

Wykłady prof. inż. I. Radziszewskiego „O WODOCIĄGACH“.

Działanie wszelkich filtrów jest wtedy najekonomiczniejsze, kiedy filtry pracują równomiernie bez przerwy. Ponieważ zużycie wody w ciągu jednej doby jest bardzo zmienne, należy zatem wodę, równomiernie filtrowaną zbierać, aby było skąd czerpać ją w godzinach największego zapotrzebowania. Stąd wynika potrzeba zbiorników, których objętość powinna być dostateczna, aby przy równomiernym dopływie wody z filtrów zapewnić zmienny odbiór wody. Ponieważ zbiorniki takie zawierać mają wodę, otrzymaną z pewnym nakładem pracy i kosztu, są więc one zawsze zamknięte i zabezpieczone od możliwych zanieczyszczeń. Zwykle zbiorniki te są pomieszczane pod ziemią, aby zewnętrzna temperatura — wysoka w lecie i niska w zimie — nie odbijała się na wodzie.



Kiedy mamy już przygotowaną wodę, należy ją dostarczyć do miejsca jej użycia. Zwykle związane to bywa z pewnymi trudnościami: miejsce ujęcia wody znajduje się w mniejszej lub większej odległości od miejsca zużycia, a nieraz na bardzo znacznej odległości; pod względem wysokości, liczonej, dajmy na to, od poziomu morza, miejsce ujęcia najczęściej będzie niżej, niż miejsce zużycia. W rzadkich razach zdarzyć się może, naprz. w miejscowościach górzystych, że miejsce ujęcia wody znajduje się powyżej miejsca zużycia i wtedy woda kanałem otwartym, lub też zamkniętym może własnym ciężarem przedostać się od źródeł do miejsca zużycia. Najczęściej jednak spotykać się będziemy z koniecznością dostarczania wody z niższego miejsca ujęcia do wyższych i bliżej lub dalej położonych miejsc zużycia.

Do tego celu służą nam zakłady pompowe, zaopatrzone w pompy, których systemów jest bardzo wiele i o tem tu szerzej mówić nie miejsce. Zaznaczyć tylko należy, że dziś są w użyciu pompy dwóch zasadniczych rodzajów, mianowicie: pompy tłokowe, w których głównym organem jest tłok, poruszający się tam i z powrotem w cylindrze; przy ruchu w jedną stronę zachodzi ssanie, przy ruchu w drugą stronę — zachodzi tłoczenie; drugi rodzaj pomp, — są to pompy t. zw. odśrodkowe, — w których główny organ koło z łopatkami, nazwane wirnikiem, umieszczone w korpusie, obraca się ze znaczną liczbą obrotów i, porywając cząstki wody, wstępujące przy osi wirnika, odrzuca je ku zewnętrznemu obwodowi, nadając im znaczne prędkości, dzięki którym uzyskuje możliwość pokonania znacznych ciśnień.

Motory, stosowane do poruszania pomp, mogą być albo parowe, naprz. lokomobile — przy małych urządzeniach, albo stałe maszyny parowe z kotłami parowymi — przy większych urządzeniach. Stosowane są też silniki spalinowe — na gaz miejski, o ile miasto posiada gaz, — lub na ropę albo benzynę. Jeśli miejscowość, zaopatrywana w wodę, posiada elektryczność, wskazane jest stosowanie prądu do poruszania pomp; w tym razie bardzo się nadają pompy odśrodkowe, poruszane elektromotorami, ustawionymi na wspólnym z pompą wale. Ponieważ stacya elektryczna na oświetlenie pracuje nocą, zaś na wodę pracować powinna przeważnie w dzień, przeto ta kombinacya jest bardzo celowa i praktyczna.

Jeśli prądu niema, a pompy muszą być często puszczone w ruch i również często zatrzymywane, bardziej się nadają silniki spalinowe, nie zaś parowe: silniki spalinowe mogą być uruchomione w ciągu 10—15 minut, kiedy do puszczenia silnika parowego w ruch trzeba albo kocioł trzymać stale pod parą albo też trzeba poświęcać każdorazowo dłuższy czas na utworzenie się pary w kotle.

Taka czy inna pompa, zabierająca wodę ze zbiornika z czystą wodą, wtlacza je do przewodów rurowych i zmusza ją płynąć ku dalekiemu nieraz i względnie wysoko położonemu miejscu odbioru. Zwykle tłoczona jest woda przedewszystkiem do zbiornika o mniejszych lub większych wymiarach, ustawionego na dostatecznej wysokości. Jaka to ma być wysokość, a przynajmniej, od czego ona ma zależeć, uprzytomnimy sobie z takiego doświadczenia: wystawmy sobie zbiornik, ustawiony na pewnej wysokości; z tego zbiornika niech wychodzi rura częściowo pionowa, a w znacznej części pozioma. W różnych miejscach rury poziomej niech będą wstawione cieńsze rurki pionowe, u góry otwarte. Niech w różnych miejscach długiej rury poziomej, naprz. na jej końcu, oraz na powyższych cienkich pionowych rurkach będą wstawione krany. Najlepiej

teraz do takiego modelu tyle wody, aby wypełniła zbiornik. Wtedy wszystkie rury i rurki będą napełnione wodą, przyczem wszędzie woda się podniesie do poziomu wody AB ściśle takiego samego, jaki będzie w zbiorniku. Otwórzmy teraz którykolwiek kran, naprz. końcowy. Z kranu zacznie się wylewać woda; na jej miejsce zacznie dopływać woda ze zbiornika; do zbiornika stale dolewamy odpływającą ilość wody. Jednocześnie zauważymy, że poziomy w rurkach opadną i tem bardziej będą opadały, im dalsze rurki pionowe będziemy obserwowali. Tłumaczymy to w ten sposób: pierwotnie, kiedy woda była w spoczynku, wewnątrz głównej rury było ciśnienie, mogące podtrzymać w każdej rurce pionowej słup wody, który sięgał poziomu AB. Kiedy zaś woda w rurze głównej została wprowadzona w ruch, aby mógł dojść do otwartego kranu, napotyka na całej drodze pewne tarcie o ścianki przewodu, którym płynie; tarcie to woda pokonywa kosztem swego ciśnienia w głównym przewodzie, i wobec tego ciśnienia w przewodzie maleje i to tem bardziej, im dłuższą drogę woda przebyć musi. Jeśli zaś ciśnienie wody w głównym przewodzie stanie się mniejszem, to i w rurkach pionowych poprzednio zauważony słup wody, już nie będzie mógł utrzymać się: poziomy wody w rurkach pionowych opadną, jak obliczenie oraz doświadczenie wskazują, mniej więcej według linii AB_1 , pochylonej do poziomu. Jeślibyśmy więcej otworzyli ten kran, albo jednocześnie otworzyli kilka innych kranów, wtedy większa ilość wody płynęłaby od zbiornika do miejsc przeznaczenia; wówczas, powstałoby większe tarcie, a skutkiem tego większy spadek ciśnienia; wysokości słupów wodnych w rurkach pionowych jeszcze bardziejby spadły, układając się naprz. według linii AB_2 ; przy jeszcze większem zużyciu wody linia ta pochylałaby się jeszcze bardziej naprz. według linii AB_3 i t. d.; kiedy znów zamkniemy wszystkie krany—poziom, do którego dojdą słupki wody w rurkach pionowych, ustawi się według AB. Linię AB_1 , AB_2 i t. d. nazywamy linią ciśnień, lub linią depresyi.

Zauważyć tu należy, że, gdybyśmy w opisanym modelu wzięli rurę poziomą o średnicy mniejszej niż poprzednio, wtedy podczas przepływu przez nią tej samej, co i pierwiej, ilości wody, otrzymalibyśmy większe tarcie i większy spadek ciśnienia, co odbiłoby się na znacznie większym pochyleniu się linii ciśnień.

Przy powiększeniu średnicy rury poziomej—zjawisko się odwróci: tarcie będzie mniejsze, ciśnienie spadnie mniej i linia ciśnień będzie mniej pochylona.

Niech teraz w modelu powyższym zbiornik A wyobraża zbiornik w pewnej miejscowości, ustawiony na odpowiedniej wysokości, zaś rura pozioma niech to będzie jedna z rur, która ma prowadzić wodę ze zbiornika bezpośrednio do miejsc zużycia i wreszcie, rurki pionowe niech oznaczają rury, które wprowadzona będzie woda do wnętrza domów; na tych rurach zwykle ustawiane są krany, jakie spotykamy w kuchniach, wannach, klozetach różnych mieszkań na rozmaitych piętrach. Z poprzedniego doświadczenia widzimy, że w tym czasie, kiedy nikt z mieszkańców wody nie czerpie, naprz. w nocy, możnaby otrzymać wodę z kranów umieszczonych na najwyższych piętrach—prawie na poziomie zwierciadła wody w zbiorniku A (a więc prawie na poziomie AB). Ale niech tylko zaczną mieszkańcy z którychkolwiek kranów zabierać wodę, już najwyższe krany, ustawione na poziomie AB, wody mieć nie będą. Im więcej wody będziemy czerpać, tem bardziej w rurach pionowych woda opadać będzie i tem większa liczba kranów na górnych piętrach będzie pozbawiona wody.

Jeślibyśmy chcieli mieć wodę w górnych kranach, należałoby albo domy odpowiednio niżej budować, albo, co na jedno wyniesie, podnieść wyżej zbiornik A. Stąd zrozumiemy zależność między wysokością, na której należy ustawić zbiornik A, a wysokością kranów, z których na górnych piętrach mieszkańiec może mieć zapewniony wypływ wody. Zbiornik powyższy normuje nam ciśnienia w różnych miejscach terytorium, zasilanego wodą, i dla tego nazwać go możemy *zbiornikiem ciśnień*. Wysokość zbiornika ciśnień, jak z powyższych wyjaśnień widać, zależna jest przedewszystkiem od wysokości domów, następnie od odległości najdalszych domów od tegoż zbiornika, dalej od tej największej ilości wody, jaką w jednym i tym samym czasie zabierają mieszkańcy, i, wreszcie, od odpowiednio dobranych przekrojów (średnic) rur.

Przy obliczeniu sieci rur stawiamy wymaganie, żeby podczas największego rozbioru wody ciśnienie w sieci nigdzie nie było mniejsze, niż pewne ciśnienie dostateczne dla danej miejscowości, a więc dla małych miasteczek oraz miejscowości podmiejskich wystarczy ciśnienie, mierzone słupem wody wysokości 12—15 m; dla większych miast, gdzie są normalne domy dwupiętrowe—rzadko trzypiętrowe—wystarczy ciśnienie 25 m; dla dużych zaś miast, gdzie zwykle domy są czteropiętrowe, rzadko 5-cio piętrowe—ciśnienie powinno wynosić 35 m.

Nieraz stawiane są wymagania, żeby ciśnienie w sieci rur było dostateczne do tego, aby, korzystając z ciśnienia w rurach, można było przy pomocy węża, przyłączonego wprost do rur, wyrzucać wodę, w ilości potrzebnej do gaszenia pożaru.

Aby osiągnąć dobry skutek przy gaszeniu pożaru na dachu domu, jakby nam wskazało obliczenie, należałoby ciśnienie w sieci zwiększyć niemal w dwójnasób w stosunku do poprzedniej normy. Dziś z tym warunkiem nie liczymy się wcale, gdyż pociąga on za sobą znaczne i niepotrzebne koszty eksploatacyjne, zaś do właściwego gaszenia ognia powinny być stosowane siłki odpowiedniej siły; zaś zadanie sieci wodociągowej powinno polegać tylko na zasilaniu siłki.

Wyżej rozważaliśmy przypadek, kiedy ze zbiornika ciśnień była odprowadzona woda jednym przewodem; w miasteczkach, a tem bardziej, w większych miastach takich przewodów trzeba prowadzić kilka, przyczem niektóre z nich rozpoczynają się mogą od zbiornika; takie przewody nazywamy głównymi; inne rozpoczynają się będą od głównych przewodów, stanowią przewody drugorzędne, następne rozpoczynają się mogą od tych ostatnich i tworzyć będą przewody trzeciorzędne i t. d. W ten sposób otrzymujemy, że zbiornik zasilać będzie całą sieć nieraz dość rozgałęzioną. Obliczenie umiejętnie tej sieci i uzgodnienie czynności wszystkich przewodów w związku ze zbiornikiem ciśnień jest dość złożone.

Dodać tu należy, że zbyt wysokie ustawienie zbiornika ciśnień wymaga stałego pompowania wody do zbiornika na większą wysokość, a to znow pociąga za sobą potrzebę zużycia większej ilości opału lub innego rodzaju energii, potrzebnej do poruszania pompy, czyli wpływa na zwiększenie kosztów eksploatacyjnych. Obniżyć znow zbiornik możemy, jeśli na sieć użyjemy rur większej średnicy; to znow wpływa na zwiększenie kosztów zakładowych. Stąd wynika potrzeba, aby obliczeniem znaleźć ów „złoty środek“, finansowo najkorzystniejszy.

Zamiast zbiornika otwartego, ustawionego na pewnej wysokości, stosowane są nieraz zbiorniki szczelnie zamknięte, wypełnione częściowo wodą, częściowo powietrzem, dostatecznie sprężonym. O ile w takim zbiorniku mieć będziemy powietrze tak sprężone, aby ciśnienie jego mogło podnosić wodę w rurce otwartej, zanurzonej w wodzie zbiornika, do wysokości, na jakiej powinienby stać zbiornik otwarty, to zbiornik zamknięty, pomimo że będzie ustawiony na niskim, względnie, poziomie, zastąpić może zbiornik otwarty, ustawiony na wzniesieniu. Zbiornik zamknięty znalazł zastosowanie, względnie niewielkie, z tego powodu, że objętość takiego zbiornika, a więc i koszt otrzymują się bardzo znaczne.

Zbiorniki ciśnień, o których mówimy, powinny być stale napełnione wodą; ponieważ rozbiór wody w miejscowości nie jest jednostajny, przeto i pompy musiałyby w sposób zmienny pracować, co ze względu na ekonomię pracy pomp nie jest pożądane; dla tego też zbiornikom ciśnień nadawane są dostatecznie duże wymiary, aby woda w nich zawarta wystarczała na pewien okres czasu bez potrzeby ciągłego dopompowywania. Stąd widzimy, że im większy będzie zbiornik, tem krócej i rzadziej pompy będą w ruch puszczane; im zaś zbiornik będzie mniejszy, tem częściej i nierówniej pompy będą musiały pracować. Przy bardzo małych zbiornikach (jako taki można uważać w wodociągach Warszawskich—rurę pionową o średnicy około 1,00 m) pompy pracować powinny bez przerwy i pracę swoją muszą dopasowywać do zmiennego rozbioru wody przez mieszkańców.

Jeśli warunki terenowe pozwalają znaleźć w samej miejscowości, zaopatrywanej w wodę, wzniesienie o tyle wysokie, że można na niem wybudować w ziemi zbiornik, odpowiadający wymaganym ciśnieniom w sieci, wtedy zbiornikowi takiemu łatwo tanim, względnie, kosztem dać dostateczne wymiary, aby pracę pomp otrzymać jak najekonomiczniejszą. Zbiornik taki wykonywany jest z cegły lub z betonu.

Jeśli odpowiedniego wzgórza ani w samej miejscowości, ani też w najbliższym sąsiedztwie niema, wtedy ustawiamy zbiornik na sztucznym wzniesieniu, budując t. zw. *wieżę ciśnień*. Koszt takiej wieży, traktowanej jako podstawę pod zbiornik, wzrasta znacznie z wymiarami samego zbiornika. Dla tego też zbiornikowi, ustawionemu na wieży ciśnień, trudno jest nadać wymiary, wymagane ze względu na ekonomiczną pracę pomp, lecz budujemy tańszy zbiornik i tańszą wieżę, decydując się na mniej oszczędną pracę pomp. Zbiornik ten wówczas wykonywany jest z blachy żelaznej lub z żelazo-betonu, sama zaś wieża—z żelaza, muru, betonu lub żelazobetonu.

Wystawmy sobie, że teren miejscowości, zaopatrywanej w wodę, jest spadzisty. W jednym z najwyższych punktów terenu niech znajduje się zbiornik ciśnień.

Wtedy dostrzeżemy, że ciśnienie w niższych punktach sieci będzie nadmierne—szczególniej w czasie, kiedy mieszkańcy wody nie odbierają. Wówczas rury, tworzące sieć w niższej części miejscowości, wypadłoby wykonać mocniejsze, a więc grubsze, zatem i droższe w przeciwnym razie byłibyśmy narażeni na wypadki pęknięcia rur. Poza tem woda, któraby powinna zasilać sieć dolnej części miejscowości, niepotrzebnie byłaby podnoszona do wysoko położonego zbiornika; zatem niepotrzebnie wydatkowanoby pewną pracę, a więc i niepotrzebnie zwiększonoby koszt eksploatacji. Aby uniknąć tych dwóch niedogodności postępujemy w ten sposób. Miejscowość, zaopatrywaną w wodę, dzielimy na dwie, albo więcej części, różniących się od siebie wysokościami; części te nazywamy „strefami”. Każdą strefę zaopatrujemy w niezależną sieć rur, z odrębnym dla każdej strefy zbiornikiem. Przez takie urządzenie unikamy nadmiernych ciśnień w przewodach rurowych w niższych punktach miejscowości i możliwych skutkiem tego wypadków i strat. Poza tem staramy się, aby, o ile to możliwe, każdy ze zbiorników strefowych zasilać bezpośrednio pompami: unikniemy w ten sposób niepotrzebnej straty energii. Powyższą drogą dochodzimy do wodociągów strefowych (Warszawa posiada 2 strefy, Lwów—2, a w przyszłości 3 strefy).

Sieć rur, której zadanie polega na rozprowadzeniu wody po zaopatrywanej w nią miejscowości, utworzona jest z rur najczęściej lanych, układanych w wykopach ziemnych na głębokości 1,8 do 2 m. w celu zabezpieczenia od wpływów zarówno wysokiej, jak i niskiej temperatury. W wyjątkowych warunkach, kiedy grunt nie jest dość pewny, naprz. w nasypach, torfowiskach, przy przejściach przez rzeczki lub rzeki,—stosowane są rury kute lub walcowane, gdyż są trwalsze w porównaniu z lanymi. W celu zabezpieczenia rur od rdzewienia w ziemi stosowane jest smołowanie wewnątrz i zewnątrz zarówno rur lanych jak i kutych. W sieci rur rozróżniamy, jak to wspominaliśmy wyżej, przewody główne, przez zbiornik zasilane i przewody drugorzędne rozdzielcze, odgałęziające się od przewodów głównych. Średnice rur, stosowanych na przewody, obierane są zwykle od 80 mm. do 1200 mm. Wskazane jest, aby poszczególne przewody rozdzielcze łączone były ze sobą w wielu miejscach, tworząc sieć zamkniętą. Przy takiej sieci będziemy mieli większe zapewnienie otrzymania wody w dowolnym punkcie miejscowości, gdyby nawet w któremkolwiek miejscu sieć podległa zepsuciu. Jeśli nie uda się uniknąć „ślepych” końców niektórych przewodów, należy na tych końcach hydranty, pozwalające na częste spuszczenie i odświeżanie wody w tych przewodach.

Sieć rur zaopatrzona być winna w odpowiednie uzbrojenie, składające się: z *zasuw*, umożliwiających wyodrębnianie czasowe zepsutych części przewodów; z *hydrantów*, pozwalających na czerpanie wody bezpośrednio na pożar, albo do beczek, wreszcie do polewania ulic; z *kranów ulicznych*, przy pomocy których ludność mogłaby rozbierać wodę; *kranów spustowych*, służących do spuszczenia wody z części przewodów; z *kranów powietrznych*, przeznaczonych do wypuszczania z sieci powietrza, które może wydzielać się z wody i zbierać się w wyższych punktach sieci i t. d. Od przewodów rozdzielczych odprowadzane są odgałęzienia mniejszych średnic 30, 40, 50 mm, przeznaczone do zasilania wodą domów, placów i t. p.

Na powyższem zakończymy opis poszczególnych części urządzenia wodociągowego. Obecnie pokrótce przebiegniemy myślą całość takiego urządzenia, rozważając, z jakich elementów się składa.

A więc najważniejszą częścią, zasadniczą będzie to źródło wody, które może stanowić rzeka, jezioro sztuczne lub naturalne albo źródliska, wreszcie pokłady wodonosne, skąd otrzymywać wodę możemy gruntową, naturalną lub sztuczną, przy pomocy kanałów zbiorczych, lub też studzien zwykłych, czy artezyjskich. Jeśli ta czy inna woda, przeznaczona do zasilania wodociągów, ma podlegać oczyszczaniu, prawie zawsze trzeba ją z miejsca ujęcia podnosić na pewną wysokość, dostateczną do tego, aby mogła dostać się do urządzeń, przeznaczonych do jej oczyszczania. Podnoszenie wody spełniać będą pompy, ustawione w budynku stacji pomp. Wyjątek stanowić będzie urządzenie wodociągowe, w którem źródło czystej wody znajduje się na górze, powyżej miejscowości.

Jeśli ujęta woda będzie wodą rzeczną, albo gruntową, domagającą się oczyszczenia, pompy podnoszą ją na urządzenie oczyszczające, przez które przepływa własnym spadkiem, a stąd oczyszczona, dostaje się do zbiornika z czystą wodą. Cały zakład do oczyszczania wody wraz ze zbiornikiem na czystą wodę może być zbudowany na tak wysokiem miejscu, że z niego można wodę odprowadzać bezpośrednio do sieci rur rozdzielczych, a dzięki dostatecznie wysokiemu położeniu zbiornika otrzymany w sieci wymagane ciśnienie. Zbiornik taki będzie odgrywał rolę zbiornika ciśnień. Tego rodzaju szczęśliwy układ jest jednak dość rzadki.

