

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

Z powyższego opisu działania filtrów widać potrzebę stałego dozoru i obsługi, związanej z peryodycznym zalewaniem filtrów wodą ściekową, spuszczeniem jej i t. d. Można te czynności uskutecznić przy pomocy obsługi ludzkiej. Istnieje jednak wiele przyrządów, które automatycznie te czynności wykonywują. W każdym razie zupełnego zaufania do tych przyrządów mieć nie można i bez dozoru zostawiać podobnego zakładu nie należy.

Drugi system filtrów biologicznych, t. zw. *kroplistych*, polega, w zasadzie, na tem samym działaniu drobnoustrojów jak i filtry zalewane. Pod względem konstrukcyi i sposobu eksploatacyi filtry te różnią się od poprzednich. Budowa filtra kroplistego jest następująca: na podłodze, wykonanej najczęściej z betonu, z odpowiednimi spadkami, usypane jest złożo z okruchów, dość dużych wymiarów, od 50 do 100 mm. Wysokość złoża wynosi średnio około 2,0 m—3,0 m (dochodzi nieraz do 6,0 m.). Ścian żadnych niema; najwyżej tylko ażurowe ścianki z cegły lub siatki, wreszcie boczne ścianki, ułożone z grubszych okruchów, wyłącznie w celu zabezpieczenia złoża, przy znaczniejszej jego wysokości, od rozwalenia się. Kształt złoża może być różny; najczęściej okrągły lub wydłużony prostokątny, zależnie od sposobu, w jaki rozlewamy wodę na powierzchni filtra. Opisana powyżej konstrukcyja filtra—brak pełnych ścian bocznych i dość duże kawałki okruchowe, tworzące złożo,—zapewnia łatwy i stały dostęp powietrza do wnętrza. Pomimo to nie należy wykonywać złożów filtrowych o dużych powierzchniach, aby zbytnio nie utrudniać dopływu powietrza do wnętrza filtra oraz, żeby nie powiększać trudności, związanych z rozlewaniem wody na dużej powierzchni. Dla tego też zwykle wykonywany jest filtr kroplisty nie w jednej sztuce, lecz w kilku, nieraz w kilkunastu lub kilkudziesięciu jednostkach.

Na filtr kroplisty należy doprowadzać wodę ściekową i równomiernie ją rozlewać po jego powierzchni. Do tego celu stosowane są rozpryskiwacze stałe, umocowane do rur, ułożonych nad powierzchnią filtra, lub ruchome.

Rozpryskiwacze zarówno stałe jak i ruchome powinny otrzymywać wodę pod dostatecznem ciśnieniem, aby zapewnić odpowiednie rozpryskiwanie wody, a przy ruchomych urządzeniach — ruch samych rozpryskiwaczy. Rozpryskiwacze ruchome mogą wykonywać albo ruch obrotowy, który odbywa się ciągle w jednym kierunku (wówczas złożo jest w planie okrągłe), lub ruch postępowy, odbywający się automatycznie—tam i nazad—(wówczas złożo jest w planie prostokątne).

Przy mniejszych urządzeniach, kiedy przy nierównomiernym dopływie wody ściekowej na złożo prawidłowe działanie rozpryskiwaczy narażone byłoby na ciągłe przerwy i niedomagania, można stosować sposób, zaproponowany przez Dunbara, a polegający na tem: górna warstwa złoża filtrującego usypana jest z drobniejszych okruchów, zaś na sam wierzchoł sypie się warstwa miału okruchowego. Na obwodzie górnej powierzchni złoża wykonany być powinien wałek z drobniejszych okruchów i obsypany miałem. W ten sposób na powierzchni złoża utworzy się jak gdyby płytki zbiornik na wodę ściekową; stąd woda ta stopniowo i powoli będzie się przesączała przez dno tego zbiornika i spadać kroplami na grubsze okruchy. Zwrócić tu należy uwagę, aby w tym przypadku złożo w planie nie było zbyt wielkie, gdyż dopływ powietrza jest wówczas możliwy tylko z boków złoża.

Woda ściekowa, rozlana tym czy innym sposobem po powierzchni filtra, spada kroplami z okrucha na okruch, przyczem zachodzą te same zjawiska, co i w filtrach zalewanych, dzięki tworzeniu się śluzu na powierzchni okruchów, oraz dzięki rozwojowi życia organicznego w śluzie. Woda ściekowa, kapiąc kroplami z okrucha na okruch, stopniowo się oczyszcza, aż wreszcie opadnie na podłogę, po której spływa, dążąc z pod złoża nazewnątrz.



W celu ułatwienia wodzie odpływu, pożądane jest wykonanie na podłożu, pod spodem złoża okruchowego, kanalików z rurek sączkowych lub z innego odpowiedniego materiału. Kanaliki ułatwiać będą odpływ wody z pod filtra oraz dostęp powietrza do wnętrza złoża. Po wyjściu wody z pod filtra kroplistego dalszy jej los jest taki sam, jaki poznaliśmy przy filtrach zalewanych.

Różnica, a następnie, wady i zalety filtrów zalewanych i kroplistych z powyższych opisów będą zrozumiałe; w grubszych zarysach polegają one na następującym:

a) Co do kosztów budowy: filtry kropliste są tańsze, gdyż mogą być budowane bez ścian; poza tem, ponieważ mogą otrzymać wysokość większą niż filtry zalewane, więc przy tej samej objętości zajmują mniej powierzchni w porównaniu z zalewanymi.

b) Co do urządzeń i obsługi potrzebnej przy rozlewaniu wody: filtry kropliste wymagają więcej skomplikowanych urządzeń, za to wystarcza mniejsza obsługa, niż przy filtrach zalewanych.

c) Co do wpływu niskiej temperatury: więcej wrażliwe są filtry kropliste, niż zalewane.

d) Co do zapachów, wydzielanych przez filtry i co do plagi owadów, głównie much: filtry kropliste stoją niżej od zalewanych, gdyż w drugim przypadku istnieją warunki mniej sprzyjające wydzielaniu się gazów i rozmnażaniu się much.

e) Co do trwałości działania: filtry kropliste znacznie mniej podlegają zatykaniu, nieraz latami mogą być czynne; filtry zalewane zaś często muszą pracę przerywać.

f) Filtry kropliste są w stanie oczyścić względnie większe ilości wody, niż filtry zalewane.

Wogóle, jak to wyżej zaznaczyliśmy, kiedy ze względu na charakter odbiornika, potrzeba oczyszczać wodę ściekową w znacznym stopniu, zatrzymać się należy na opisanem poprzednio oczyszczaniu wody przy pomocy filtrów biologicznych.

W niewielu tylko razach, dzięki sprzyjającym warunkom miejscowym, jest możliwość oczyszczania wody ściekowej w sposób racjonalniejszy, przez wykorzystanie terenów odpowiednich. Zamierzamy tu mówić o *irygowaniu pól* wodą ściekową, przyczem otrzymujemy możliwość wyzyskania właściwości nawozowej, jaką posiada woda ściekowa, i prowadzenia uprawy niektórych roślin z pewnym pożytkiem dla gospodarstwa. Nie wszędzie jednak udaje się urządzić irygację pól. Do tego przydatne są grunta *lekkie, piaszczyste, dobrze przepiękliwe*.

Woda ściekowa, wylana na powierzchnię takiego gruntu, przepięka, pozostawiając zawieszone cząstki w górnych warstwach gruntu; cząstki te pod działaniem powietrza stopniowo się utleniają, zaś związki fosforowe, potasowe i inne pochłaniane są przez rośliny. Jeśli pole ma być w takim stopniu wodą ściekową zraszane, aby można było wyzyskać pożywe dla roślin części, zawarte w wodzie ściekowej, bez trwonienia ich, trzeba—jak wskazują obliczenia i doświadczenie—mieć w rozporządzeniu 1 ha ziemi na 200—300 mieszkańców. Jeśli zwrócimy uwagę na to, że w miastach średnio zaludnionych przypada 1 ha miasta około 150—200 mieszkańców, przyjdziemy do przekonania, że pola irygowane, prowadzone racjonalnie z punktu gospodarczego, powinnyby stanowić obszar bez mała taki sam, jaki zajmuje miasto. Mało jest miast, któreby rozporządzały takimi obszarami odpowiedniego gruntu. Dla tego też, ogólnie, pola irygowane nie posiadają potrzebnych obszarów, a wyniki, otrzymywane na tych polach, nie mogą być zadawalające. Zauważyć, dalej, trzeba, że racjonalne wykorzystanie wody ściekowej na polach irygowanych zimą, kiedy niema wegetacji, jest niemożliwe.

Z konieczności też w takich razach mniejszą przypisują wagę racjonalnemu wyzyskaniu pożywnych części zawartych w wodzie ściekowej, niż dobremu oczyszczaniu wody ściekowej.

Doświadczenie wskazuje, że grunt i bez pomocy roślinności jest w stanie wodę ściekową oczyścić, choćby ją w większych ilościach na powierzchnię gruntu wylewano; hodowli roślin pożytecznych trzeba się w tym razie wyrzec, gdyż w takich warunkach nic się pożytecznego rodzić nie będzie. Otrzymamy wtedy nie pola irygowane, lecz *pola filtracyjne*. Zasada działania tych pól jest ta sama, co i filtrów biologicznych; właściwie mówiąc, to człowiek, podpatrzywszy działanie przyrody na polach filtracyjnych, skonstruował filtry biologiczne.

Pola filtracyjne mogą wystarczyć, jeśli przyjąć na 1 ha około 3000 mieszkańców; przyczem, im dokładniej oczyścimy uprzednio wodę ściekową, tem większe ilości wody można wylewać na ha pola bez obawy zatkania jego powierzchni. Szczególniej szkodliwe są tu przynoszone przez wodę ściekową tłuszcze, które, tworząc cienką warstewkę, zalepiają powierzchnię gruntu i utrudniają, albo zupełnie uniemożliwiają dopływ powietrza do górnej warstwy gruntu. Wówczas działanie gruntu, jako materiału filtrującego, ustaje.

Częstemu stosowaniu pól irygowanych, względnie pól filtracyjnych, stoi na przeszkodzie przedewszystkiem bardzo znaczny koszt nabycia tych pól, a następnie koszt urządzenia ich; odpowiednie bowiem urządzenie polega na znacznych nieraz robotach ziemnych przy plantowaniu dużych obszarów, na obwałowaniu poszczególnych pól, na wykonaniu kanałów, śluz i t. d. Poza tem prawie zawsze trzeba ułatwiać odpływ wodzie, która przesiąkła w grunt, co się daje otrzymać przez odpowiednie zdrenowanie pola.

Koszt drogiego urządzenia terenów pod pola irygowane może być pominięty przez zastosowanie polewania zwykłych pól wodą ściekową, pompowaną do przewodów rurowych; z nich część są to—przewody stałe, ułożone pod powierzchnią pola, część zaś jest przenośna i układana na powierzchni pola. W ten sposób można wiele okolicznych pól bez znaczniejszych kosztów przystosować do spożytkowania zawartości ścieków. Sposób ten nie może być stosowany w pewnych okresach wegetacji, ani też zimą. Na te okresy trzeba rozporządzać innymi środkami, choćby mniej racjonalnymi; w ostateczności należy przechowywać ścieki w odpowiednio dużych zbiornikach, wykonanych w ziemi.

Poprzednie sposoby biologiczne, zastosowane do oczyszczania ścieków, dostarczają wodę, naogół biorąc, taką, która po dłuższem nawet staniu nie podlega gniciu. Jednak woda, oczyszczona tymi sposobami, zawiera jeszcze wiele związków potasowych i azotowych, któreby mogły być jeszcze spożytkowane, naprz. do użyznienia gleby. Dlatego też nieraz, jeśli idzie o gruntowniejsze i dalej sięgające oczyszczanie wody ściekowej, niż otrzymuje się po przepuszczeniu jej przez filtry biologiczne, stosowana jest dodatkowa irygacja pól, obszar tych pól, wobec już dość znacznego stopnia oczyszczenia wody przez filtry biologiczne, może być znacznie mniejszy, niż gdyby świeżą, nieprzefiltrowaną wodę wypuszczać na pola irygowane.

Nieraz wodę ściekową, przepuszczoną przez pola irygowane i odpływającą rurami sączkowemi, poddają powtórnemu oczyszczaniu na polach irygowanych, gdyż tyle zawiera jeszcze w sobie pierwiastków pożywnych.

W ostatnich 10—12 latach powstała myśl oczyszczania wody ściekowej sposobem, opartym również na zasadach biologicznych, lecz odmiennym od poprzednich, a obiecujących większą rentowość, niż pola irygowane, a oczywiście, tembardziej, niż pola filtracyjne lub też filtry zalewane albo kropliste.

Chcę tu powiedzieć kilka słów o metodzie, zapoczątkowanej i poddanej próbom i badaniu przez prof. Hofera z Monachium. Prof. Hofer próbował wodą, otrzymywaną z sączek pól irygowanych, zasilać stawy rybne, w których hodował niektóre gatunki ryb, jak karpie, liny i nawet amerykańskie pstrągi tęczowe. Hodowla udała się z dobrym skutkiem. Stąd krok dalej: prof. Hofer dokonał prób z zasileniem stawów rybnych świeżą wodą ściekową, należycie rozcieńczoną—również z dobrym skutkiem. Wymagane jest tylko, aby woda ściekowa była choćby mechanicznie sklarowana, to jest pozbawiona większych części stałych i zawieszonych, oraz, aby ta woda była świeża, nie gnijąca. W stawach rybnych woda ściekowa, zawierająca w sobie substancje organiczne rozpuszczalne i nierozpuszczalne, jest podłożem do rozwoju niezliczonej liczby drobnoustrojów roślinnych i zwierzęcych, jakimi są: algi, ameby, bakterye, różne robaki, larwy owadów, mięczaki i t. p.; drobnoustroje te wyławiają z wody pożywne substancje organiczne; zaś ryby zjadają wyższe istoty, rosnąc i rozmnażając się z pożytkiem dla hodowcy.

Skład wody ściekowej, wpuszczonej do stawów rybnych, stanowić może o potrzebie dodania tych czy innych substancji, nieodzownych do właściwego rozwoju ryb, naprz. kwasu fosforowego, lub innych związków.

Woda ściekowa, pochodząca z niektórych zakładów przemysłowych, posiadająca składniki, trujące ryby, oczywiście, nie może być do stawów rybnych wpuszczana.

Prowadzenie stawów rybnych wymaga kompetentnej opieki i dozoru specjalisty ichtyologa.

Zalety oczyszczania wody ściekowej przy pomocy stawów rybnych w porównaniu z polami irygowanymi polegają na tem, że pola wymagają znacznych obszarów, bo, jak to w swoim miejscu zaznaczono, na 200—300 mieszkańców wymagane jest około 1 ha pól irygowanych, tymczasem, według Hofera, 1 ha powierzchni stawu rybnego wystarczy dla 2000—3000 mieszkańców; zatem dla stawów potrzebny jest obszar 10^o krotnie mniejszy niż dla pól irygowanych; wzgląd ten jest bardzo ważny, gdyż pola, znajdujące się w bliskości miast i jakotako przydatne na pola irygowane, znacznie będą droższe, niż grunta nizinne, mokre, przydatniejsze pod stawy rybne.

Oczyszczanie wody w stawach rybnych odbywa się, zdaniem prof. Hofera, dokładniej, niż na polach irygowanych. Dalej, pola mogą być irygowane tylko w określonych porach, w związku z wegetacją roślinności, zaś zimą działalność pól musi być przerwana, tymczasem stawy rybne mogą być czynne okrągły rok, nawet i zimą. Gdyby niska temperatura zewnętrzna utrudniała rozwój ryb (niektóre ryby karpowate—przy większych zimnach zasypiają), możnaby skorzystać z czystej wody ciepłej, spuszczonej nieraz z niektórych zakładów, do podgrzewania wody w stawach. W ten sposób przyrost ryb można wzmocnić, a przez dodawanie sztucznych nawozów—można otrzymać produkcję stawu, dochodzącą do 500 kg. z 1 ha rocznie. Takiego dochodu nie da żadne pole irygowane.

Następnie, powietrze w sąsiedztwie stawów rybnych będzie czystsze, niż w sąsiedztwie pól irygowanych, pól filtracyjnych lub tych czy innych filtrów biologicznych.

Na tem zakończymy właściwy opis różnych sposobów oczyszczania wody ściekowej.

Wróćmy teraz do tematu, który pozostawiliśmy nierozstrzygniętym na początku pogadanki o kanalizacji, mianowicie, do porównania systemów kanalizacji. Przyczem, przypomnijmy sobie, że *ogólnospławną* nazywamy kanalizację wtedy, kiedy tymi samymi przewodami kanałowymi odprowadzana jest woda ściekowa i woda deszczowa; *rozdzielczą* nazywamy kanalizację wtedy, kiedy jedna sieć przewodów kanałowych odprowadza wyłącznie wodę ściekową, a druga sieć tylko wodę z opadów atmosferycznych; kiedy zaś sieć kanalizacyjna służy tylko do odprowadzenia ścieków, zaś wody deszczowe są odprowadzane po wierzchu—rowkami—rynsztołkami otwartymi, w niektórych tylko miejscach, o ile układ terenu jest niedogodny, są budowane kanały podziemne, niewielkiej, ogólnie, długości, wtedy taką kanalizację nazywamy kanalizacją *częściową*.

1) Zgodnie z tem, co w swoim miejscu podano, przewody kanałowe, które mają odprowadzać zarówno wodę ściekową, jak i wodę deszczową, otrzymają wymiary, uwarunkowane przede wszystkim ilością wody deszczowej, gdyż woda ściekowa stanowi zaledwie 70-tą, często setną, a nieraz dwóchsetną, część wody deszczowej. Zatem wymiary przewodów kanalizacji ogólnospławnej otrzymują się te same, co i przewody kanalizacji rozdzielczej dla wody deszczowej. Ponieważ w tym drugim przypadku konieczna jest budowa sieci kanałów dla wody ściekowej, przeto ogólny koszt sieci kanalizacji ogólnospławnej będzie mniejszy, następnie dozór i obsługa będą prostsze i tańsze, niż koszt, dozór i obsługa dwóch sieci kanalizacji rozdzielczej. Jeśli jest możliwość wykonania kanalizacji częściowej, (tylko dla wody ściekowej), wówczas koszt tej sieci będzie, oczywiście, znacznie mniejszy, niż sieci kanalizacji ogólnospławnej.

2) Zakłady i urządzenia, przeznaczone do oczyszczania ścieków, dostarczanych przez kanalizację ogólnospławną, będą obszerniejsze i kosztowniejsze, niż przy kanalizacji rozdzielczej, gdyż na stacyi oczyszczania ścieków przy kanalizacji ogólnospławnej należy uwzględnić dodatkowe urządzenia, przeznaczone do oczyszczania wody deszczowej. Sama zaś eksploatacja podczas deszczów będzie narażona na pewne niedokładności. Pamiętać przy tem należy, że ilość wody deszczowej, doprowadzonej na stacyę kanałami, przy istnieniu kanałów burzowych, może parokrotnie przewyższać ilości wody ściekowej.

3) W wielu przypadkach, kiedy odbiornik ma poziom wody wyżej, niż zwierciadło wody w kanale głównym, lub kiedy wodę ściekową trzeba oczyszczać w ten czy inny sposób, wówczas, jak o tem poprzednio mówiliśmy, konieczne jest podnoszenie wody ściekowej przy pomocy pomp. Urządzenia pompowe powinny być większe i kosztowniejsze przy kanalizacji ogólnospławnej w porównaniu z urządzeniami pompowymi przy kanalizacji rozdzielczej, a tem bardziej, w razie kanalizacji częściowej; gdyż, jakkolwiek w kanalizacji rozdzielczej siecią kanałów odprowadzana jest również woda deszczowa, to jednak kanały te prowadzone są zwykle nie tak głęboko, jak w kanalizacji ogólnospławnej i często, wobec tego, udaje się wodę deszczową wypuszczać wprost do odbiornika bez pompowania, co szczególnie jest korzystne, kiedy miejscowość skanalizowana położona jest wzdłuż odbiornika, naprz. rzeki, zaś kanał sam, mający odprowadzać wodę atmosferyczną, biegnie wzdłuż tego odbiornika.