub samoczynnie. Wytworzona w ten sposób gwałtowniejsza fala przepływu spłukuje osadzającą się na dnie kanału zanieczyszczenia. Im gwałtowniej zostaje wprowadzona fala i jest większym wywołano przez nią ciśnienie, tym osiąga się lepszy skutek. W niektórych sieciach wykonane są urządzenia dla płukania stałego.

Jako wody do płukania używa się zależnie od miejscowych możliwości wody wodociągowej, z rzeczek, stawów, jezior, źródeł, gruntowej (lub morskiej), jak również i wody kanałowej. To ostatnie stosując się do płukania w ten sposób, że używa się ścieków z wyżej położonych kanałów do płukania kanałów położonych niżej.

Stosownie do obserwacji skuteczniej działa płuczaco większa liczba płuczek mniejszych rozmiarów, rozmieszczona równomiernie na sieci, niż nieliczne duże zbiorniki na górnych końcach kanałów.

Najkosztowniejszym jest wykorzystanie do celów płukania wody wodociągowej. Wykorzystanie wody kanałowej wymaga często jej okresowego spiętrzenia; w wypadku niewielkiego dopływu w górnych odcinkach, gdzie płukanie jest najbardziej potrzebne, gromadzi się ona powoli. Krótki okres płukania poprzedzany jest długim okresem spiętrzenia ścieków, z tego względu stosować należy wody kanałowe do płukania.

wówczas, gdy brak jakich innych możliwości.

Zgromadzone wody wypuszczają się falą przez otwarcie przez obsługę zamknięć, wykonanych dla mniejszych przekroji w postaci klap /rys. 203, 204/, szluz, szybrów /rys. 205/ dla większych przekroji w postaci zasuw /rys. 206/ lub odrzwi /rys. 207/. Zasuw podnoszone są do góry, zaś odrzwia otwierają się w bok na osi pionowej. Wadą tych ostatnich jest to, że przy niezupełnym otwarciu mogą wypływ skierowany nie po osi kanału, co wpływa ujemnie na skutek płukania.

W górnych odcinkach kanałów stosuje się często samoczynne płuczki. Konstrukcje najczęściej stosowane polegają na urządzeniu syfonowym. W zbiorniku gromadzącym wodę umieszczony jest na dnie przewód syfonowy, przykryty z góry dzwonem. Po zapełnieniu się zbiornika do określonego poziomu syfon samoczynnie uruchamia się gwałtownie wypróżniając zbiornik.

W konstrukcjach pokazanych na rysunkach 208, 209, ciśnienie wody powoduje sprężenie powietrza pod dzwonem i stopniowe wypychanie z syfonu kolumny wody. W chwili, gdy powietrze znajduje ujście przez prawe ramię syfonu, woda wpływa gwałtownie pod dzwon i syfon zasysa. Po opadnięciu wody w zbiorniku do poziomu poniżej otworu w dzwonie wchodzi doń powietrze, syfon przerywa swe działanie, przy czym w obu jego ramionach ustala się jednaki poziom wody. Wierzeh ramienia prawego musi być nieco wzniesiony ponad dno przewodu odpływowego, gdyż w przeciwnym wypadku syfon przerywa swą działalność, nie wypróżniając całkowicie zbiornika. Komora musi być zaopatrzona w przelew zabezpieczający przeciwko przepelnieniu w wypadku zatkania się syfonów.

Jako samoczynne płuczki stosowane są również wywrotne naczy-
nia Ducketta /rys. 210/.

Wysyłane do kanałów fale płuczące muszą być co pewną odległość chwymane i czasowo zatrzymywane. Odbywa się to przy pomocy sztybrów i klap, w wypadku większych kanałów przy pomocy odrzwi. W poszczególnych wypadkach ze względu na regularne i równomierne płukanie odpowiednio projektuje się sieć kanalizacyjną.

Urządzenia do przewietrzania.

Wietrzenie kanałów ma na celu utrzymanie świeżego powietrza w kanałach dla zapobieżenia zatruc obsługi i wybuchów niebezpiecznych mieszanin gazów, uniknięcia ciśnień utrudniających odpływ, jak również przykrości, jakie powstają przy wydobywaniu się zepsutego powietrza z kanałów. Poza tym zbierające się gazy w przewodach oddziałują szkodliwie na niektóre z materiałów stosowanych do budowy kanałów.

Wydzielające się ze ścieków miejskich gazy składają się przeważnie z metanu oraz w znacznie mniejszym stosunku siarkowodoru i dwutlenku węgla. Pierwsze dwa z wymienionych, zmieszane z powietrzem, posiadają własności wybuchowe, zaś zawartość każdego z nich w powietrzu powyżej pewnej normy działa trująco na organizm ludzki. Mieszanina tych gazów jest lżejszą od powietrza. Zabezpieczeniem przeciwnym jest przede wszystkim takie wykonanie sieci, by ścieki szybko w stanie świeżym były odprowadzane i nie powstawały osady oraz możliwości gnicia i wytwarzania się gazów oraz następnie dobre przewietrzenie sieci, przy pomocy którego gazy, których wydzielania nie daje się uniknąć, wydalone były z sieci przewodów w otaczającą atmosferę.

Przy wzrastającym ruchu samochodowym mogą do pewnych punktów sieci kanałów dopływać większe ilości płynnego paliwa i wytwarzać wybuchowe mieszanki gazów cięższych, gromadzących się bezpośrednio

nad powierzchnią ścieków. Według przeprowadzonej ankiety w 57 miastach o ludności powyżej 1 miliona, 61% wszystkich nieszczęśliwych wypadków były spowodowane parami olei mineralnych, a przede wszystkim benzyny z garaży. W znacznie mniejszym stopniu przypisać je można metanowi i gazowi świetlnemu. Przy dobrze działającym przewietrzaniu gazy cięższe mogą być również usunięte z kanałów. Dążyć jednak się powinno do zabezpieczenia kanałów przed dostawaniem się tych niebezpiecznych cieczy do sieci przez ustawianie na odpływie z większych garaży i warsztatów samochodowych, sztucznych pralni bielizny i t.p. oddzielaczy benzyny.

Przewietrzanie należy starać się przeprowadzić przy pomocy sposobów naturalnych przez otwory w pokrywach studzienek, wpusty uliczne oraz połączenia domowe, które w tym celu nieprzerwanie wyprowadza się ponad dach. W niektórych miastach z dawniej budowaną siecią kanałów bardzo starannie opracowano i wykonano jej wietrzenie. Według najnowszych poglądów najskuteczniej osiąga się wietrzenie sieci przez umieszczenie jak największej ilości otworów, łączących kanały z powietrzem zewnętrznym. Unika się więc obecnie szczelnych pokryw i zamknięć wodnych na wpustach ulicznych i spustach domowych, gdyż umożliwia się w ten sposób wymianę i krążenie powietrza w kanałach i zabezpiecza w ten sposób przeciw wszelkim przykrościom, wywoływanym zbieraniem się w nich gazów. Wprowadzenie świeżego powietrza do kanałów sprzyja utlenianiu osiadających na ściankach zanieczyszczeń organicznych, tak również zawartych w ściekach, zmniejszając ilość wydzielających się gazów. Tylko na odcinkach, gdzie brak tego rodzaju urządzeń, poza miastem na terenie niezabudowanym, przed syfonami, kociołkami, ^{stacjami} smoków, przepompowniami, przewietrzanie osiągane być musi sposo-

bem sztucznym przez wstawienie nawietrzników, wyciągających powietrze zepsute.

Najskuteczniej działają rury spustowe kanalizacji domowej, wyprowadzane 1 m ponad powierzchnię dachów liniami prostymi i bez zwężeń, /najmniejsza średnica 70 mm/ i zaopatrzone w wyciągi wietrzające. W okresie zimowym silniejsze działanie na wymianę powietrza wywierają ogrzane piony wewnętrzne, w lecie ogrzane od strony słonecznej spusty deszczowe /rys. 211, 212/. Powietrze zewnętrzne wchodzi przez studzionki żłazowe i wypycha na skutek istniejącego ciągu powietrze kanałowe przez rury spustowe w atmosferę. W okresach deszczów piony deszczowe przerywają swą rolę wietrzającą, jednak naogół rzadko, gdyż nie wszystkie deszcze powodują ich całkowite wypełnienie. Ze względu na powyższe przerwy jest pożądanym w wypadku sieci jednolitej niezależne łączenie pionów wody zużytej i deszczowej z kanałami.

Stacje pomp - sztuczne podnoszenie wód kanałowych.

W rzadkich naogół wypadkach jest możliwym odprowadzenie ścieków z całego obszaru miasta własnym spadkiem. W zależności od układu wysokościowego powierzchni oraz stanów wody w odbiorniku częstokroć okazuje się koniecznym, przy możliwości odprowadzenia ścieków nieoczyszczonych własnym spadkiem, podnoszenie ich na oczyszczalnię ze względu na powodowaną przez tę ostatnią stratę spadku. W niektórych układach sieci zachodzi potrzeba wydzielania dzielnic miasta nisko położonych i podnoszenia ścieków ze zbieraczy, gromadzących je z tych dzielnic, do zbioracza lub zbieraczy dzielnic położonych wyżej /rys. 85, 86/. Stacje pomp umożliwiające podnoszenie ścieków w obu wspomnianych wyżej wypadkach czynne być muszą stale, przy czym zależnie od

miejscowych warunków rozwiązanie całości układu przewidywać będzie jedną stację pomp, podnoszącą wszystkie ścieki lub jedną względnie szereg stacji pomp, podnoszących ścieki tylko z części zlewni. Może okazać się korzystnym umieszczenie w jednym lub kilku punktach miasta mniejszych stacji podnoszenia ścieków oraz głównej stacji przepompowania na wylocie głównego zbieracza. Ostatnie rozwiązanie jest wskazanym, gdy istnieje możliwość odprowadzania ścieków własnym spadkiem z większej części miasta przez przeważną część roku, a tylko w czasie wyższych stanów w odbiorniku zachodzi potrzeba sztucznego podnoszenia.

Zależnie od rodzaju układu sieci rozdzielonej lub jednolitej mogą wchodzić w rachubę tylko wody brudne, lub wody brudne i deszczowe; w pewnych szczególnych wypadkach tylko wody deszczowe.

Zgodnie z wyżej powiedzianym ruch stacji pomp jest stałym, w tym zrozumieniu, że pracują one w ciągu całego okresu rocznego, ale mogą mieć krótkotrwałe przerwy w ruchu naprzemian z okresami pracy, oraz czasowy, gdy uruchomiane są na czas krótki w związku z wysokimi stanami wody w odbiorniku lub gwałtownego opadu. Czas postoju w tym ostatnim wypadku znacznie przewyższa czas ruchu.

Wysokości podnoszenia wód ściekowych są naogół niewielkie, wynoszące zwykle kilka metrów. W rzadkich tylko wypadkach, gdy ścieki przetłacza się przewodami na duże odległości dla ich oczyszczenia, wysokość tłoczenia dochodzi może do kilkudziesięciu metrów.

Ilości wód do przetłoczenia i ich zmienność zależą od tego, czy podnosi się tylko zużyte wody domowe, których ilości są stosunkowo niewielkie i mało zmienne, czy też i wody deszczowe. W tym ostatnim wypadku pompy dostosowane być muszą do bardzo zmiennego wydatku

oraz zdolne przełknąć nieraz duże ilości napływających wód.

Jako mechanizmy podnoszące stosowane są obecnie powszechnie wirnikowe pompy kanałowe o odpowiedniej budowie łopatek /rys.213, 214, 215/, pozwalającej na pracę przy bardzo brudnej wodzie kanałowej. Przez pompy przechodzą zanieczyszczenia o wymiarach nieco tylko mniejszych od wymiarów pomp. Przez pompę o wymiarze 75 mm przechodzą części stałe o rozmiarze 50 mm, pompę 150 mm - 125 mm, zaś pompę 300 mm części stałe 200 mm.

W stosunku do pomp podnoszących ścieki stawiane są następujące wymagania. Powinny być one łatwo dostępne i rozbierane, by można było szybko usunąć ich zanieczyszczenie, którym jednak nie powinny łatwo podlegać. Powinny zajmować mało miejsca, być szybko uruchamiane, mieć możliwie wysoką sprawność oraz nie powinny zmieniać stanu ścieków. Tym warunkom odpowiadają w sposób zadowalniający wymienione wyżej pompy wirnikowe. Stosowane dawniej powszechnie pompy tłokowe wychodzą obecnie z użycia.

Napędza się pompy wirnikowe przy pomocy silników elektrycznych, przy czym przeważnie dąży się do samoczynnego włączania i wyłączania się pomp w zależności od stanu wody na dopływie. Służą do tego celu urządzenia pływakowe, przerywające lub zanykające, stosowane do poziomu wody w komorze smoków, obwód prądu elektrycznego, w który włączone są silniki. Okres przerw w ruchu ogranicza się zwykle do 10-15 minut.

Stosownie do doświadczenia z pracy stacji przepompowywania ścieków wszelkie oczyszczanie ścieków przed pompami powinno być ograniczone do umieszczenia przed małymi jednostkami krat o prześwicie 3 do 5 cm. Dawniej stosowane osadniki, piaskowniki, powodują ca-

ły szereg kłopotów i przykrości; jak konieczność stałego wydobywania osadów z powodu ich gnicia, psucie się powietrza na stacji i w jej otoczeniu. Dążyć się powinno do możliwie szybkiego przeprowadzenia ścieków przez pompy bez zatrzymywania ich w zbyt dużych zbiornikach. Zbiorniki, w których umieszcza się smoki pomp powinny być ograniczone do takich rozmiarów, które są niezbędne dla przerywanego samoczynnego ruchu oraz technicznie prawidłowego rozmieszczenia całości urządzeń. Najmniejsza pojemność powinna odpowiadać objętości dopływu, który może się zgromadzić w czasie potrzebnym do uruchomienia zapasowej jednostki, w wypadku zepsucia się pompy normalnie pracującej. Czas taki trwa 3-5 minut.

Układ całości urządzeń zależy w wysokim stopniu od miejscowych warunków, trudności fundowania, zastosowania pomp o osi poziomej lub pionowej. Te ostatnie pozwalają na bardziej oszczędne rozwiązanie układu /rys. 216-220/.

Urządzenie przepompowujące ścieki składać się będzie z obudowy i urządzeń mechanicznych. Zbiornik do którego dopływają ścieki, w którym umieszcza się kratę, smoki pomp oraz urządzenie sterujące silnikami może znajdować się z boku w stosunku do budynku pomp lub też pod nim. Pierwszy układ jest bardziej pożądanym ze względu na to, że łatwiej odciąć się szczelnie od pomieszczenia, gdzie musi przebywać obsługa, nie narażając jej na wyziewy ze ścieków. Drugi pozwala przy zastosowaniu pomp o osi pionowej na oszczędniejsze wykonanie całej obudowy, co szczególnie ma znaczenie w wypadku trudności fundowania. W wypadku tylko dopływów deszczowych, kiedy nie zachodzi obawa gniących osadów w zbiorniku, pożądane są jego większe rozmiary. Służyć on może w sposób wyrównujący na spływ, co pozwala na zmniejszenie wiel-

kości pomp. Dostosowuje się je do największego spływu, odpowiednio zmniejszonego przez działanie zbiornika. Zawsze powinno się przewidzieć należyte przewietrzanie zbiornika. Dno zbiornika powinno mieć silne nachylenie, by osady mogące się zebrać na nim w czasie krótkiego okresu postoju pomp nie mogły się zatrzymywać i były spłukiwane do smoków. Pokrycie musi być zaopatrzone w otwór złazowy. Wewnątrz zbiornika muszą być umieszczone kłamy lub drabinka do zejścia.

Pompy rozmieszczone być powinny w ten sposób, by nie była utrudniona ich obsługa. Przejście między mniejszymi jednostkami wynosić powinno 0,75-1,0 m, większymi 1,2 do 2,0 m. Pompy o osi pionowej, coraz częściej stosowane, umieszcza się pod silnikiem albo wprost w zbiorniku dla smoków, lub też w pomieszczeniu oddzielnym, gdy ten ostatni znajduje się z boku budynku pomp. Na przewodzie ssącym i tłocznym muszą być dane zasuwy, na przewodzie tłocznym bezpośrodkowo za pompą kłapa zwrotna. W wypadku cięższych części maszyn należy przewidzieć belkę lub dźwig montażowy.

W wypadku małych stacji ogranicza się ich obudowę do pomieszczenia na pompy, silniki względnie urządzenia elektryczne. Przy dużych stacjach budynek pomp połączony bywa z pomieszczeniem dla obsługi, warsztatem, składem, umywalką i ubikacją; dla tablicy rozdzielczej i transformatora wydzielić również należy odpowiednią część budynku.

Pożądanym jest umieszczenie na przewodach tłocznych urządzeń do pomiaru wydatku.

Utrzymanie kanałów.

Utrzymanie kanałów polega na czyszczeniu przewodów, w celu zapobiegania ich zatykania się, czyszczeniu wpustów ulicznych oraz dokonywaniu niezbędnych drobnych napraw. Dużo kłopotów mogą sprawić nieodpowiednio wykonane przyłączenia domowe. Z tego powodu miasta wydają przepisy wodociągowo-kanalizacyjne, obejmujące sposoby technicznego wykonania sieci domowych i ich przyłączenia do sieci miejskiej.

Koszty utrzymania sieci kanalizacyjnej są bardzo zmniejszone gdy jest ona prawidłowo zaprojektowaną i wykonaną. Gdy sieć jest należycie zaprojektowana i starannie wybudowana, ścieki płyną z domów kanałami do oczyszczalni lub wylotu w sposób ciągły, mało dający sposobności do osadzania się zawieszin oraz gnicia i fermentacji. Ścieki odpowiednio ujęte powinny być świeże. Obowiązek utrzymania sieci przewodów ulicznych spada na inspekcję sieci. Najwięcej kłopotów sprawia utrzymanie przewodów o przekrojach niewielkich 200 - 250 mm średnicy. Przewody duże mogą być przejrane przez przejście wewnątrz nich ze światłem; przewody małe ze studzienek żłazowych przez zejście na dół i przeświecenie lub też z powierzchni przez zastosowanie lampy oraz lustra.

Najpraktyczniejszym sposobem oczyszczania kanałów jest ich przepłukiwanie, nie zawsze jednak ono skutkuje. Dla uniknięcia szeregu przykrości przepisy nie pozwalają na bezpośrednie wprowadzanie do kanałów miejskich pewnego rodzaju ścieków. Muszą one być przed wprowadzeniem do kanału ulicznego pozbawione szkodliwych domieszek. Więc wszelkie kwasy, ługi, benzyna, smary i tłuszcze powinny być przed tym zneutralizowane lub wydzielone ze ścieków i usunięte.

Działanie płuczek, opisanych wyżej, może być wspomaganie przez wprowadzenie do przewodów silnych strumieni wody z węzłów, przyłączanych do hydrantów ulicznych. Kanały silnie zanieczyszczone oczyszcza się przy pomocy całego szeregu przyrządów, które wprowadza się do kanału przez studzienki żłazowe. Oczyszczanie wykonuje się odcinkami między sąsiednimi studzienkami. W najgorszych wypadkach może zająć potrzeba odkopania kanału dla jego oczyszczenia.

Do oczyszczania przewodów mniejszych średnic stosuje się przystosowane do przekroju kształtem i wymiarem szczotki /rys. 221, 222/, przeciągane na linie, kule drewniane drażone lub gumowe, wreszcie dla usunięcia mocno przywartych osadów składane drągi drewniane /rys. 223/, zaopatrywane często w metalowe skrobaczki /rys. 224/.

Dla oczyszczania przewodów o małych średnicach okazała się bardzo praktyczna gumowa piłka napompowywana powietrzem, przepuszczana na linie ze studzienki od góry odcinka przeznaczanego do oczyszczenia /rys. 225/. W celu ochronienia gumy od łatwego uszkodzenia ostrymi zanieczyszczeniami obszywa się ją w płótno żaglowe. Piłka taka powoduje spiętrzanie się wody powyżej i powstawanie silnego strumienia w dnie kanału, splukującego zanieczyszczenia. W razie napotykania większego oporu kilkakrotne poruszanie w tył i w przód powoduje usunięcie przeszkody.

Wszelkiego rodzaju szczotki przeciąga się również przy pomocy linek, przy czym dla ułatwienia pracy służą umieszczane u spodu studzienek przenośne rozpory z krążkami /rys. 226, 227, 228/.

Dla oczyszczania przekroi większych stosuje się narzędzia w postaci łopat, szufli, wiader lub też podobnie do spluwanych czy przeciąganych przyrządów, opisanych poprzednio, tarcze połączone z

wózkami /rys. 229/, powodujące splętrzanie ścieków, zaopatrzone w szczotki i t.p. W razie potrzeby przeciągania, gdy wózki takie same nie spływają, stosuje się linki nawijane na bębny, zwykle umieszczano na samochodach, z ulicy.

Do oczyszczania komór wpustów ulicznych stosuje się wozy, do których wylewa się osady wyciągane ręcznie wiaderkami podwieszonymi na krążku, lub też w większych miastach przy pomocy rozrzedzonego powietrza opuszczonym smokiem i węzłem wyciąga się osady do szczelnego zbiornika umieszczonego na samochodzie ciężarowym /rys. 230/. Odpowiednie urządzenie umieszczone na samochodzie, rozrzedza powietrze wewnątrz zbiornika.

Utrzymywanie sieci kanalizacyjnej polega również na naprawie uszkodzonych miejsc i usunięciu szkód, jak np. zapadnięć, oraz konserwacji żelaza i innych materiałów budowy. Jeśli nawet prawidłowo założona i wybudowana sieć nie wymaga poważniejszych robót konserwacyjnych, to jednak może się zdarzyć, że również i w bezbłędnie wybudowanych przewodach następują uszkodzenia na skutek szczególnie silnego zewnętrznego parcia lub z powodu ruchów gruntu względnie powstają jakieś inne uszkodzenia kanałów. W wypadku kanałów przepływowych dają się takie szkody naprawić tylko przez odkopanie odcinka i wymianę przewodu; w wypadku kanałów przełazowych mogą być naprawy wykonane bez przerywania pracy kanału. Odbywa się to najlepiej w nocy, przy czym zwykle w tym czasie niewielką ilość ścieków odprowadza się przy pomocy rury ponad odcinkiem objętym pracami.

Budowa przewodów kanalizacyjnych.

Budowa kanałów polega na wytyczeniu i wykonaniu wykopów, ich rozparciu oraz osuszeniu, ułożeniu rur, wykonaniu uzbrojenia sieci, uszczelnieniu styków i sprawdzeniu szczelności oraz zasypce.

Przy budowie kanałów wykopy wykonuje się w sposób podobny, jak przy budowie przewodów wodociagowych, jednak są one z reguły głębsze i ich wykonanie wymaga większej ostrożności szczególnie jeśli biegną blisko zabudowań i sięgają głębiej niż tych fundamenty.

Ciągi uliczne kanałów w dużych miastach umieszcza się tak, by nie uszkodzić budowli podziemnych. W miastach mniejszych oraz w rzadko zaludnionych dzielnicach willowych mniej jest z tym kłopotów, głównie należy zwrócić uwagę na przewody wodociagowe. W wypadku nowo powstających osiedli nawierzchni ulic brak i wybiera się wówczas środek ulicy lub alei jako oś przewodu kanalizacyjnego tak, by połączenia domowe /t.zw. przykanaliki/ miały jednakową długość z obu stron ulicy.

Wykonanie przewodów kanalizacyjnych w ulicach zabudowanych jest utrudnione częstokroć z tego powodu, że bardzo jest ograniczonym miejsce na złożenie wydobytej z wykopu ziemi oraz na złożenie materiałów, niezbędnych do budowy; następnie, że istniejące przewody, krzyżujące się z wykopem lub przebiegające w pobliżu wymagają starannego zabezpieczenia, wreszcie że koniecznymi są specjalne środki ostrożności zabezpieczające uszkodzeniu domów, fundowanych w miastach starszych bardzo płytko. W wąskich ulicach, gdy kanał biegnie blisko zabudowań głębiej niż spod fundamentów, muszą być domy wzajemnie rozparto. Kanał biegnący blisko fundamentu narażony jest na działanie ciężaru budynku, należy więc go odpowiednio mocno wykonać.

Budowę rozpoczyna się od wytyczenia trasy przez zabicie kołków w osi studzienek żłazowych. Od kołków prostopadle do linii kanału odmierza się połowę szerokości wykopu. Wzdłuż krawędzi wykopu naciąga się sznur i zaznacza się ją na gruncie.

Szerokość wykopu w gruncie suchym określona jest zewnętrznymi rozmiarami kanału, do których dodaje się z każdej strony po 30-40 cm w celu umożliwienia postawienia obudowy wykopu, ułożenia kanału i uszczelnienia styków. W wypadku głębokich wykopów i małych wymiarów przewodów szerokość wykopu powiększa się o dalsze 50-60 cm w tym celu, aby można było wykonać podłogi niezbędne dla przerzucania ziemi z dołu do góry. Nie jest to jednak niezbędne byle tylko było zachowane pewne minimum szerokości. Przy zakładaniu sieci kanalizacyjnej poniżej poziomu wody gruntowej szerokość wykopu zwiększa się o 0,50-0,60 m dla umożliwienia wbicia ścianek szczelnych. Jeżeli spód wykopu znajduje się poniżej poziomu wód gruntowych na głębokości 3-4 m, a czasami i więcej, wówczas ścianki szczelne wykonywać należy w dwóch stopniach i dać należy na każdy stopień poszerzenie 0,5 - 0,6 m. Zamiast poszerzania wykopu i bicia ścianek szczelnych lepiej zastosować obniżenie zwierciadła wody gruntowej przy pomocy spompowywania wody z zapuszczanych wzdłuż wykopu studzienek. Najmniejsza szerokość wykopu w suchym gruncie i niewielkiej głębokości wynosi 0,9 m.

Przed ukończeniem wykopu umocowuje się nad nim w odstępach 10-30 m na zabitych palach poza krawędziami wykopu poziomo deski ołowinice. Przy pomocy gwoździ lub łopiej przez ostrze umocowanej na desce listwy urwidacznia się oś kanału /rys. 231/. Niwelacyjnie określa się jej poziom i na każdej listwie umieszcza się znak podający odstęp od punktu położonego o pewną odległość /np. 5,0 m/ od dna przewodu.

Na ocelownicach wbija się gwoździe zgodnie ze spadem dna i napina się sznur od listwy do listwy. Oś przewodu jest przenoszona od sznura do dna przy pomocy pionu. Nachylenie określa się przy pomocy łaty o przekroju 1 cal w kwadrat, z podziałką, posiadającą u dołu poziome prostopadłe ramię /rys.232/. Spad wyznacza się przez wsunięcie krótkiego ramienia w środek przewodu i ustaleniu czy odpowiednia podziałka na łacie dotyka sznura.

Po wytyczeniu wykopu i wyznaczeniu jego szerokości można rozpocząć pracę. Jeżeli wykop przebiega po ulicach brukowanych sznur pozostawia się aż do chwili zdjęcia bruku. W wypadku ulic niebrukowanych krawędź wykopu zaznacza się łopatą w postaci bruzdy. Jeżeli sieć kanalizacyjną buduje się w ulicach brukowanych, należy przed rozpoczęciem wykopu bruk rozebrać.

Materiał uzyskiwany przy rozbiórce nawierzchni /brukowiec, kostka, asfalt i t.p./ powinien być złożony w przyny aby nie mógł zmieszać się z wyrzucaną ziemią z wykopu.

Rozbiórkę nawierzchni przeprowadza się na szerokości większej niż wykop w celu zabezpieczenia przeciwko zrywaniu się krawędzi bruku i jego wpadania do wykopu. Z każdej strony wykopu rozbiera się go szerzej o 0,20 - 0,30 m, zaś wydobywaną ziemię składa się w ten sposób, by od krawędzi wykopu do stopy nasypu pozostawał wolny pas o szerokości 0,5 - 0,7 m, niezbędny dla utworzenia przejścia wzdłuż wykopu. Należy pilnować, ażeby pas ten był stale oczyszczany z wyrzuconej ziemi, co szczególnie jest ważne w wypadku gruntu tłustego lub w okresie deszczowym, gdyż przechodzący może poślizgnąć się i wpaść do wykopu.

Przed rozpoczęciem wykonywania robót należy z góry wyznaczyć

miejsce składowania materiałów, kamieni z rozbiórki nawierzchni i ziemi, wyrzucanej z wykopu, przedstawiają swobodnymi dostatecznie szerokie pasy konieczne dla przejścia pieszych i przejazdu pojazdów. W niektórych wypadkach, gdy ulice są bardzo wąskie, zamyka się na czas budowy ruch dla pojazdów szerszych, a częstokroć całkowicie.

Materiał na budowę powinien być przywiązany nawczasu, złożony w odpowiednich miejscach i ochroniony. Należy unikać zasypywania rynsztoków. Pokrywa się go deskami tak szczelnie, by sypana ziemia nie mogła się dostawać do rynsztoka.

Rozluźnianie gruntu odbywa się najczęściej ręcznie. Zależnie od rodzaju gruntu stosuje się szufle, łopaty, oskardy. Zastosowanie do wydobywania materiału ziemnego kopaczek, zmniejsza koszt robót ziemnych, może jednak wchodzić w rachubę tylko w wypadku dużych rozmiarów, wykopów, przy czym koniecznym jest tego rodzaju wzmocnienie wykopu, by na dłuższych przestrzeniach był on wolny od wszelkiej zabudowy poprzecznej. Grunt skalisty wymaga rozwiercania i rozstrzału. Rozluźniony materiał ziemny wydobywany normalnie przy pomocy siły ludzkiej, może być przy jednym wyrzucie podniesionym na wysokość 2 m. W wypadku większych głębokości ustawia się podłogi z desek dla przorzucania materiału ziemnego w górę. W wypadku głębokości większych niż 2,5 m opłaca się zastosować mechaniczne urządzenia podnoszące. Materiał ziemny ładowany jest wówczas ręcznie do wiader, te zaś wyciągane przy pomocy windy przez krążek zawieszony na trójnogu.

W wypadku gruntu ścisłego, bez wody gruntowej i przy niewielkiej głębokości wykopu i krótkim czasie budowy można nie wzmocniać jego ścian. Wówczas jednak powinny być one założone w nachyleniu takim, aby nie zachodziła później potrzeba ich wzmocnienia, nawet wówczas,

gdyby wykop pozostawał dłuższy czas niezasypany. Wzmacnianie nachylonych skarp wykopu nie zawsze skutkuje. W wypadku wykonywania wykopów z nachylonymi skarpami zwiększa się znacznie ilość robót ziemnych oraz zajmuje się więcej miejsca pod wykop i wyrzucaną ziemię z wykopu. W wielu wypadkach jesteśmy co do miejsca bardzo ograniczeni. W gruncie nasyconym wodą nachylenie skarp musi być bardzo małe, co w sposób niewspółmierny zwiększyłoby ilość robót ziemnych.

Wykopy w materiale luźnym wymagają obudowy i rozparcia w celu zabezpieczenia się przeciwko odywaniu się ścian. Praktyka z różnego rodzaju gruntami jest konieczna dla określenia jakiego typu obudowa silna, lekka lub żadna jest niezbędna. Jeżeli istnieją wątpliwości co do jej konieczności, to powinno się postąpić zgodnie z zasadami bezpieczeństwa. Niektóre grunty utrzymują się przez pewien czas bez obudowy; konieczną jednak ona będzie w wypadku wykopu pozostającego długi czas otwartym lub pogody deszczowej. Starać się powinniśmy wykonać ją możliwie głęboko jako obudowę poziomą. Jeżeli grunt nie jest zdolny utrzymać się na wysokości równej szerokości jednej deski przechodzi się do rozparcia pionowego.

Obudowa składa się z: desek lub bali, będących w styczności ze ścianami wykopu; rozpór /krokwi/, krótkich kawałków drzewa idących od ściany do ściany, oraz podkładek - desek lub bali, przenoszących obciążenie z desek obudowy na rozpory. Na obudowę stosuje się deski świerkowe lub sosnowe o grubości 40-75 mm i długości 4 - 4,5 m. Na rozpory stosuje się okraglaki średnicy 13-16 cm. Zamiast zwykłych rozpór stosuje się na większych budowach nastawiane przy pomocy őrunku rozpory z őraza lub drzewa z butem őraznym. Grubsze okraglaki i deski stosuje się w specjalnych wypadkach, np. przejść pod to-

rami kolejowymi, tramwajowymi i t.p.

Obudowa luzna pionowa składa się z par pionowych desek, umieszczanych po przeciwnych stronach wykopu i przytrzymanych na miejscu dwoma rozporami. Przerwy między deskami zależą od rodzaju gruntu. Pionowe deski mają przekrój 5 x 10 cm. Tego rodzaju obudowa powinna być używana jedynie w wykopach płytkich i gruncie zwięzłym. Wzmocnienie uzyskiwane w ten sposób nie jest wielkie, powinno się więc zwracać staranną uwagę na zachowanie się ścian wykopu.

Obudowa lekka pionowa /rys.233/ polega na umieszczaniu pionowo na ścianach wykopu desek z krótkimi podciągami i rozporami, uzupełniającymi układ. Deski mogą być niejednakowej długości i częste są pomiędzy nimi przerwy. Ten rodzaj obudowy stosuje się w gruncie, który utrzymuje się przy głębokości wykopu 0,9 - 1,5 m bez obrywania się. Nadaje się dobrze w pierwszych stadiach wykopu, gdzie bardziej staranna obudowa jest konieczna dla części dolnych wykopu.

Obudowa skrzynkowa /rys.234/. Przy tym sposobie stosuje się poziomo deski i pionowo podkładki z jedną lub większą ilością rozpor na każdą parę podkładek. W gruncie stałym mogą być dane przerwy pomiędzy szeregiem desek lub poszczególnymi deskami. W gruncie luźnym obudowa musi być ścisłą i mocną. /Deski 5 cm, podkładki 5 x 20 cm, jeżeli nie są dłuższe niż 0,9 - 1,2 m, oraz rozpory ϕ 15 cm/. Obudowę skrzynkową stosuje się w gruncie luźnym. Wykop prowadzi się na głębokość jednej deski; dwie przeciwległe deski są rozpierane czasowo aż do czasu gdy trzy lub cztery pary znajdują się na miejscu, wówczas umieszczane są podpory z ostatecznymi rozpo-

rami. Sposób ten jest również stosowanym do głębokości pierwszych 0,9 - 1,5 m wykopu, w którym dla części dolnej stosuje się obudowę pionową.

Pierwsza deska u góry powinna być tak założona, ażeby jej skraj występował nad powierzchnią terenu o 5 - 10 cm, dla zatrzymywania się na niej przypadkowo spadających z nasypu brył ziemi. Obudowę ścian poziomymi deskami należy prowadzić jednocześnie z wykonywaniem wykopu, przy czym początkowo stawia się czasowe rozpory i krótkie podkładki, zwykle na 2 - 3 deski, zmieniane stopniowo w miarę pogłębiania wykopu dłuższymi. Po wykonaniu wykopu na pełną głębokość, gdy grunt mało zwięzły, należy bezwzględnie wymienić wszystkie czasowe rozpory i podkładki, stawiając podkładki na pełną głębokość z całych desek.

Niedopuszczalnym jest stawianie przy rozpoczynaniu kopania wykopu długich stojaków i opuszczania ich w miarę pogłębiania wykopu przez ich zabijanie. Podczas takiego pobijania głowy podkładek /stojaków/ rozbijają się, przy czym powstaje wstrząs gruntu, powodujący niekiedy zawalenie się ścian wykopu nie tylko w czasie przeprowadzania zasypki, lecz i podczas gdy wykop nie jest jeszcze wykonany na pełną wysokość.

W celu zabezpieczenia przeciwko wypadaniu rozpór należy pod każdą z nich przybić drewnianą listwę. Rozpory powinny być ustawiane poziomo, gdyż w przeciwnym wypadku pod wpływem ciśnienia gruntu mogą wyskoczyć do góry. W wypadku kiedy nie jest to możliwym, oraz gdy wykop biegnie blisko i równoległo do budynków, sięgając głębiej spo-
du fundamentów, należy przybijać podpory z dołu i z wierzchu każdej rozpory. Rozpory powinny mieć taką długość, by dokładnie pasowały.

Koniec rozpór w tym celu aby się nie strzępiły podczas tawienia ich na miejsce, należy nieco zaokrąglić obrabując krawędzie. W ten sposób umożliwia się ich użycie 5-6 razy, czasami i więcej; gdy przy pozostawieniu kantów nieściętymi częstokroć należy rozpory odrzucić po jednorazowym użyciu.

Obudowa ściska pionowa /rys.235/ jest najmocniejszą, wymagającą największej ilości robocizny i najbardziej kosztowną. Stosowaną jest w wypadku głębokich wykopów w gruncie luźnym i tam, gdzie jest spodziewana woda gruntowa. Pierwszą parę podkładek umieszcza się około 0,3 m poniżej powierzchni gruntu na trzech deskach przyłożonych pionowo do wyrównanej ściany wykopu, z rozparciem przy każdym końcu podkładki oraz w jej środku. Jeżeli jest to możliwym następna para podkładek umieszczana jest 1,2 m poniżej pierwszej pary. Podkładki są następnie tak rozparte, by pionowe deski zostały lekko wepchnięte w grunt. Pozostałe deski zabija się w otwór pomiędzy podkładki i ściany wykopu. Po umieszczeniu pionowych desek w swoim miejscu między ścianą i podkładką i wciśnięciu ich w dół aż do poziomu dna wykopu, rozpoczyna się silne zabijanie. Do wbijania stosowanymi bywają ręczne lub parowe baby. Stopniowo wykop pogłębia się; podkładki i rozpory ustawia się w odległościach 1,2 m. Przy głębokości wykopu 2,4 m stosuje się do obudowy deski o długości 3,0 m, wówczas w czasie zabijania deski nie wystają zbyt wysoko ponad wierzch wykopu. Jeżeli głębokość wykopu nie przekracza 5 m stosuje się jeden szereg desek pionowych. Podkładki stosuje się zwykle o długości 4,5 - 5,0 m.

Następny szereg desek rozpoczyna się zabijać gdy najniższe podkładki szeregu górnego znajdują się na swoim miejscu. Podpory to są

używane jako prowadnice dla niższego szeregu; natomiast podkładki dla nowego szeregu są rozparte około 0,6 m poniżej. Zabijanie następnego szeregu odbywa się podobnie, jak górnego. Rozpory wyższego szeregu uniemożliwiają zabicie desek znajdujących się wprost pod nimi. Pozostają otwory, które muszą być zamknięte balami przybitymi w miejscu otworów. Bale stosuje się o grubości 5-12 cm; podkładki i rozpory mogą mieć wymiar zmienny w miarę, jak wykop staje się głębszym, lub też umieszcza się je bardziej gęsto. Podkładki mogą mieć wymiar 15x15 - 15x20 u góry wykopu, powiększając swój wymiar do 20x25 cm przy głębokości 9,0 m. Również rozpory mogą zmieniać przekrój ϕ 15 do 20 cm. Wskazany jest umieszczanie dwóch rozpór niezależnie przy końcach podkładek nie zaś jednej w punkcie styku podkładek. Ostrożność ta uniezależnia od siebie każdy odcinek, w razie zawalenia się jednego na drugi nie ma to wpływu. Bale są zaciósane z dwóch stron tak, by dociskały się do siebie oraz do ściany wykopu. U góry są często ochraniane przy pomocy obręczy żelaznej w celu zabezpieczenia głowy przed rozszczepianiem podczas zabijania. Rozpory są umacniane przez zabicie klinów pomiędzy ich końce i podkładki. Gdyby nastąpiło rozluźnienie się, rozpory mogłyby spaść w dół. Jako zabezpieczenie przeciwko temu przybija się pod nimi listwy. Przy stosowaniu tego sposobu obudowy należy uwzględnić stratę szerokości spowodowaną przez każdy szereg bali.

Przy obudowie tego rodzaju niszczą się bale bardziej niż w wypadku bali poziomych. Poza tym wykonanie rozparcia jest trudniejsze i z tego powodu ubezpieczenie ściany wykopu gorsze. Z tych względów korzystniejszym jest stosowanie obudowy poziomej. Tylko w wypadkach, gdy osuszanie wykopu przeprowadzane jest przy pomocy pomp, mają pio-

nowe bale tę zaletę, że mogą być zabite przed wykonaniem wykopu dla przeszkodzenia płynięciu nasycenego wodą gruntu.

Tam gdzie spodziewany jest większy napływ wody zamiast desek /bali/ można użyć ścianek szczelnych. Po osiągnięciu wody gruntowej, dla prowadzenia głębiej wykopu, zabija się ściankę szczelną, do wykonania której w wypadku większych kanałów i specjalnie odpowiedzialnych odcinków wykopu stosuje się ścianki żelazne Larsena. Są one mocniejsze od drewnianych, bardziej szczelne oraz mogą być wyciągnięte i użyte kilkakrotnie.

Stosowane również belki dwuteowe z założonymi pomiędzy ich półkami zaklinowanymi balami /rys. 236/. Zabija się belki dwuteowe w odległości 2-3 m tak, by sięgały około 2 m poniżej dna wykopu. Pomiędzy nie wstawia się w miarę pogłębiania wykopu drewniane bale i rozpiera s półką dźwigara. Przy normalnych głębokościach wystarczają rozparcia tylko w głowie belek. Podczas zasypywania wykopu wyjmuje się kolejno poszczególne bale, a następnie wyciąga belki. Konstrukcja ma tę wielką zaletę, że przestrzeń wewnątrz wykopu nie jest niczym skrzepowana. Nadwyżka kosztów w stosunku do dawniejszych sposobów wykonania pokrywa się przez szybszy, niehamowany postęp robót.

W wypadku wykopów w drobnym piasku należy zastosować dalsze zabezpieczenia przeciwko wypłukiwaniu piasku przez odpływającą wodę opadową. Można np. wyjmując stopniowo dolne bale oszalowania wykonywać obetonowywanie od dołu do góry, lub też można piasek poza balami związać przy pomocy zastrzyków cementowych.

Typ odoskowania szkieletowego składa się z podpór i rozpor podobnie, jak przy pionowym odoskowaniu,

lecz deski są umieszczane tylko przy końcach oraz w środku podpory. Stosowane jest tam, gdzie wskazana jest pewna ochrona, zaś bardziej staranna nie jest przewidywana. W razie potrzeby odeskowanie szkieleto-
towe może być szybko zmienione w pionowe przez zabicie bali pomiędzy pierwotnie umieszczone podpory oraz ściany wykopu.

Małe kanały w bardzo głębokich wykopach lub pod brukiem przy krótkich długościach i materiale zwięzłym, są czasami układane w tunelach. Bardzo wówczas musi być staranna zasypka.

Przewody kanalizacyjne mogą być układane w otwartym wykopie aż do głębokości 10 m i więcej bez powstawania trudności technicznych. Tylko uwarstwienie gruntu może przy tych głębokościach wywołać zastrzeżenia. Przez składanie przy wykopie na dużej wysokości wydobytego gruntu, szczególnie przy jednostronnym składowaniu, przy poddającym się gruncie ciśnienie ziemi tak się powiększa, że następuje ugięcie odeskowania i w ten sposób zagrożenie stałości ścian wykopu. Zastosowanie sposobu tunelowego w dużych głębokościach w wypadku doświadczonego kierownictwa robót daje pod tym względem całkowitą pewnością, jakkolwiek samo wykonanie jest trudniejsze i musi być zachowana specjalna staranność dla osiągnięcia tego samego stopnia jakości wykonania.

Poniżej pewnej głębokości sposób tunelowy staje się tańszym od wykonania w wykopie otwartym. Sztywne normy nie dają się naturalnie ustalić. Na wysokość kosztów daleko idący wpływ wywierają rodzaje gruntów oraz całość miejscowych stosunków. Orientacyjnie można powiedzieć, że granica, przy której koszty wykonania osiągają tę samą wysokość znajduje się przy głębokości wykopu 8-10 m. Wobec tego przy głębokościach większych niż 8 m należy przez porównanie kosztów

sprawdzić, który z dwóch sposobów jest tańszym. Sposób tunelowy można zastosować również w wypadku, jeżeli dno podziemnego przewodu biegnie pod zw. wody gruntowej, gdy daje się ono obniżyć.

Obok dużych głębokości również wzgląd na ruch może spowodować konieczność zastosowania sposobu tunelowego. W wypadku krzyżowania przewodami kanalizacyjnymi węzłów o silnym ruchu częstokroć, szczególnie na obszarze gęsto zabudowanego miasta, nie jest możliwym zajęcie powierzchni przez wykop. W wypadku skrzyżowania z liniami kolejowymi wykop otwarty nie przedstawia trudności nie do pokonania, jednak wykonanie jest utrudnione z powodu odbywającego się ruchu pociągów i zakłóceń z powodu niezbędnych środków ostrożności tak, że należy oddać pierwszeństwo sposobowi tunelowemu.

W Ameryce rozpowszechniło się bardzo wykonywanie odcinków kanałów pod torami kolejowymi, ulicami lub drogami sposobem, w t. j. a c z a n i e r u r /rys. 237, 238/, gdyż praktyka wykazała, że jest to sposób mniej kosztowny od wykonywania w wykopie otwartym lub w tunelu. Stosuje się go przy wymiarach średnic od 0,50 - 2,00 m. W zasadzie używa się rur żelbetowych bezkolichowych. Szwy na stykach poszczególnych odcinków wypełnia się zaprawą cementową. Odpowiednio do przewidywanego obciążenia statycznego oraz ruchomego przy przelocie pociągów lub pojazdów rury zbroi się.

Cisnienie prasy wciągającej przewód powinno być zastosowane ściśle pod prawidłowym kątem, najłagodniej przez ramę tłoczącą. Przewód musi być wciągany od dolnego końca, aby umożliwić odpływ wód przeciekających od czoko do wewnątrz. Dla ustawienia prasy wykonuje się dojściowy wykop lub studnię na spodzie których buduje się drewnianą podłogę prowadnicę, dokładnie według spadku i kierunku linii przewodu.

Dla prasy koniecznym jest wykonanie oparcia. Materiał ziemny wydobywa się od czoła wciskanego przewodu w ten sposób, by wykop zależnie od jakości gruntu był wysunięty do około 0,3 m od czoła. Z boków i od góry powinien być on o 2-3 cm szerszy od obwodu rury; natomiast dno powinno być wycięte dokładnie ze spadkiem. W celu ubezpieczenia się przed wchodzeniem piasku do szwów, przy czym może powstawać skłonność do wybrzuszania linii przewodu ku górze, układa się w styk 2 warstwy papy asfaltowej lub też sznur konopny. Stosuje się stosownie do tarcia powstającego między rurą i gruntem prasy hydrauliczne 50-100 tonowe. Do budowy przewodu kanalizacyjnego o średnicy 1,75 m w Quantico, krzyżującego się z linią kolejową, użyto dwie prasy hydrauliczne 250 tonowe. Na czole można umieszczać specjalny nóż stalowy, choć naogół stosowany jest on rzadko kiedy. W wypadku użycia dwóch pras muszą być one połączone samoczynnym zaworem, wyrównującym ich obciążenie. Na rys. 239 pokazany jest oryginalny sposób umocowania kozła podpierającego prasy.

W niektórych wypadkach wtlacza się nie bezpośrednio przewód kanalizacyjny. Tylko rurę stalową i w niej umieszcza kanał.

W wypadku budowy sposobem tunelowym wykop wykonany wymaga prawie zawsze natychmiastowej jednoczesnej obudowy. Tylko w mocnej skale obudowa jest zbędną. Wykonuje się wówczas wykop przez wystrzeliwanie do kształtu przekroju, odpowiadającego obrysowi kanału. W czasie budowy tunele muszą być starannie przewietrzane w celu usunięcia dymu z wystrzałów oraz pyłu, powstającego podczas wiercenia otworów strzelniczych.

W słabszych skałach wskazana jest obudowa, niezbędna zaś jest w gruncie luźnym. Jeżeli grunt utrzymuje się przez pewien przeciąg

czasu, obudowę wykonywuje się przez ustawianie ram, opierając na nich płaszcz obudowy, znajdujący się w styczności z gruntem. W miękkim materiale ziemnym bale płaszcza ustawia się ukośnie /rys.240/ i wbija w grunt w miarę jego wydobywania. Gdy osiągnie się granicę bezpieczeństwa dla niepodpartyh bali, ustawia się następną ramę i zabija następny szereg bali. Obudowa może być wykonywana z drzewa /ramy drewniane, płaszcz z bali drewnianych/, częściowo z żelaza i drzewa /ramy żelazne, płaszcz z drzewa/, lub też całkowicie z żelaza /ramy i płaszcz żelazne/. Gdy przekrój tunelu jest duży, wykop wykonuje się częściami, zwykle przede wszystkim część górną, jako t. zw. sztolnię kierującą. W długich tunelach przewóz materiałów odbywa się małymi wagonikami na szynach przy trakcji ludźmi, końmi lub najlepiej elektrycznością. Kanały w tunelach w wypadku mniejszych przekroji wykonuje się z cegły, większe przekroje wykonuje się z betonu lub żelbetu. Przestrzeń pomiędzy kanałem i ścianami wykopu wypełnia się betonem lub starannie ubijanym materiałem ziemnym.

Budowę rozpoczyna się od wykonania w określonych odstępach pionowych szybów /rys.214, 242/, które służą dla umożliwienia zejścia do tunelu oraz dla usuwania wydobywanego materiału ziemnego i dostarczania materiałów budowlanych. Szyby takie wymagają bardzo starannej obudowy.

W gruntach luźnych stosowany jest czasami sposób budowy podobny do opisanego wyżej wciągania rur. Stalowy płaszcz, posiadający od czopa tnący nóż jest wpychany w grunt przy pomocy pras hydraulicznych, wspartych o wykonane ściany kanału lub o silną obudowę tunelu. Wykop prowadzi się u przedniego ostrza płaszcza.

W materiale wodonośnym płaszcz zamyka się przy końcu tarczą,

tworząc rodzaj kesonu. Dla osuszenia gruntu stosuje się sprężone powietrze, wyciskające wodę. Wybudowaną być musi wówczas specjalna komora śluzowa, przez którą przechodzą ludzie i materiały.

W czasie prowadzenia wykopu w gruncie wodonośnym zachodzi potrzeba ciągłej walki z napływem wody do wykopu, gdyż utrudnioną jest w nim bardzo praca.

Sposoby osuszania wykopu zależą od różnicy poziomów dna wykopu i wody gruntowej oraz od właściwości gruntu. Polegają one albo na powierzchniowym odprowadzeniu wody zalewającej wykop lub na obniżeniu poziomu wody gruntowej. Sposób pierwszy jest mniej kosztowny, warunki jednak pracy w wykopie są znacznie gorędsze. Z uwagi jednak na koszty odwodnienia stosowany jest on powszechnie. W wypadku gruntu piaszczysto-żwirowego przy zwykłym odeskowaniu stosować go można aż do głębokości zamurzenia się pod zwierciadło wody gruntowej 0,3 m. W wypadku gruntu gliniastego może być wykop osuszonym powierzchnie nawet i przy większym zagłębieniu pod zw. wody gruntowej. Przy zastosowaniu odeskowania wykopu przy pomocy ścianek szczelnych można iść naogół dość głęboko, jednak ze względów technicznych i gospodarczych ma to swoje granice. W wypadku wcinania się głębokiego w silnie wodonośne warstwy zwalczanie dopływu wody sposobem powierzchniowym nie osiąga skutku, wówczas stosować należy obniżenie zw. wody gruntowej przez spompowywanie wody z szeregu biegnących równoległe do linii kanału studzienek. Sposób ten choć kosztowny posiada tę zaletę, że pozwala na pracę w całkowicie suchym wykopie.

W celu odprowadzenia wody gruntowej powierzchniowo po dno wykopu dają się nań warstwę żwiru lub tłucznia, w razie zaś silnego

napływu wody układa się podłużny drenaż, zasypywany materiałem przepuszczającym /rys. 243/. Wykop należy prowadzić tak, by zawsze istniał odpływ wody do niżej położonego miejsca, skąd się ją wyczerpuje. Z zagłębień dla smoków /studzienek/, które zakłada się w odstępach normowanych napływem wody, wyciąga się wodę przy pomocy pomp, uruchomianych ręcznie lub przy pomocy silników. Istnieje niebezpieczeństwo unoszenia przez wodę drobniejszych cząstek gruntu powodujące jego rozluźnienie. Szczególniej jest to groźne jeśli przecięte zostaną źródłiska w piasku lub kurzawka, która może się zacząć poruszać pod wpływem ciśnienia wody gruntowej. Przez zabicie ścianek szczelnych utrudnia się dopływ z boku, jednak wypór od dołu pozostaje. Danie na dno wykopu siłna lub słomy, obciążenie żwirem lub ciężkim tłuczniem ułatwia stabilizację piasku i pozwala na wznoszenie się wody bez naruszenia równowagi ścian wykopu aż do chwili, gdy praca w wykopie zostanie ukończona.

Czerpanie wody zależnie od jej napływu wykonuje się w najprostszy sposób ręcznie przy pomocy włader lub ręcznie poruszonymi pompami przeponowymi oraz tłokowymi względnie pompami wirnikowymi, napędzanymi silnikami elektrycznymi lub spalinowymi.

Najdoskonalsze osuszenie wykopu roboczego osiąga się przez obniżenie zw. wody gruntowej czerpiąc ją z szeregu założonych równolegle do wykopu studzienek w tak znacznym stopniu, że zwierciadło wody gruntowej obniżone zostaje poniżej dna wykopu /rys. 244, 245/. Praca odbywa się całkowicie w suchym wykopie i nie ma obawy wymywania drobniejszych cząstek gruntu. Niebezpieczeństwo dla okolicznych budowli istnieje tylko o tyle, że w wypadku niektórych rodzajów gruntów przejściowe osuszenie powoduje zmniejszenie objętości gruntu, wywo-

łużące osiadanie. Tego rodzaju zjawiska są możliwe w gruntach ilastych i warstwach bagiennych. W takich wypadkach zastosowanie ostatnio omawianego sposobu musi być starannie wypróbowane. Odstęp studzien dobiera się odpowiednio do napływu wody, rodzaju gruntu i pożądanego stopnia obniżenia zw.wody. W wypadku obniżen do 3-4 m oraz gruntu piaskowo-zwirowego stosuje się studnie średnicy 100-150 mm w odległościach od 8 - 20 m. Najpowszechniej stosuje się studnie z filtrem siatkowym, którego rozmiar oczek dostosowuje się do rodzaju gruntu. Studnie są łączone wspólnym przewodem ssącym, idącym do pompy. W miarę postępu robót filtr i rury studzienne są wyciągane i przenoszone na czoło odcinka wykopu.

Należy zwracać uwagę, aby wykop nie był niepotrzebnie rozszerzany lub zwężany. W wypadku ubezpieczania ścian nadmierne zwężanie wykopu powoduje następnie duże trudności i koszty.

Aby zabezpieczyć się przed przekopaniem się na zbyt dużą głębokość zwykle pozostawia się dno niedokopane na 5 - 10 cm, usuwając tę warstwę już w czasie układania przewodu. W ten sposób układa się przewód na gruncie nienaruszonym, co zmniejsza osiadanie, powodując rozluźnienie styków. W mocnym gruncie dno wykopuje się starannie według obrysu kanału, ażeby w możliwym stopniu oszczędzić na odeskowaniu, wykopie i betonie. Jeżeli grunt nie utrzymuje się bez odeskowania, wówczas kanał jest murowany lub betonowany pomiędzy odeskowaniem, a następnie wolna przestrzeń między kanałem i ścianą wykopu zostaje zapełniona chudym betonem.

Przy wykonywaniu wykopów należy zwrócić uwagę na zabezpieczenie od uszkodzeń przewodów, które krzyżują się z wykopem. Przecięcie łopatą kabla elektrycznego oraz pęknięcie przewodu gazowego

może spowodować wypadki z ludźmi. Pęknięcie zaś przewodu wodociągowego może wywołać zalanie wykopu i powstanie dużych szkód.

Należy się zabezpieczyć przed możliwością późniejszych zmian w niwelacji kanału z powodu jego osiadania. Może to mieć miejsce jeżeli pod dnem kanału znajdują się warstwy ściśliwe, bagienne, torf i t.p. Gdy ich miąższość jest niewielka i sięgają one dość płytko pod dno, wówczas usuwa się tę słabą warstwę, zastępując ją warstwą żwiru lub piasku, w niej zaś umieszcza dren. W pokładach niezbyt ściśłych układa się gotowe rury /betonowe/ na deskach około 8 cm grubości, dając styk desek w połowie długości rury. W wypadku większej miąższości nie można uniknąć sztucznego fundowania.

Rury kamionkowe o średnicy 450-600 mm w gruntach suchych zabezpiecza się przeciwko możliwym osiadaniom przez danie pod nie fundamentu betonowego. Na odcinkach, gdzie jest możliwym duże obciążenie z góry np. pod torami kolejowymi na terenie fabryk, rury kamionkowe obetonowuje się ze wszystkich stron, zaś górę zasypuje do wysokości 0,5 - 0,7 m ponad kluczem płaskim.

Przewody żelbetowe, posiadające zwykle większe rozmiary i wagę, tylko w rzadkich wypadkach mogą być układane bezpośrednio na dnie wykopu. Nawet w suchych gruboziarnistych gruntach daje się pod nie sztuczny podkład w postaci warstwy żwiru lub szutru o grubości 0,10 - 0,15 m. W gruntach przepuszczalnych z umiarkowanym dopływem wód gruntowych daje się podkład z warstwy szutru 0,15 - 0,20 m grubości oraz warstwy betonu 0,10 - 0,15 m. Na warstwę betonową pod spód rury daje się przed samym jej ułożeniem wyprawę cementową o grubości 2-3 cm. Ma ona za zadanie wygładzić nierówności powierzchni

betonu, wynikłej z powodu wymywania cementu przez strugi wody gruntowej. W wypadku silnego dopływu wody gruntowej daje się warstwę kamieni i zakłada w nim drenaż. Pomiędzy warstwą kamienia i warstwą betonu umieszcza się rogożę, umożliwiającą ubijanie betonu bez obawy jego przedostawania się do warstwy drenującej.

W pewnych wypadkach gdy musimy układać kanały w specjalnie ciężkich warunkach i warstwa betonowa na podkładzie z szutru lub kamienna nie zapewnia stałości przewodu, najkorzystniej będzie przeniesienie ciśnienia kanału na grunt przez fundament umieszczony na palach. Stosowane są pale drewniane, wówczas gdy nośna konstrukcja pozostawać ma stale pod wodą /rys.246/, lub żelbetowe /rys.247/. Oparcie w postaci rusztu stwarzane jest przy pomocy poprzecznych oczepów i podłogi z bali /rys.248/ lub w postaci płyty, w której zabetonowuje się głowy pali /rys.249/. W gruncie bagiennym musi być beton ochroniony przeciwko szkodliwemu działaniu kwasów humusowych. W tym celu powierzchnie zewnętrzne pokrywa się warstwą asfaltu lub otacza asfaltową filcową papą. Można też stosować specjalne domieszki do betonu, uodporniające go przeciwko wodom agresywnym.

Przed ukończeniem wykopu należy rozwiązać oraz ułożyć wzdłuż niego rury oraz materiały do uszczelnienia styków. Rury kołowe układa się zwykle prostopadle do osi przewodu, dla zabezpieczenia się przed spadaniem ich do wykopu.

Przed ułożeniem w wykopie należy zbadać starannie każdą rurę, czy w czasie przewozu nie uległa uszkodzeniu. Rury z brakami powinny być odrzucane.

Rury kanalizacyjne muszą być w czasie ładowania i wyładowania oraz przewozu zabezpieczane przeciwko uderzeniom. Przy przewo-

zie kolejowym mniejsze średnice ładuje się ręcznie, większe przy pomocy dźwigów. Układa się rury równolegle do długości wagonu. Stawianie i układanie wpoprzek powoduje przy uderzeniach pękanie rur. Gdy układa się je w kilku warstwach, należy je przedzielać najlepiej łatami drewnianymi, kładzionymi prostopadłe do rur. Przy przewozie samochodami ciężarowymi należy rury zabezpieczać przeciwko uderzaniu o siebie. W wypadkach złych dróg zabezpieczyć należy kawałkami drzewa, odpowiednio umieszczanymi, cały ładunek przed przesuwaniem się. Gdy brak przy wyładowywaniu dźwigów zsuwa się rury po pochylni tworzonej z mocnej podłogi lub kantówek. Większe rury dosuwa się na wałkach i zsuwa powoli po pochylni w sposób wskazany na rysunku 250.

Z miejsca wyładunku podwozi się je do wykopu najlepiej na łańcuchach. Na bliskie odległości dosuwa się je rolując, przy czym należy uważać, by rury kołowe nie uderzały o ziemię podstawą, zaś jałowe ścianą boczną /rys. 251/. Rury większych średnic przesuwa się na wałkach.

Dowieźć się powinno rury do wykopu na krótki czas przed ich umieszczeniem w wykopie. Powinny być tak rozłożone, by nie były zasypywane ziemią z wykopu i - by nie obciążały ścian wykopu.

Przed ułożeniem następnego odcinka rury musi być dno wyrownane zgodnie ze spadem, zaś pod kielich wybrano specjalne gniazdo. Jeżeli wykop został przebrany, podsypkę wykopuje się odpowiednim sytkim materiałem. Układane rury kołowe nie powinny opierać się o dno stykając po jednej linii lecz powierzchnią obwodu taką, by kąt między promieniami idącymi od środka przewodu do krawędzi podparcia wynosił $90^{\circ} - 120^{\circ}$ /rys. 252/.

Gdy kanał budowany jest z rur kielichowych małej średnicy, mogą być na stojąco uszczelnione po dwa odcinki rury na górze, a następnie opuszczane na dno i dostawione do końca ułożonego kanału.

O p u s z c z a n i e rur do wykopu odbywa się zależnie od ich ciężaru ręcznie lub przy pomocy najróżniejszych mechanizmów. Opuszczanie przy pomocy lin podobnie do rur wodociagowych jest niewskazane, gdyż zanieczyszczają się powierzchnie styków, zaś w wykopie trudno je należycie oczyścić.

Większe rury najlepiej opuszczać przy pomocy krążków żelaznych, podwieszonych na trójnogu. Pod trójnogiem przesuwa się ponad wykopem bale, na które wstępa się rurę. Po podciągnięciu rury przy pomocy krążka zwolnione deski zostają wyciągnięte, zaś rurę opuszcza się na dno wykopu. Linę podwieszającą lepiej dawać nie po obwodzie rury tylko przesuwając przez wnętrze rury, w wypadku jednak większych przekroji może powstawać nieszczelnienie krawędzi przez linę, daje się więc je wówczas po obwodzie /rys. 253/. Najlepiej opuszczać na haku /rys. 254, 255/. Opuszczają się w ten sposób, by dostawiany odcinek zachodził nieco na przewód już ułożony. Na dole robotnicy odciągają rurę wprzód, poczym swoim ciężarem wchodzi ona na miejsce. Można wówczas hak wyjąć. W celu przyspieszenia pracy stosuje się ruchome dźwigi na rolkach lub kółkach /rys. 256/. Musi być wówczas przewidziane z obu stron wykopu wolne miejsce na szyny oraz odeskowanie wykopu nie może wystawać ponad jego krawędzie.

U k ł a d a n i e sieci przewodów jest robotą bardzo odpowiedzialną, gdyż błędy w ułożeniu prowadzą w następstwie do dużych niedogodności i niepotrzebnych wydatków utrzymania sieci, a nawet czasami do konieczności jej przekładania. Zwykłymi błędami przy

budowie jest nieprostoliniowość osi przewodów oraz nieszczelność styków.

Dla utrzymania należytego i prostoliniowego spadku zakłada się co pewien czas nad wykopem poprzeczne poziome łaty z umieszczoną na nich tabliczką, wskazującą oś kanału oraz zaniwelowaną wysokość, od której odmierzona określona odległość daje niwelotę dna. Najlepiej na tabliczkach tych tak umieścić gwoździe lub wwiercane śruby, by dla ułożenia kanału o zaprojektowanym spadku wystarczyło odmierzać od ich główek stałą odległość. Do wizowania stosuje się zwykle krzyż ustawiane nad latami oraz krzyż z ramieniem wsuwany do wnętrza przewodu kanalizacyjnego. Układanie według poziomicy ustawianej na przewodzie nie jest wskazane, gdyż grubość ścian przewodów nie zawsze jest jednakowa. W wypadku bardzo małych spadków rozбивa się odcinek między studzienkami na długości 8-10 m, zabijając w tych odległościach kołki z główkami o 3-4 cm niżej zaprojektowanej niweloty dna. W kołki wwierca się śruby, dowiercając je według niwelatora z dokładnością 1 mm do poziomu projektowanego. Do wyznaczenia osi przewodu stosuje się pion.

Układanie rur kamionkowych rozpoczyna się od studzienki złączonej od niższego odcinka wykopu. Pierwszą rurę kładzie się na dno studzienki, kierując kielich wprzód. Dno studzienki powinno być wykonane przed rozpoczęciem układania rur. Rurę następną kładzie się okręcając jej boki koncem sznurem czarnym dwa razy i wprowadza do kielicha ułożonej poprzednio, po czym następuje pobicie sznura żelazem. Jako żelazo do zabijania stosuje się pręt okrągły o średnicy 19 mm, długości 0,3 m, zgięty w środku i rozpiaszczony na końcu. Po zabiciu sznura sprawdza się krzyżem położenie rury i odpowiednio po-

prawia. Ostatnią czynnością powinno być silne osadzenie w dół nie zaś podjęcie do góry. Tylko przy tak przeprowadzanym układaniu można być pewnym, że nie będzie osiadania. Po ostatecznym ustaleniu położenia rury zabija się ostatecznie sznur i wykonywuje uszczelnienie styku. Przy układaniu rur kamionkowych zwrócić należy uwagę, aby w wypadku nieprawidłowego kształtu rur prześwit na stykach wypadał u góry nie zaś u dołu, gdzie wymagana jest ciągłość powierzchni rury.

S t y k i zalewa się asfaltem lub cementem. Zaprawę cementową daje się częstokroć bez umieszczania na dnie kielicha sznura kopnego. Wówczas należy zabezpieczyć styk od wewnątrz przeciwko wyciekaniu zaprawy. Styk od wewnątrz powinien być starannie wygładzony.

Styki uszczelnione cementem mają tę wadę, że są sztywne, co przy osiadaniu rur powoduje pęknięcia, wywołujące nieszczelność przewodów. Połączenia bardziej sprężyste uzyskuje się przez zastosowanie kosztowniejszych przetworów bitumicznych, wlewanych na gorąco przy temperaturze około 200°C. Wykonanie zalania przeprowadza się w sposób podobny do wlewania ołowiu.

O d g a ł ę z i e n i a dla przyłączy domowych umieszcza się zgodnie ze wskazaniem planu lub po uzgodnieniu warunków miejscowych według wskazań prowadzącego budowę. Jeżeli nie są one bezpośrednio wykorzystywane, zamyka się je płytką betonową lub drewnianą, uszczelniając ją gliną. Dla łatwiejszego odszukania jego położenia dobrze jest przymocować do zamykającej płytki drut i wyprowadzić go pod wierzch, mocując do górnego końca drutu kawałek drzewa /rys.

Kanały budowane nie z odcinków rur tylko w całości w wykopie mogą być wykonywane z betonu lub żelbetu oraz z cegły. Jeżeli wykop jest suchy, zaś dno mocne, wykształca się je w ten sposób, że stanowi ono zewnętrzny kształt spodu. W materiale miękkim musi być wykonane dno płasko, a nawet w niektórych wypadkach jako ruszt na palach. Budowę przewodu prowadzi się w odcinkach, przy czym przede wszystkim betonuje się dno. Odeskowanie wewnętrzne i zewnętrzne zachodzi na końcu wykonanego odcinka, przy czym powierzchnię ożołąwą betonu tak się wykształca, by nastąpiło dobre związanie betonu na szwie.

Odeskowanie wewnętrzne opiera się na rozstawionych co pewien odstęp krążynach drewnianych lub rozbieranych metalowych. Obliczone być muszą one na ciężar, który na nich spocznie. Jeżeli ściany wykopu na to pozwalają zewnętrzne odeskowanie może być zbyt czynnym. W końcu beton układa się wówczas kielnią. Bardzo duże kanały są czasami betonowane stopniowo: dno, część boków, wreszcie łuk górny. Zdjęte krążyny oraz deski składa się na wózek, którym się je podwozi dalej wprzód.

Kanały o przekroju kołowym są przeważnie budowane w dwóch częściach. Po stwardnieniu betonu w dolnej części stawia się na nim oparcie dla odeskowania; pozostawiony w nim otwór w wierzchołku służy do wprowadzania i ubijania betonu.

Powierzchnie desek lub blach nadających kształt przekroju muszą być sztywne, starannie oczyszczone; dla zabezpieczenia przeciwko przywieraniu cementu smaruje się je naftą. Wskazany jest nie usuwać podbudowy wewnętrznej dopóki kanał nie zostanie pokryty zasypką na wysokość co najmniej 0,30 m. W przekrojach żelbetowych należy zwró-

cić uwagę na staranne umieszczenie uzbrojenia zgodnie z projektem. Również należy zwrócić uwagę na staranne ubicie betonu, by był on jednostajnie gęstym oraz gładkim wewnątrz. Niekiedy wskazanym jest wtarcie, w ciągu 2-ech godzin po usunięciu odeskowania, na suchą rozsypaną mieszaninę cementu i drobnego piasku w stosunku 2:1.

Jeżeli dno przewodu jest wykładane klinkierem lub łuskami kamionkowymi musi być ono wykonane o 10-15 mm niżej spodu okładziny i powinno osiąść przed rozpoczęciem jej układania. Klinkier układa się jako wozówki na zaprawie cementowej 1:3 z mijającymi się szwami; szwy zapełnia się zaprawą, nie powinny być one szersze niż 6 mm. W podobny sposób układa się specjalne płytki, łuski, półrury kamionkowe i t.p. Często zastosowanie na spody znajduje kamionka, wyrabiana w postaci specjalnego kształtu spodów kamionkowych lub też w postaci łusek.

Budowę spodu kanałów z cegły prowadzi się przy pomocy szablonu z drzewa /rys. 258/. Szablon ustawia się pionowo, dokładnie na osi i rozpina sznury pomiędzy gwoździem, umieszczonym na zewnętrznej jego powierzchni. Sznur napinany jest na długość około 4 m. Na szablonie zakarbowany jest podział cegły. Przed użyciem cegła musi być namoczona w wodzie. Moczy się ją w kąpieliach drewnianych. Czas moczenia wynosić powinien co najmniej $\frac{1}{2}$ godziny - zwykle jednak więcej - 24 godzin. Układa się ściany na wysokość 2-ech cegieł powyżej pacho. Wyjmuje się następnie szablony i ustawia na podkładkach z żelaza lub z drzewa. Na powierzchni bębna wyrysowany jest podział cegły prostej i klinów. Sklepienie muru-je się jednocześnie z obu stron, w kluczu osadza się cegłę klinkową i zalewa płynną zaprawą. Szwamy w sklepieniu duże nie powinny być bez-

sze po zewnętrznej stronie niż 3-6 mm. Stosuje się zaprawę 1:3. Zewnętrzna strona sklepienia powinna być pokryta wyprawą o grubości co najmniej 1 cm, dla zmniejszenia infiltracji. Po ukończeniu odcinka przestrzeń pomiędzy sklepieniem i ścianami wykopu powinna być wypełniona ziemią w warstwach 0,15 m starannie ubijanych aż do wierzchołka sklepienia, a następnie powyżej niego na wysokość kilkudziesięciu cm. Dopiero wówczas mogą być bębny zwolnione i wyjęte. Wszystkie szwy wewnętrzne wraz z powierzchnią zewnętrzną powinny być w możliwym stopniu wygładzone zaraz po wykonaniu odcinka i cała luźna zaprawa usunięta /fugowanie/.

W czasie murowania osadza się w odpowiednio z góry zadanych miejscach wpusty /rys.72,74/.

W niektórych miastach buduje się kanały betonowe z odcinków segmentów. Przed ustawieniem boków z segmentów wykonuje się dno. Można również dno wykonać z betonu w odcinkach na górze wykopu i następnie ustawiać je w wykopie. Wszystkie szwy wewnętrzne powinny być wypełniane zaprawą natychmiast po wykonaniu odcinka, luźna zaś zaprawa usunięta. Zaprawa, jak i wyżej, 1:3.

W wypadkach normalnych głębokości układania przewodów /2-4 m/ przy użyciu odpowiedniego materiału ziemnego na zasypkę mogą być rury kołowe aż do średnicy 800 mm stosowane bez specjalnego zabezpieczenia. Natomiast rury o większej średnicy wskazanym jest zabetonować aż do wysokości zwornika /rys.259, 260/. Również jest to wskazane, gdy brakuje odpowiedniego materiału na zasypkę. Nieodpowiednimi na zasypkę są grunty gliniaste, gdyż pod wpływem wody pęcznieją i rozpływają się.

Z a s y p k a wokół ułożonego przewodu musi być wykonana starannie i możliwie bez zwłoki w celu stworzenia mocnego oparcia dla przewodu. Drobnoziarnisty materiał jest ubijany w równomier-
nych warstwach grubości 0,15 - 0,20 m przy pomocy małych ubijaków z boków przewodu i do wysokości 0,6 m ponad zwornik. Nie powinno być dozwolone chodzenie po przewodzie dopóki nie nastąpi zapełnienie wykopu na wysokość 0,3 m ponad wierzch przewodu. Należy zabezpieczyć przeciwko uszkodzeniu świeżo wykonane złącza. Aż do 0,6 m grubości zasypki materiał ziemny musi być zasypany bardzo ostrożnie. Dalsza zasypka może być prowadzona bardzo szybko ręcznie lub maszynami z tym zastrzeżeniem, że prowadzi się ją warstwami. Po zasypaniu na wysokość 0,3 - 0,4 m ponad wierzch przewodu można powiększyć grubość warstw do 0,30 m i ubijanie prowadzić cięższymi ubijakami. Dla za-
oszczędzenia siły ludzkiej należy polecać użycie ubijaków uruchamia-
nych sprężonym powietrzem. Bardzo starannie należy przeprowadzać zasypkę oraz ją ubijać w wypadku wykopów w ulicach miast, szczególnie, jeżeli mają być wykonane bruki. Ze względu na trwające dłuższy czas osiadanie daje się bruki tymczasowe na podsypce z tłucznia i żwiru. Po upływie nie mniej niż pół roku może być położony bruk ostatecznie.

Z a l e w a n i e w o d ą materiału zasypki w celu jego dobrego osadzenia się jest dozwolone jedynie w materiale luźnym lub żwirowym. Jeżeli stosuje się ten sposób osadzania, to pierwsze zalanie może nastąpić dopiero po zasypaniu przewodu na 0,6 m ponad jego wierzch i dobre ubicie tej zasypki. Następnie w czasie lub po wykonaniu drugiej warstwy zasypki. Nadmiar wody powinien być usunięty dla uniknięcia jakichkolwiek zaburzeń w gruncie sąsiadującym z wykopem oraz nadmiernego obciążania przewodu. Tam, gdzie wykopy znajdują

się w polu, zasypki powyżej 0,6 m nie ubija się. Cały wydobyty materiał ziemny jest wrzucany do wykopu, zaś pozostającemu garbowi pozwalają się osiadać w sposób naturalny.

Powszechnie stosuje się wydobywanie materiału drzewnego z odeskowania. Początkowo obluźnia się rozpory, następnie usuwa. Jest to praca wymagająca uwagi i doświadczenia, gdyż istnieje niebezpieczeństwo zasypania robotników. Czasami zachodzi potrzeba przebijania rozpór. Jeżeli rozporządza się dźwigami mechanicznymi, zarzuca się pętle z liny wokół jednego lub kilku bali i wyciąga się je stopniowo do góry. Dla ułatwienia wyciągania zakładać można na drewniane bale klamry żelazne /rys. 261/. Stalowe bale mają otwór u górnego swego końca, w którym można zamocować hak. Ręcznie wyciąganie odbywa się przy pomocy klamry oraz żelaznego draga. Jeżeli kanał wymaga pierwszorzędного oparcia, musi być przedsięwzięte staranne zapewnienie i ubicie przestrzeni pozostałych po wyciągnięciu odeskowania. W niektórych wypadkach usuwanie odeskowania jest zabronione z uwagi na zabezpieczenie się przeciw możliwym usuwiskom.

Rozbieranie obudowy wykopu jest robotą nawet bardziej odpowiedzialną niż wykonywanie obudowy. Musi ono być prowadzone jednocześnie z zasypką. W miejscach zagrożonych lub w luźnym piasku wyjmuję się po jednej desce. Przy luźnowaniu rozpór należy w możliwym stopniu unikać wstrząsów w otaczającym gruncie. W zwięzłym gruncie można rozbórkę prowadzić odrazu na wysokość 3-4 desek, należy zawsze jednak uwzględnić możliwość usuwania się gruntu i naruszenia stałości sąsiadujących budynków.

Przed wykonaniem zasypki ułożonego odcinka kanału należy zba-

dać jego szczelność. Próba szczelności odbywa się pomiędzy dwoma studzienkami żłazowymi. Przewód zostaje zamknięty płytami żeliwnymi, uszczelnionymi pakunkiem gumowym oraz wzmocnionymi zastrzałami. Wszystkie połączenia idące nazewnątrz należy również dobrze uszczelnić.

Do zamkniętego odcinka wprowadza się pod niewielkim ciśnieniem powietrze, dwutlenek węgla, dym powstający ze spalania wilgotnych trocin, względnie impregnowanych gudronem, papieru. Bardzo prosty sposób polega na poddaniu odcinka kanału niewielkiemu ciśnieniu wody, nie większemu jednak niż 2 m słupa wody. Wystarczy napełnić studzienkę dolną, pozostawiając tak uszczelnioną górną, by umożliwić było wychodzenie powietrza w czasie zapełniania przewodu wodą. Obserwuje się pierwotny stan wody i po pewnym czasie /5 - 10 minut/. Spadek zw. wody jest proporcjonalny do długości odcinka poddanego próbie, wyciekanie wzrasta przy powiększaniu ciśnienia. Należy odróżnić wyciek od strat wody na nasiąknięcie sznura. Przy powtórnych próbach straty ponowne zmniejszają się kilkakrotnie w porównaniu z pierwotnymi. Nie powinno się rozpoczynać obserwacji wcześniej niż po 2-ch godzinach po napełnieniu kanałów. Styki źle wykonane, przepuszczają wodę, powinno się je od razu poprawić.

Należy zwrócić uwagę na to, aby w razie zakorkowania niezasypanego odcinka przewodu podnosząca się w wykopie woda gruntowa nie spowodowała naruszenia przewodu. W obawie takiego zjawiska należy zabezpieczyć przewód przez zaklinowanie nad nim rozpór, lub też próbę wykonać po dokonaniu zasypki. Jeżeli jednak kanał pogrążony jest w wodzie gruntowej wyniki próby mogą być fałszywe.