

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

Drugi typ osadników—są to t. zw. *studnie osadowe*, w których woda ściekowa ma ruch pionowy z dołu do góry. W studniach tych dno zrobione jest z dużym spadkiem ku środkowi, dzięki czemu osady, jakie opadają z wody na dno, zesuwać się do zagłębienia, skąd je łatwo usunąć, przez wysysanie rurą, opuszczoną do samego dna. Prędkość, z jaką woda ściekowa unosi się ku górze, powinna być znacznie mniejsza od obserwowanej w basenach osadowych, gdyż woda, płynąca ku górze, opóźnia i utrudnia opadanie osadu na dno. Prędkość tę przyjmujemy około 1—2 mm na sek. Ponieważ skutek studni osadowych jest tem większy, im woda przebywa dłuższą drogę w kierunku pionowym, przeto pożądane jest budowanie studni osadowych głębszych. Budowa jednak takich studni związana jest z dużymi kosztami i nieraz z wielkimi trudnościami, szczególnie, kiedy napotykamy na wodę gruntową. W takich razach budowane są t. zw. *wieże osadowe*, które w znacznej swej wysokości wychodzą ponad powierzchnię ziemi, a tylko na niewielkiej, względnie, głębokości osadzone są w ziemi. Wieża osadowa jest to cylinder odpowiedniej średnicy i wysokości z dnem, wykonanym w kształcie mocno zastrzonego stożka. Cylinder ten, zamknięty hermetycznie, w dolnej części jest połączony przy pomocy jednej lub kilku rur z kanałem, doprowadzającym wodę, przeznaczoną do oczyszczenia. Jeśli teraz wystawimy sobie, że w tym cylindrze, stanowiącym wieżę, rozrzedzimy powietrze przez połączenie najwyższego miejsca wieży naprz. z pompką próżniową, wtedy woda z kanału, doprowadzającego wodę z piaskownika, przez rurę dolną wypełni wieżę pod sam wierzch. W górnej części wieży znajduje się rura, zabierająca wodę, która przeszła przez całą wysokość wieży i sprowadza ją, już pozbawioną osadów, na dół, do kanału, odprowadzającego wodę ściekową dalej. Taka wieża osadowa działa na zasadzie lewara, stosowanego do przelewania cieczy z jednego naczynia do drugiego niższego. W dolnym stożku, kończącym cylinder wieży, zbiera się osad, który peryodycznie należy wypuszczać, otwierając zasuwę na końcu rury, wychodzącej ze stożka.

Osad, który się zbiera na dnie osadnika tego czy innego typu, należy często i dokładnie usuwać, gdyż w przeciwnym razie ciała organiczne, będące w osadzie, zaczną gnić i całą zawartość wody w osadniku wprowadzą w stan gnicia. Woda w takim stanie jest dla ryb i roślin trującą.

Zatem, jeśli woda ściekowa po oddaniu części zawieszonych ma być wpuszczona do rzeki, należy starać się o to, aby osad peryodycznie i w porę usuwać, aby nie zaczął gnić; usuwanie jednak peryodyczne osadów związane jest ze znacznymi niedogodnościami.

W niektórych przypadkach, szczególnie, kiedy woda ściekowa po wyjściu z osadnika ma podlegać dalszemu jeszcze oczyszczaniu, ze względu na warunki, w których znajduje się odbiornik, stosowane jest pozostawienie osadu dłuższy czas w osadniku. Skutek tego jest taki: osad zaczyna gnić wobec tego, że rozwijają się specjalne gatunki drobnoustrojów, które przerabiają osad, rozkładając związki organiczne, zdolne do gnicia, i tworząc z nich przedewszystkiem kwas węglowy, siarkowodór, amoniak, azot, gaz błotny oraz inne związki gazowe i stałe. Skutkiem tych przemian osad objętościowo w pewnej mierze się zmniejsza, lecz, co ważniejsze, wyjęty utracą możliwość dalszego gnicia przez dłuższy nawet okres czasu. Prócz tego, znajdujące się w samej wodzie ściekowej rozpuszczone związki organiczne, których żadnym osadzaniem usunąć nie podobna, pod wpływem rozkładu, zachodzącego w osadzie, w pewnym stopniu same gnić zaczynają, zamieniając się na gazowe i ciekłe związki, już nie gnijące. Stąd rezultat otrzymuje się ten, że woda ściekowa, która przeszła przez osadnik, prowadzony na zasadzie gnojenia osadu, pozbywa się części związków organicznych, w niej rozpuszczonych, natomiast nasycy się amoniakiem i siarkowodorem. Ten ostatni zabarwia wodę ściekową na kolor ciemny, czasami czarny, jeśli woda ściekowa zawiera w sobie choćby nieznaczne ilości rozpuszczonego żelaza. Osad, otrzymany na dnie, zmniejsza swą objętość w nieznacznym, zresztą, stopniu, nie wymaga częstego usuwania go, a wyrzucony z osadnika, zawiera mniejszą ilość wody, niż świeży

osad, prędzej, przeto, przesyca i następnie prawie zupełnie nie ulega gniciu. Dla tego też stosowanie osadników, t. zw. *gnilnych*—inaczej, *dołów gnilnych*—znanych pod nazwą dołów Chambeau, Mouras i t. d.—jest dogodnie przy urządzeniach niewielkich, gdzie obsługa stała, potrzebna do peryodycznego usuwania osadów, byłaby zbyt kosztowna.

Dodać tu należy, że w osadnikach gnilnych osad, który opada na dno, podlegając działaniu drobnoustrojów, wytwarzających ciała gazowe, nasycą się tymi gazami, staje się lżejszym od wody i wypływa na wierzch, tworząc kożuch. Po pewnym czasie kożuch traci gazy, które wydzielają się w przestrzeń, ponad zwierciadłem wody będącą, staje się wówczas cięższym i opada na dno i t. d. Dzięki temu rozpoczyna się właśnie ów rozkład części organicznych, rozpuszczonych w wodzie.

Podczas rozkładu ciał organicznych, który się odbywa w osadniku gnilnym, bakterie chorobotwórcze wogóle doznają osłabienia, a częściowo nawet giną.

Osadniki, poprzednio opisane i osadniki gnilne, mogą być budowane otwarte lub kryte. Osadniki kryte są, oczywiście, kosztowniejsze, lecz zabezpieczają okolicę od przykrych gazów, które wydzielają się z wody, oraz uwalniają od plagi much, które na tworzącym się kożuchu w ogromnych ilościach się rozmnażają, dokuczając okolicy najbliższej.

Jak z poprzedniego opisu widać, osadniki gnilne dają pewną korzyść i wygodę pod względem eksploatacyjnym, natomiast nadają wodzie ściekowej, która przeszła przez osadnik gnilny, właściwości, nie pozwalające wpuszczać taką wodę do odbiornika bez krzywdy dla jego fauny i flory.

Poza powyższymi konstrukcjami stosowane są osadniki, łączące właściwości osadnika, wypuszczającego wodę świeżą, nie przegniłą, z właściwościami osadnika gnilnego. Pierwszy taki osadnik wykonał Travis w Anglii, a następnie w Niemczech Imhoff skonstruował t. zw. studnie Emscher'skie, które znalazły szerokie zastosowanie.

Zasada tych osadników polega na tem, że woda ściekowa płynie wzdłuż jednego lub dwóch koryt, z których każde ma przekrój poprzeczny w postaci litery V tak, że dwa koryta tworzą wspólny przekrój podobny do litery W. Boki każdego koryta wykonane są z dwóch bardzo pochyłych płaszczyzn, które w dolnej części do siebie nie dotykają, tworząc między sobą przerwę—szparę. Koryta powyższe przechodzą ponad studnią osadową. Woda ściekowa, płynąc wzdłuż tych koryt, pozostawia osad, który spada na dno, i tu przez szparę opada do studni osadowej.

Osad, zbierający się w studni osadowej, pozostaje w niej dłuższy czas, przyczem podlega tu gniciu zaś wszelkie przemiany, które zachodzą w osadzie gnilnym, żadnego wpływu na wodę ściekową, płynącą górnymi korytami, nie wywiera, gdyż gazy, wydzielające się z osadu gnilnego, mają wyjście poza wodą, płynącą korytami. Osad ze studni usuwany jest co pewien czas, kiedy go zbierze się dostateczna ilość. Usuwanie samo odbywać można naprz. przez wysysanie osadu przy pomocy rury, spuszczonej do dna studni osadowej.

Widzieliśmy, że główne zadanie osadników polega na zatrzymaniu jak największej ilości osadów z wody ściekowej. Wiemy też, że wiele zawieszonych cząsteczek bardzo powoli opada na dno; aby to opadanie przyspieszyć dolewane są do wody ściekowej roztwory różnych chemikali, z dodaniem nieraz innych substancji, jak proszku torfowego lub miazgi węgla brunatnego. Składniki chemiczne wchodzi w zetknięcie z solami, rozpuszczonemi w wodzie ściekowej, dając osad gęsty i ciężki. Osad ten, opadając na dno, zabiera ze sobą i te drobne cząstki zawieszone, które w inny sposób nie byłyby w stanie same na dno opaść. Wybór stosowanych chemikali (wapno, alun, niektóre związki żelaza, magnezu), zależy od jakości wody ściekowej. Często chemikalia są stosowane w tym celu, aby wodę ściekową, pochodzącą z tego czy innego zakładu przemysłowego, zawierającą jakieś szkodliwe domieszki, odpowiednio unieszkodliwić, zneutralizować. O rodzaju i ilości dodatków stanowią własności wody ściekowej.

Ponieważ chemikalia, dodawane do wody, wpływają na powiększenie kosztów eksploatacji, przeto stosowane są tylko przy wyjątkowym składzie wody ściekowej.

Sprawa dalszego losu mułu, otrzymywanego z osadników tego czy innego typu, a szczególnie przy dodawaniu chemikali i innych substancji, które ilość mułu znacznie powiększają, jest bardzo trudną. Pozbywanie się mułu pociąga za sobą zwykle pewien koszt, gdyż sprzedaż mułu, wobec nieznacznej jego wartości

nawozowej, rzadko udaje się dokonać. Tembardziej, że świeży muł niechętnie albo wcale nie jest nabywany, wobec znacznej zawartości (od 80—do 95%) wody i poważnych z tego powodu kosztów przewozu. Zakład oczyszczania ścieków zmuszony jest, aby łatwiej znaleźć nabywcę, muł przesuszać. Do tego potrzebny jest wolny i piaszczysty teren, na którym muł się rozrzuca i gdzie w ciągu tygodni, a nieraz miesięcy przesycha. Tu przypomnieć należy pewną dogodność, jaką dają osadniki gnilne: muł z nich otrzymany zawiera mniejszą ilość wody i prędzej przesycha, łatwiej tracąc wodę.

Często zakłady zmuszone są świeży muł przepompowywać na odległe pola i tam po przeschnięciu zaorywać go.

## 5. BIOLOGICZNE METODY OCZYSZCZANIA WODY ŚCIEKOWEJ.

Wymagania, stawiane miastom przy spuszczeniu wody ściekowej do *niewielkich* rzeczek, wzrastają i oczyszczanie mechaniczne, dające w wyniku wodę sklarowaną, nie jest wtedy uznawane za dostateczne. Stopień oczyszczania ścieków musi być podwyższony, co się udaje, w znacznym nieraz stopniu, przez stosowanie metody biologicznej. Oczyszczanie wody ściekowej tą metodą polega na wprowadzaniu wody oczyszczonej w ścisłe zetknięcie z ciałami, złożonymi z *okruchów*, o bardzo rozwiniętej powierzchni. „Okruchami“ nazywamy tu mniej lub więcej drobne kawałki koksu, cegły, kamieni, żwiru i t. d.

Powierzchnia oddzielnych „okruchów“, które już czas pewien oczyszczały ścieki, pokryta jest rodzajem śluzu. W śluzie tym roi się od organizmów przeróżnych gatunków i rodzajów z najrozmaitszymi wymaganiami życiowymi co do pożywienia, czerpanego bezpośrednio z wody i ze śluzu, oblepiającego powierzchnię okruchów. Znajdzie się tu miejsce dla żyjątek, osiadłych w śluzie, które porywają pożywienie z przepływającej wody; również jest miejsce dla takich, które, nieruchomo siedząc, — pożywienie otrzymują przez przenikanie (osmozę); obok tamtych uwijają się inasy rozmaitych żyjątek, pływających w wodzie, które czerpią pożywienie z niej bezpośrednio; dalej, zobaczymy roje robaków, rozgrzebujących w poszukiwaniu pokarmu mułek, przylepiający się do okruchów, oraz masy pożeraczy tego mułku, następnie chmary rozbójniczych owadów, uwijających się w powietrzu, otaczającym okruchy i pożerających, co się da żyjącego. Jednym słowem, mamy obraz mikrokosmosu, w którym idzie walka o byt, życie wre, kipi i dostosowuje się do warunków egzystencji.

Dobry dopływ powietrza zapewnia energiczny wzrost i rozwój życia w tym środowisku. Życie drobnoustrojów, polegające na przyswajaniu sobie i utlenianiu organicznych części, dostarczanych przez wodę ściekową, powoduje pewne podniesienie temperatury, co, następnie, wpływa na ten energiczniejszy rozwój życia.

W rezultacie, przy dostatecznie długim okresie działania tego drobnego świata, przepływające obok ścieki tracą w znacznym stopniu zawartość związków organicznych i tem samym tracą zdolność gnicia w ciągu dłuższego okresu czasu. Dodać tylko tu trzeba, że im w wyższym stopniu ścieki będą pozbawione stałych części, tem sprawniej świat drobnoustrojów będzie się załatwiał z usuwaniem pozostałych organicznych domieszek. Stąd reguła: woda, która ma być poddana działaniu drobnoustrojów, powinna pierwiej przejść przez osadniki.

Z powyższej działalności drobnoustrojów, korzystamy w tak zwanych *filtrach biologicznych*, których stosujemy dwa systemy. Jeden system nazywamy filtrami biologicznymi *zalewanymi*, zaś drugi filtrami biologicznymi *kroplistymi*.

Konstrukcja pierwszych z nich, — *filtrów zalewanych*, — polega na tem: basen, najczęściej prostokątny, który ma ściany i dno szczelne, wykonane zwykle z betonu, lub lepiej z cegły na zaprawie cementowej, wypełniony jest złożem, utworzonym z kawałków (nazwaliliśmy je okruchami), — otrzymywanych z ciał stałych dość twardych i niewietrzejących, na przykład z okruchów koksu, szlaku, kamienia tłuczonego, cegły tłuczonej, węgla kamiennego, żwiru, — drobnych, o jednakowych mniej więcej wymiarach, 5 mm do—10 mm; wysokość warstwy, tworzącej złożo, wynosi 1,0—1,2 m. Dno powinno być wykonane ze spadkiem w stronę odpływu

wody; w celu zaś ułatwienia wodzie odpływu pod złożem na dnie powinny być utworzone odpowiednie kanałiki z rur sączkowych, dachówek żłobkowych lub w inny sposób. Potrzeba wyłączania filtra na pewien przeciąg czasu, nieraz potrzeba przemywania go, oraz konieczność dostosowywania się do ilości dopływających ścieków przeznaczonych do oczyszczania, wymagają, aby urządzenie filtrowe składało się z kilku, nieraz kilkunastu, niezależnych od siebie jednostek filtrujących.

Czynność i działanie filtra zalewanego jest następujące: do filtra, przy zamkniętym odpływie z niego, nalewamy wodę ściekową, która, jak to wyżej zaznaczyliśmy, powinna uprzednio przejść przez osadnik. Woda zapełnia wolne przestrzenie między okruchami; poziom jej stopniowo podnosi się, aż, wreszcie, zrówna się z powierzchnią złoża; wówczas dopływ wody ściekowej wstrzymujemy. Pozostawiamy filtr w stanie zalany przez pewien okres czasu,—naprz. 2 godziny.

Przez ten czas na powierzchni okruchów osadzają się ciała organiczne, zawieszane w wodzie, zaś śluz, znajdujący się na powierzchni okruchów, jakby wsysa związki organiczne, rozpuszczone w wodzie. Jednocześnie zaczyna się działalność drobnoustrojów. Po dwóch godzinach stania wody ściekowej w filtrze, otwieramy spust i wodę wypuszczamy; wypływająca woda ściekowa pozbawiona jest części organicznych o tyle, że przy dłuższym nawet staniu nie gnije. Po opróżnieniu filtra z wody, pozostawiamy go przez czas możliwie długi, naprz. 5—6 godzin w spoczynku. Wtedy zachodzi nasycanie się filtra tlenem powietrza oraz następuje wzmożony rozwój drobnoustrojów i życia organicznego; dzięki temu części organiczne, zatrzymane w śluzie lub na jego powierzchni, podlegają rozkładowi na ciała gazowe i na ciała stałe, które do gnicia już nie są podatne. Gazy się wydzielają i mieszają z otaczającym powietrzem, części zaś stałe, otrzymane z rozkładu, pozostają na okruchach lub między nimi. Część tych destruktywów jest rozpuszczalna w wodzie; większość zaś nie. Po odpowiednim czasie wycoczynku filtr znowu zalewamy wodą ściekową, poczem zalany filtr stoi, jak poprzednio, około 2 godzin. Zaczyna się przebieg zjawisk, jak poprzednio. Równocześnie otrzymane poprzednio z rozkładu rozpuszczalne części, rozpuszczają się w wodzie. Po dwugodzinnym staniu wodę ściekową z filtra spuszcza się. Jednocześnie spływająca woda zabiera ze sobą oderwane od okruchów destrukty, o których wyżej wspominaliśmy, oraz kawałki drobniejszych, lub zwietrzałych okruchów, które w wodzie odpływającej, oczyszczonej, nie są żadną przeszkodą ani też wskazówką na złe wyniki. Chcąc się pozbyć i tych niepotrzebnych, jakkolwiek nieszkodliwych, dodatków, można oczyszczoną wodę przepuścić przez niewielki filtr piaskowy. Po spuszczeniu wody z filtra, następuje znów kilkugodzinny okres odpoczynku. Działanie filtra w ten sposób się powtarza 2, najwyżej 3 razy na dobę.

Ponieważ usuwanie destruktywów z powierzchni okruchów nie jest zupełne, lecz część zostaje na ich powierzchni, zaś z drugiej strony ilość śluzu stopniowo wzrasta, przeto pojemność filtra stale maleje. Po pewnym czasie trzeba udzielić filtrowi dłuższego wycoczynku, poczem filtr prawie wraca do poprzedniej normy. Jeśli taki odpoczynek nie wiele pomaga, wskazuje to na gruntowniejsze zanieczyszczenie filtra i wówczas należy całą zawartość złoża filtrowego wyjąć i przemyć; jeśli złożo jest z koksu, wówczas praktyczniej jest koks z filtru wziąć na opał, zaś złożo filtracyjne wykonać ze świeżego koksu.

Przy przemywaniu okruchów dużo odchodzi mułu, którego pozbycie się sprawia znaczne trudności i kłopoty.

Jeśli woda, która odeszła z filtra, nie jest dostatecznie czysta tak, że budzi obawę, iż gnić będzie, oczyszczają powtórnie wodę na podobnym do poprzedniego drugim filtrze zalewanym, lecz niżej wybudowanym. Filtr ten jest zupełnie tak samo skonstruowany jak pierwszy, z tą tylko różnicą, że wtedy w filtrze pierwszego stopnia złożo wykonane jest z okruchów o większych rozmiarach, niż w filtrze drugiego stopnia. Sposób prowadzenia filtra drugiego stopnia jest taki sam, jak pierwszego.

Wodę, która odpływa z filtra, jako oczyszczona, jak to wyżej zaznaczyliśmy, przepuszczamy przez filtr, utworzony z warstwy piasku, w celu zatrzymania tych ciał, które z filtrów biologicznych z wodą się wydostają. Między innymi, znajdują się tu resztki destruktywów ciał organicznych, przerobionych w filtrze, kawałki rozdrobionych okruchów, a w części i niektóre z żyjątek, oderwane od złoża filtrowego.

Poza powyższym filtrem piaskowym zwykle urządza się studzienka, przez którą, w czasie grasującej epidemii, przepuszczamy wodę oczyszczoną i tu poddajemy ją dezynfekcyi przez dodanie odpowiednich odczynników, naprz. wapna, chloru i t. d. z obowiązkiem późniejszym usuwaniem nadmiaru tych odczynników, jako szkodliwych dla ryb i roślinności.