

Oczyszczanie mechaniczne.

Zadaniem oczyszczania przedwstępnego jest usunięcie ze ścieków wszystkich domieszek, które utrudniają traktowanie ścieków na oczyszczalni. Będą to wszystkie grubsze zanieczyszczenia, ulegające trudno lub niepodlegające procesowi rozkładu, jak kawałki drewna, korki, gałgany, garnki, puszki do konserw i t.p. Usuwanie tego rodzaju domieszek odbywa się przy pomocy krat lub sit. Sita są czasami stosowane jako jedyny sposób oczyszczenia w wypadku bardzo silnego rozrzedzenia, przed wylotem do dużych wód oraz do morza. Oprócz tych grubszych zanieczyszczeń znajdują się w ściekach szczególnie po deszczu piasek z powierzchni ulic oraz szlif uliczny. Tworzą one w osadnikach z uwagi na swój duży ciężar gatunkowy trudne do usunięcia odkłady. Domieszki tego rodzaju nie podlegające procesom biologicznym, najlepiej usunąć przedtem w piaskowniku. Wreszcie ścieki z garaży, zakładów przemysłowych i z ulic niosą do oczyszczalni większe lub mniejsze ilości olei i tłuszczów, utrudniających procesy oczyszczania, natomiast posiadających pewną wartość jako surowiec techniczny. Powinny być one usunięte i wydobyte ze ścieków przed oczyszczalnią. Odbywa się to w tłuszczownikach.

Kraty.

Najprostszym i jednocześnie najtańszym urządzeniem dla usunięcia grubszych pływających zanieczyszczeń są kraty stałe. Stosowane są kraty rzadkie, średnie i gęste. Składają się one z prętów żelaznych okrągłych lub płaskich /1 x 4 cm przekroju/, umieszczanych równolegle pionowo lub w nachyleniu do poziomu, zwykle 1:3 - 1:4, przez co osiąga się wynoszenie przez wodę osadzających się zanie-

czyszczeń ku górze, co zmniejsza niebezpieczeństwo zatykania się. Kraty rzadkie mają prześwit 40-100 mm, średnio 12-40 mm, kraty gęste 5-12 mm. Stosowane są głównie dla ochrony pomp i bardziej czułych na większe zanieczyszczenia mechanizmów.

W celu zapobieżenia zbyt dużej stracie wysokości przekrój przepływowy na kratkach powinien być tak duży, by prędkości przepływu nie przekraczały wartości 0,6 - maksymalnie 0,9 m/sek. Wymaga to rozszerzania przekroju przewodu.

Kraty mogą być oczyszczane ręcznie przy pomocy grabi. Dla ułatwienia oczyszczania wskazanym jest zaokrąglenie prętów kraty u ich wierzchołka /rys.311/. Zanieczyszczenie pozostające na kratkach zgrabia się do korytka, zaopatrzonego w dno dziurkowane dla odwodnienia zanieczyszczeń zanim po zgrabieniu zostaną one usunięte. Należy unikać wstawiania prętów poprzecznych. Wzmacnianie krat powinno być tak pomyślane, by nie przeszkadzało zgrabianiu. Większe powierzchnie krat oczyszczane są mechanicznie, przy czym grabie mechaniczne czynne są stale lub uruchamiane samoczynnie przy pomocy przyrządu zegarowego lub wówczas, gdy zanieczyszczenia powodują pewne spiętrzenie wody na kracie ponad normalnie istniejące. Na rys.312 pokazane są kraty J. e. f f r o y a oczyszczane przy pomocy grabi poruszanych łańcuchem bez końca, zaś na rys.313 kraty D o r r a z grabiami poruszanymi przy pomocy koła zębatego.

Pozostałość na kratkach rzadkich wynosi 1 - 2 litr/m/rok,

średnich " 2 - 5 "

gęstych " 5 -16 "

Kraty podnoszone różnią się tym, że ustawiane są parami; jedna z nich opuszczona przesiewa ścieki, druga podniesiona jest oczyszczaną. Pod-

noszenie odbywa się przy pomocy mechanizmu, oczyszczanie ręcznie.

Kraty ruchome oczyszcza się mechanicznie. Są one umocowywane na łańcuchu bez końca i składają się z ogniów. Przez ruch obrotowy bębnow, na których umieszczony jest łańcuch bez końca krata przesuwana się ku górze zgodnie z kierunkiem przepływu ścieków, wynosząc w górę zanieczyszczenia, gdzie są one zoskrobywane mechanicznie do podstawionego koryta /rys.314/ lub spłukiwane strumieniem wody.

S i t a.

Sita stosowane są w następujących wypadkach: 1/ gdy przy dużym rozcieńczeniu ścieków wodami odbiornika wystarcza, głównie ze względów estetycznych, usunięcie ze ścieków zanieczyszczeń grubszych oraz niewielkiej części drobniejszych zawiesin, 2/ zamiast osadników /co nie jest właściwym/, jako wstępne oczyszczanie ścieków przed stopniem wtórnym biologicznym, 3/ dla zmniejszenia obciążenia już istniejącej jednostki oczyszczającej, 4/ jako wstępne oczyszczenie niektórych ścieków przemysłowych przed ich wprowadzeniem do kanalizacji miejskiej.

Istnieje bardzo dużo konstrukcji sit, wszystko one są ruchome i oczyszczane mechanicznie. Stosowane są sita tarczowe, bębnowe oraz skrzydłowe. Szerokość otworów przepływowych wynosi 0,8 - 2 mm, długość 30-50 mm.

Z sit tarczowych najpowszechniej jest stosowane sito R i e n s c h e - W u r l a n d /rys.315/. Składa się ono z kołowej tarczy z nasadzonym na nią ściętym stożkiem. Tarcze i stożek są wykonane z brązowych blach z otworami o wymiarach $1/16 - 1/32"$, rozszerzającymi się lekko na wylocie. Tarcza jest ustawiana w nachyleniu $22\frac{1}{2}^{\circ}$ tak, że co najmniej jej połowa pokryta jest ściekami i znaj-

duje się w ciągłym ruchu obrotowym. Ścieki stale napływają na oczyszczoną przy pomocy szczotek powierzchnię. Szczotki obracają się wokół swojej osi i zbierają zatrzymywane zanieczyszczenia w koryta zaopatrzone w przenośnik taśmowy lub ślimakowy. Tarcze są wykonywane do średnic 6-8 m. Strata spadku przy przepływie wynosi 0,15 - 0,30 m. Co pewien czas należy przemywać tarcze naftą lub parą w celu usunięcia tłuszczu. Również od czasu do czasu muszą być one oczyszczane z przedostających się przez otwory i zatrzymujących się na stronie spodniej zanieczyszczeń, jak włosy, włókna, resztki wełny. Moc silników poruszających sita R i e n s c h a wynosi przeciętnie:

przy średnicy 8,0 m około 3-4 kW,

" " " " 4,5 " " 0,25-0,75 kW,

" " " " 1,5 " " 0,25 - 0,5 "

Doświadczenie wykazuje, że na sitach są przetarte zanieczyszczenia; czyli że tylko mały procent jest rzeczywiście usuwany. Przeważnie pozostają w cieczy, zmniejszając tylko swoją wielkość.

S i t a bębnowe: czyszczone są szczotkami lub częściej prądem splukującym wody. Sita ze z przepływem od zewnątrz do wewnątrz znajdują się w czasie pracy w szybkim ruchu obrotowym. Na skutek tego część wody porywanej bębniem działa jako prąd płuczający. Z tych rodzaj sit rozpowszechnione są najbardziej sita D o r r a /rys. 316/. Szerokość szpar $1/16 = 3/32''$, średnica oraz szerokość bębna 1,2 - 5,0 m, ilość obrotów 18 - 7 na minutę /prędkość obrotowa 1,5 m/sek/. Zanieczyszczenia splukiwane wodą do osadnika usuwane są z niego przy pomocy czepaków na taśmie bez końca. Pierścienie bębna szczelnie przylegają do obudowy, ścieki dopływają do zamurzonego do około połowy bębna od strony walcowej, po przejściu do wew-

natrz zmieniają kierunek o 90° i wypływają przez otwartą podstawę do kanału odpływowego. Wydajność waha się od 600 - 16000 m³/dobę.

Sito bębnowe T a r k a /rys.317/ o przepływie również od zewnątrz do wewnątrz oczyszczane jest przy pomocy szczotek, przesuwanych na taśmie i zczosujących zanieczyszczenia do pneumatycznego oczekora. Sita wykonywane są o średnicach 1,2 - 3,0 m i więcej, długości 1,0 - 3,0 m. Szpary mają wymiar 1/16" i są wykonywane w blaszce manganowo-brązowej lub z taśm fosfor-brązowych.

S i t a s k r z y d ł o w e budowane są przez umocowanie na szkieletowym bębnie skrzydeł /rys.318/. Szkielet wykonany jest ze stali, na skrzydłach rozpięta jest siatka z drutu galwanizowanego o oczkach 1/8". Zewnętrzny kraniec skrzydła pokryty jest kauczukiem dla uzyskania szczelności z dnem kanału. Bęben obraca się na osi poziomej w kierunku przeciwnym do przepływu ścieków.

Zależnie od wykonania sita zatrzymują od 15 - 35% zawiesin, od 10-30 litr/m/rok.

Zanieczyszczenia zatrzymane na kratkach gęstych lub sitach zawierają 70-90% wody i dużą ilość związków organicznych łatwo podlegających gnicciu. Usunięcie osadów odbywa się przez zakopanie, spalanie, kompostowanie i zużywanie dla celów rolniczych, oraz przegnicie.

Z a k o p y w a n i e stosuje się w mniejszych oczyszczalniach. Wrzuca się osady do wykopywanych rowów i bezpośrednio zasypuje ziemią. Osad pozostający na podestach odwadniających, usuwany kilkakrotnie w ciągu dnia obsypuje się lekko sproszkowanym wapnem dla zabezpieczenia się przeciwko powstawaniu nieprzyjemnych zapachów.

S p a l a n i e odbywa się w specjalnych piecach, w któ -

rych gazami spalinowymi suszy się jednocześnie przed spalaniem osady. Dla przeprowadzenia spalania niezbędny jest pewien dodatek materiałów palnych: sproszkowanego węgla, koksu, olei, gazu lub innego paliwa. Z uwagi na duży koszt urządzeń oraz ruchu stosowane jest ono zwykle w oczyszczalniach większych. Pozostaje około 3,5% śmieci jako żużel, którego się używa do wypełniania nierówności terenu.

Przy zakopywaniu i spalaniu nie wykorzystuje się składników nawozowych osadów. W celu wykorzystania rolniczego kompostuje się osady po dodaniu wapna i torfu i lekko przysypuje ziemią lub piaskiem z piaskownika w celu zapobieżenia rozchodzenia się przykrych woni i pladze much. Nawóz ten chętnie nabywany jest przez rolników.

W dużych zakładach osady są poddawane fermentacji beztlenowej w dołach gnilnych, przy czym wykorzystany może być wytwarzający się gaz. Przegniły osad sprzedawany jest jako nawóz.

Rozdrabnianie.

Zo względu na kłopoty, jakie sprawia obsługa krat i sit zastępuje się je urządzeniami rozdrabniającymi wszystkie zanieczyszczenia niesione przez ścieki. Stosowane są mechanizmy rozdrabniające udarowe, tnące oraz specjalne pompy.

Chicagoski rozdrabniacz /rys.319/ wykonany jest w postaci bębna o osi pionowej, zaopatrzonego w poziome szpary o ostrych krawędziach szerokości 7 mm. Bęben poruszany jest, umieszczonym nad nim silnikiem elektrycznym, z prędkością obwodową około 0,8 m/sek. Ścieki wpływają do środka bębna i odpływają u jego spodu. Pozostające zawiesiny na bębnie są przeciskane przez szpary przy pomocy ostrego grzebienia noża, ulegając przy tym rozdrobnieniu.

Moc silnika wynosi 0,75 - 5 kW. Strata spadku zależy od wymiarów bębna oraz ilości przepływu i waha się od 0,05 - 0,30 m.

Piaskowniki.

Zadaniem piaskownika jest zatrzymanie prowadzonych przez ścieki szczególnie w czasie deszczów cięższych mineralnych zanieczyszczeń w postaci piasku, zeszliwu ulicznego, popiołu, cząstek żelaznych, jak igły i t.p. W małych urządzeniach oraz przy układach sieci rozdzielonej, gdzie zanieczyszczenia z powierzchni nie przedostają się do kanałów wody brudnej, piaskowniki są zbędne. W wypadku rozległej sieci układu jednolitego budowa piaskowników jest pożądana częstokroć zaś konieczną z uwagi na to, że duże ilości piasku mogą uszkadzać pompy oraz powodować zbytnie nagromadzenie się jego w osadnikach, wreszcie zatykać przewody na oczyszczalni. Gromadzący się piasek w osadnikach tworzy twardą trudną do usunięcia masę, zmniejszającą użyteczną pojemność urządzeń.

Piaskownik usuwać powinien jedynie wymienione wyżej zanieczyszczenia, nie zatrzymując zaniesionych organicznych ciał. Osiąga się to przez zmniejszenie prędkości przepływu do wartości około 0,3 m/sek. Przy tej prędkości wody osadza się stosunkowo czysty piasek. Przy mniejszej prędkości osadza się również muł, silnie zanieczyszczający piasek. Czas zatrzymania, stosowany w większego rodzaju urządzeniach wynosi 1 minutę, tak że długość piaskownika wynosić powinna 18 m. W wypadku mniejszych urządzeń, płytszych, długość piaskownika może być odpowiednio mniejszą. Dostosować ją należy do krzywej opadania ziarn piasku. Prędkość opadania v może być obliczana ze wzorów Hazena i Stokesa.

Dla ziarn o wymiarach 0,1 - 1 mm według H a z e n a

$$v = 418 / \gamma - \gamma' / d / \frac{t + 10}{60} / \text{mm/sek}$$

dla ziarn o wymiarach < 0,1 mm według S t o k e s a

$$v = 418 / \gamma - \gamma' / d^2 / \frac{t + 10}{60} / \text{mm/sek}$$

Oznaczają tutaj γ ciężar właściwy ziarn, γ' - ciężar właściwy cieczy, d - średnica ziarn w mm, t - temperatura cieczy w stopniach Fahrenheita. Na podstawie przytoczonych wzorów obliczono wartości do zestawienia poniższego /Zestawienie 13/, w którym podane są szybkości opadania ziarn zawieszonych o ciężarze gatunkowym 2,65 i 1,2 przy temperaturze cieczy 10°C.

Zestawienie 13.

Średnica ziarn
w mm

prędkość opadania
mm/sek

$\gamma = 2,65$ $\gamma = 1,20$

Średnica ziarn w mm	prędkość opadania mm/sek $\gamma = 2,65$	prędkość opadania mm/sek $\gamma = 1,20$
1,0	100	12
0,8	83	9,6
0,6	63	7,2
0,5	53	6,0
0,4	42	4,8
0,3	32	3,6
0,2	21	2,4
0,15	15	1,8
0,1	8	1,2
0,08	6	0,9
0,06	3,8	0,54
0,05	2,9	0,41
0,04	2,1	0,31
0,03	1,3	0,19
0,02	0,62	0,096
0,015	0,35	0,054
0,010	0,154	0,024
0,008	0,098	0,016
0,006	0,055	0,009
0,005	0,038	0,006
0,004	0,024	0,004
0,003	0,013	0,002
0,002	0,006	0,001
0,0015	0,003	0,0005
0,001	0,0015	0,0002
0,0001	0,000015	0,000004

Piaskowniki zasadniczo im są dłuższe tym działają skuteczniej.

Zmniejszenie prędkości w piaskowniku osiąga się przez powiększenie przekroju przepływowego. Przekrój $A \text{ m}^2$ oblicza się ze znanego dopływu $Q \text{ m}^3/\text{sek}$ oraz przyjętej prędkości przepływu $v = 0,3 \text{ m}/\text{sek}$.

$$A = \frac{Q}{0,3} \text{ m}^2$$

Przy projektowaniu piaskownika należy pamiętać o tym, by nie mogły powstawać w przepływie niepożądane zaburzenia i wiry. Wahańia w odpływach ściekowych powodują zmienność prędkości przepływu, w celu utrzymania tej ostatniej możliwie stałą przy różnych stanach wody na dopływie piaskowniki dzieli się na dwie lub trzy komory, umieszczane równolegle. Dobrze działa umieszczenie na odpływie przelewu *S u t r o* /rys.320/ w postaci blachy odpowiednio wyciętej. Przelew ten spiętrza wodę w komorze przepływowej stosownie do przepływu, utrzymując stałą prędkość. Należy przewidzieć w komorze piaskownika dostateczną pojemność na gromadzenie się piasku. Zależy ona będzie od ilości niesionego przez ścieki piasku oraz odstępów czasu pomiędzy oczyszczeniami.

Ilość osadzającego się piasku zależy w wysokim stopniu od miejscowych warunków. Do obliczeń pojemności miejsca składowego przyjmuje się 5 - 12 litr/m/rok, lub według danych amerykańskich 15 - 34 litr na 1000 m^3 . Zawartość wody w świeżo usuniętym piasku wynosi 30-40%.

Wybierany z piaskownika piasek używany jest do zapełniania nierówności terenu; gdy zawiera mało mułu może być użyty jako warstwa filtrująca na polatkach do oczyszczania mułu. W okolicach, gdzie

brak piasku może być stosowany po przemyciu do celów budowlanych.

Piaskowniki umieszcza się za kratami rzadkimi, lecz przed sitami. Na wlocie i wylocie do niego należy przewidzieć zamknięcia.

Dno wykształca się w ten sposób, by można było wypłukać piasek lub też go osuszyć i w stanie suchym wyrzucić. W celu osuszenia piasku dno zaopatrzone być musi w drenaż /rys.321/. Wykształcanie dna w formie lejów jest niewskazane, gdyż powodują one jednocześnie osadzanie się mułu. Daje się więc dno płaskie ze spadkiem. Piasek w mniejszych oczyszczalniach wydobywany jest ręcznie przy pomocy łopat. Na większych wydobywa się go mechanicznie czerpakami na taśmie. Może być on również usuwany pod wodą przez zgrabianie do zagłębienia, skąd usuwa się go taśmą lub ślimakiem. Usuwa się go również przy pomocy kopaczek szczękowych, przy pomocy strumieni wody oraz przy pomocy sprężonego powietrza.

Kształty nadawane piaskownikom są różne, najczęściej podłużne /rys.322/. W Ameryce i Niemczech stosowane są kwadratowego lub kołowego kształtu piaskowniki D o r r a /rys.323/. Dno płaskie ma nachylenie w kierunku koryta. Na dnie osadzony jest ruchomy spychacz zsuwający opadający na dno piasek do koryta, skąd odbywa się wydobywanie piasku przy pomocy mechanizmu taśmowego /przenośnika/.

Tłuszczowniki

Tłuszcz znajdujący się w ściekach ma skłonność tworzenia kożucha w osadnikach, zatyka gęste kraty oraz sita i wpływa ujemnie na procesy i urządzenia biologiczne. Ze względu na to, że posiada on jako surowiec techniczny pewną wartość; niektóre z miast, szczególnie te w których ściekach zawarty jest dużo tłuszczów, stosują

przed wprowadzeniem ścieków na oczyszczalnię usunięcie tłuszczu.

Do powyższego celu służą tłuszczowniki. W normalnych ściekach miejskich ilość tłuszczu wynosi 5 - 10 g/m³/dobę. Jako tłuszczownik działa każdy osadnik, w którym występuje zmniejszenie prędkości przepływu wody oraz uspokojenie powierzchni.

Pływające tłuszcze i oleje wydobywa się na oczyszczalniach z osadników przez umieszczenie zanurzonych pływających desek lub belek, zatrzymujących tłuszcz zbierający się na powierzchni.

Dawniejsze konstrukcje tłuszczowników oparte były na zjawisku wydzielania się tłuszczów i olei na powierzchni przy zmniejszonej prędkości przepływu ścieków. Wprowadzano więc były ścieki do komór o zwiększonym przekroju przepływowym. Wydzielający się tłuszcz zatrzymywany był przez zamurzone ścianki i wyczerpywany lub też spychany w określone miejsca czerpania. Ze względu na to, że przy krótkim czasie przepływu oraz przywieraniu tłuszczu do zanieczyszczonych niesionych przez ścieki, tylko niewielkie jego ilości wydzielają się na powierzchni, dla zwiększenia wydzielania również olei i tłuszczów zawartych w postaci emulsji, stosuje się obecnie tłuszczowniki napowietrzane. Wprowadzone w dno powietrze powoduje koagulację tłuszczów i olei oraz ich wypływanie na powierzchnię. Sprężone powietrze wprowadza się przez porowate płytki lub dziurkowane rury, umieszczane w dnie komory przepływowej. Należy dążyć do otrzymania śrubowego ruchu wody /rys.324/, gdyż uzyskuje się w ten sposób po przecny prąd powierzchniowy w kierunku jednej ze ścian. Umieszczona po środku podłużnie pływająca belka głębokości 0,35 m i szerokości 0,10 m z otworami szerokości 0,10 m, zaokrąglonymi po drugiej stronie do szerokości 2,5 cm, powoduje zbieranie się za nią wypływające

go tłuszczu. Głębokość takiego tłuszczownika wynosi około 1,0 m, czas zatrzymania 3 minuty, stosunek zużywanego powietrza do ścieków wynosi 1:5 - 1:10.

Nieco odmienną konstrukcję przedstawia rys. 325. Ścieki dochodzą przewodem a do pomieszczenia b, w którym się woda uspokaja i gdzie wydzielają się tłuszcze. Przekrój komory jest trapezowy, przy czym podzielona jest ona ściankami podłużnymi nie dochodzącymi do dna na trzy części. Ścieki przedostają się pod ściankami do części środkowej c, z umieszczonymi w dnie płytkami porowatymi, przez które wprowadzone jest sprężone powietrze. Emulgowany tłuszcz oraz opadający na dno napowietrzony wypływa na powierzchnię w postaci piany. Górna część ścianek zaopatrzona jest w kratę z prętów o przekroju trójkątnym i podstawie skierowanej na zewnątrz. Piana przechodzi przez kratę do pomieszczenia d nie mogąc się cofnąć, skąd wyczerpuje się ją lub spuszcza do specjalnego zbiornika, gdzie następuje odwodnienie.

Tłuszczownik Zunkera /rys. 326/ ma kształt wydłużony o rozszerzającej się stopniowo części przepływowej. Powierzchnia jest podzielona przy pomocy głównych i pośrednich ścianek działowych na komory zbiorcze. Ścianki pośrednie mają za zadanie przeszkodzenie niepożądanym prądom wody. Dla osiągnięcia przy temperaturze $14,5^{\circ}$ odtłuszczenia co najmniej 95% wymagana jest powierzchnia rzutu poziomego $0,20 \text{ m}^2/\text{litr}/\text{sek}$ wody. W wypadku wyższych temperatur przeprowadzanych ścieków należy powiększyć powierzchnię do wymiarów $0,25 \text{ m}^2/\text{litr}/\text{sek}$.

Przy dużej zawartości tłuszczu zwierzęcego lub roślinnego przerobić go można na mydło. Gdy tłuszcz jest przeważnie pochodzenia mineralnego można go po poddaniu procesowi oczyszczenia używać pow-

tórnie. Tłuszcze wydobywane z tłuszczownika dają się tylko wówczas wykorzystać, gdy nie są zbyt zanieczyszczone, t.j. gdy odpływy prowadzące tłuszcze nie są zmieszane ze ściekami miejskimi. Jeśli wstawia się tłuszczowniki z myślą wykorzystywania wydobytego tłuszczu, należy je umieszczać na odpływie w miejscu powstawania, przed wlotem ścieków zatłuszczonych do kanałów miejskich, a więc np. na odpływie ścieków z rzeźni, restauracji dużych, jadłodajni. Wydobywane tłuszcze i oleje w stanie silniejszego zabrudzenia z kanalizacji miejskiej spala się najlepiej z pozostałością na sitach, lub zakopuje do ziemi.

Zanieczyszczone tłuszcze roślinne mogą być wprowadzone do komór gnilnych dla przegnicia. Z 1 kg tłuszczu otrzymuje się około 1 m³ gazu.

Urządzenia ostatnio opisane mają tę wielką zaletę, że przez napowietrzenie ścieki się odświeżają, wydalone zostają siarkowodor i inne szkodliwe gazy, przyspiesza się skłózkowanie. Wszystko to ułatwia dalsze traktowanie ścieków na oczyszczalni.

O s a d n i k i.

Najpowszechniej dla oczyszczenia mechanicznego ścieków stosowane są osadniki. Poprzedzają one zawsze, jako wstępne urządzenie, biologiczną część oczyszczalni oraz również stosowane są dla wtórnego wytrącania osadów po utlenieniu ścieków na oczyszczalni biologicznej. Tam, gdzie odbiornik na to pozwala można zadowolić się tylko oczyszczaniem mechanicznym przy pomocy osadników.

Klarowanie ścieków opiera się na fizycznym działaniu opadania zawieszin przy zmniejszeniu się prędkości przepływu w tym stopniu,

że przeważa działanie siły ciężkości. Opadają dość szybko zawiesiny nie znajdujące się w stanie koloidalnego zawieszenia. Koloidy utrzymują się niepomieranie długo w zawieszeniu, stąd podział na zawiesiny ulegające osadzaniu i nie ulegające.

Rozróżniamy: z a w i e s i n y z i a r n i s t e spadające na dno ze stałą szybkością, jest to piasek, ziarenka węgla, ruż, cząstki gruntu oraz z a w i e s i n y k ł a c z k o w a t e, zbierające się w czasie opadania w coraz większe kłaczkowate, przez co powiększa się ich prędkość opadania. W postaci zawiesin kłaczkowatych występuje wytrącony wodorotlenek żelaza i glinu, masa papierowa, muł czynny oraz skłaczkowane związki białkowe. Zawiesiny w ściekach miejskich są rodzaju pośredniego raczej, jednak bardziej charakteru kłaczkowatego. Ciężar właściwy takich zawiesin wynosi 1,2. Ścieki przemysłowe mogą ten charakter w silnym stopniu zmienić.

Dla osiadania z a w i e s i n z i a r n i s t y c h ważnymi są prawa ustalone przez S t o k e s a i H a z e n a. Głębokość nie odgrywa roli, natomiast miarodajną jest powierzchnia $A \text{ m}^2$ w odniesieniu do ilości przepływu Q . Określa się ją przy znanej najmniejszej prędkości opadania $v \text{ m/godz}$ z zależności

$$A = \frac{Q}{v} \text{ m}^2$$

Pod najmniejszą prędkością opadania rozumie się prędkość, z jaką opadają ostatnie najlżejsze zawiesiny na dno osadowego naczynia szklanego o wysokości 0,4 m. Jeśli czas zużyty na opadnięcie wynosi $t \text{ godz}$.

$$v = \frac{0,4}{t} \text{ m/godz}$$

Dopuszczalne obciążenie osadnika wyraża się przez ilość ście-

ków, przypadającą na jednostkę powierzchni, t.j. $\frac{Q}{A}$ m³/m²/godz odpowiada ono najmniejszej prędkości opadania.

Osadniki z ruchem wstępującym są również obliczane dla zawiesin ziarnistych według powierzchni, przy czym prędkość ruchu wstępnego nie może być większą niż najmniejsza prędkość opadania. Ponieważ głębokość nie odgrywa roli najodpowiedniejszymi są zbiorniki płaskie. Dla zawiesin ziarnistych F a i r podał następujące prędkości opadania przy temperaturze ścieków 10°C:

Zestawienie 14.

Srednica ziarn	1	0,5	0,2	0,1	0,05	0,01	0,005 mm
Piasek kwarcowy	217	113	35,5	10,5	2,63	0,131	0,026 m/godz
Węgiel	65,8	32,8	11,2	3,28	0,658	0,033	0,007 "
Zawiesiny w ściekach domowych	52,6	26,3	7,9	1,31	0,328	0,013	0,003 "

Prędkość przepływu, w wypadku poziomego jego kierunku, nie może przekroczyć granicznej prędkości, przy której rozpoczyna się tocznienie osadzanych ziarn, wynosi ona około 50 mm/sek \approx 180 m/godz. W osadnikach prędkość przepływu jest znacznie niższa. W bardzo płytkich zbiornikach, np. poletkach ociekowych, gdzie głębokość wynosi tylko 0,4 m, prędkości mogą przekroczyć dopuszczalną granicę. Należy więc dokonać sprawdzenia jej wielkości przy pomocy wzoru

$$v = \frac{Q}{A} \text{ m/godz}$$

lub kiedy przekrój pozostaje stałym na zasadzie długości osadnika L m oraz czasu przebywania t godzin

$$v = \frac{L}{t} \text{ m/godz}$$

Zawiesiny kłaczkowate zachowują się przy opadaniu zupełnie inaczej niż ziarniste. Kłacзки zbijają się w czasie opadania powiększając swą wielkość i opadają z rosnącą prędkością. Prędkość opadania nie może być określona przy pomocy naczynia szklanego, gdyż jest zmienną zależną od głębokości. Miarodajnymi są głębokość i powierzchnia, t.j. czas przepływu. Jeżeli oznaczymy przez $V \text{ m}^3$ pojemność osadnika czas przepływu t obliczy się z wzoru

$$t = \frac{V}{Q} \text{ godzin}$$

W wypadku osadników podłużnych długość L ustala się według wzoru

$$L = v \cdot t \text{ m}$$

Co można osiągnąć przy pomocy sklarowywania w zależności od czasu zatrzymania ścieków w osadniku wskazują krzywe na rys. 327, ustalone na podstawie badań doświadczalnych. Widać z nich, że po czasie zatrzymania dłuższym niż 2 godzin uzyskuje się bardzo niewielki dodatkowy stopień oczyszczenia. Z tych względów czas zatrzymania świeżych ścieków w osadnikach przyjmuje się w granicach 45' - 2 godzin /amerykańskie normy/. Według I m h o f f a najbardziej uzasadniony gospodarczo czas zatrzymania wynosi 1,5 godz. Przy krótszym czasie zatrzymania ścieki sklarowują się w stopniu niedostatecznym i obciążają zbytnio biologiczną część oczyszczalni, przy dłuższym poczynają zagniwać i cuchnąć oraz niepotrzebnie powiększone zostają koszty budowy.

Przyjmuje się powszechnie czas zatrzymania 1,5-godzinny średniego przepływu z okresu 12 godzin dnia /8 rano do 20 wieczorem/ lub 2 godziny dla dobowego średniego przepływu. Odpływ deszczowy z sieci układu jednolitego zatrzymany zostaje odpowiednio do przyjętego roz-

cieńczenia krócej 20-30%. W pewnych określonych wypadkach koniecznym jest przedłużyć czas zatrzymania. Zdarza się to wówczas, gdy ścieki przemysłowe wpływają hamując na proces zagniewania osadu i wobec tego należy go dłużej przetrzymywać w osadnikach. Odpowiednio do tego przewidziane być muszą większe przestrzenie na jego odkłady. Również gdy przemysł wpuszcza ślami do kanalizacji szkodliwe ciecze korzystnym jest przemieszanie ścieków i wyrównanie fal odpływu. Osiągnąć to się daje przez przedłużenie czasu przetrzymania ścieków w osadnikach.

Stosownie do wyników praktyki dobry skutek wytrącenia zawieszin osiąga się w zbiornikach o głębokości około 2 m /1,8 - 2,5 m/, choć stosuje się głębokości dochodzące do 6,0 m.

Czas przepływu ścieków przez osadnik odbiega od teoretycznego czasu zatrzymania. Według badań czas zatrzymania 2-godzinny może być w pewnych wypadkach zredukowany do 1-godzinnego czasu przepływu. Głównym warunkiem dobrego wykorzystania przekroju osadnika jest równomierny rozdział dopływających ścieków na cały jego przekrój. Osiąga się to przez odpowiednie zaprojektowanie wlotu oraz wylotu. Wloty projektuje się zwykle jako przelewy o niewielkiej wysokości przelewającej się warstwy ścieków w celu zmniejszenia możliwości powstawania wirów, przy czym jako dodatkowe zabezpieczenie służą zanurzone deski. Jako wypróbowaną polecaną formę konstrukcji przedstawiona na rys.328. Dopływające ścieki tracą swą energię wznosząc się i wpływają równomiernie na całej szerokości z małą prędkością. Deski zanurzone nie są potrzebne. Na odpływie umieszcza się również przelewy na całej szerokości. Zanurzone pod powierzchnią na głębokości 0,10 - 0,20 m deski przed wylotem mają na celu zatrzymanie tłuszczu i zanieczyszczeń pływających. W wypadkach bardzo szkodliwych przelewań dla możliwie jednostajnego rozdziału ście-

ków daje się w koronie w odstępach 20-30 m wycięcia trójkątne.

Osad zagniwający musi być usuwany możliwie szybko, zanim wzruszony będzie przez gazy gnilne. Powodują one powrotne jego unoszenie przez ścieki oraz nadają im właściwości gnilne. Zależnie od czasokresu oraz sposobu usuwania osadów podzielić można osadniki na:

Osadniki naturalne,

Poletka zalewane,

Osadniki gnilne,

Osadniki świeżowodne wstępne,

Osadniki świeżowodne wtórne.

Dalszy podział dotyczy kierunku przepływu: osadniki z przepływem poziomym lub pionowym. Ostatnie stosowane są naogół rzadko. Różnią się również osadniki o ciągłym przepływie i napełniane. Osadniki napełniane pracują przerywanie. Po napełnieniu zbiornika osadowego ściekami pozostają one w nim aż do chwili sklarowania, po czym zostają ostrożnie, tak by nie powstawało wzruszanie odkładów osadu, wypuszczane. Osad zostaje wybrany dla dalszej przeróbki lub usunięcia. Obecnie osadniki tego rodzaju wychodzą z użycia.

Stawy zaladowywane.

Do osadników naturalnych należą stawy zaladowywane oraz stawy rybne. Stawy rybne działają głównie jako naturalne urządzenia biologiczne i omówione będą w sposobach biologicznego oczyszczania ścieków.

Bardzo prostym sposobem uwolnienia wody od zawieszin jest sposób zaladowywania. Stosuje się on w wypadku zawieszin mineralnych lub przy ich znacznej przewodności, a więc w wypadku ścieków z kopalni, hut, niektórych fabryk chemicznych. Osady mineralnego pochodzenia nie zagni-

wają i po opadnięciu, jeśli tylko prędkości przepływu utrzymane są w odpowiednich granicach, nie są ułożone powtórnie.

Stawy zaladowywane są to zwykle naturalne zbiorniki ziemne, które można stworzyć wykorzystując zagłębienia powierzchni gruntu przy pomocy krótkich ogroblowań. Ścieki wprowadzane są w jednym końcu, przepływają przez całą długość stawu osadzając zawiesiny, sklarowane odpływają do odprowadzalnika, a następnie do odbiornika /rys.329/. Staw stopniowo zaladowuje się. Po całkowitym wypełnieniu się zagłębienia ścieki wprowadza się do nowego uprzednio przygotowanego stawu. W dnie wykonany być musi drenaż, zamknięty aż do czasu całkowitego zapełnienia się osadami stawu. Po wyłączeniu dopływu drenaż otwiera się, co umożliwia wyschnięcie odkładów mułu.

Poletka zalewane.

Poletka zalewane wykonywane są jako płytkie osadniki budowane podobnie jak poletka ociekowe dla przegniętego osadu. Stosowane są również w wypadku niezagniwanego osadu, głównie do ścieków z zawiesinami ziarnistymi, przeważnie do ścieków z płuczek węgla.

Budowane są jako zbiorniki /rys.330/ o niewielkiej głębokości 30-40 cm, o długości 20-40 m oraz szerokości 8-20 m. Zaopatrzone są w drenaż, ułożony w najgłębszych miejscach dna i obsypany grubym żwirem lub żużlem. Na tym podkładzie daje się na całej powierzchni dna warstwę drobnego piasku lub gruzu koksowego grubości 10 cm, służącą jako filtr. Zbiorniki umieszczone są w ilości conajmniej 6 jeden obok drugiego, pracując po dwa. Gdy przez jedną parę przeprowadza się ścieki, pozostałe są wyłączone z przepływu. Zebrany na nich poprzednio osad podlega ocieknięciu, osuszeniu, a następnie wybraniu i usunięciu. W czasie prze-

plywu drenaż jest zamknięty, otwiera się go po włączeniu przepływu. Na dopływie i odpływie umieszcza się zanurzone deski dla schwytania pływających zanieczyszczeń oraz tłuszczu. Po otwarciu drenażu stojąca nad osadami woda filtruje przez piasek. Pozostający osad wysycha w czasie zależnym od większej lub mniejszej ilości domieszek miemineralnych oraz od temperatury. Do zamykania wylotów drenowych stosuje się najprostszego rodzaju zasuwę, w najprostszym wypadku zwykłe kołki drewniane.

W wypadku ścieków domowych z przewagą zawiesin organicznych głębokość zapełniania nie może wynosić więcej ponad 0,20 - 0,3 m, przy czym warstwa osadu może osiągać co najwyżej połowę tej grubości, gdyż osad nie będzie wysychał. Większa głębokość ścieków zmniejsza pochłanianie powietrza powodując stan gnilny ścieków. Odwrotnie w wypadku zawiesin tylko o charakterze mineralnym głębokość może być w bardzo dużym stopniu powiększona.

Urządzenia te mają zaletę tanioci oraz prostoty. W wypadku ścieków domowych wykonywane są jako urządzenie pomocnicze lub przejściowe. Po rozbudowie oczyszczalni mogą być użytymi jako poletka do osuszania osadu przegniłego. Związane są zawsze z przykrymi objawami plagi much oraz nieprzyjemnych zapachów.

Okresy deszczowe wpływają ujemnie na procesy strącania oraz suszenia.

Osadniki gnilne.

Osadniki gnilne służą podwójnemu celowi wytrącenia zawiesin, które odbywa się w górnej ich części, oraz przegnicia osadów, zachodzącego w dolnej części. Spełniają więc rolę małych oczyszczalni z pro-

stymi bardzo urządzeniami, wymagającymi w bardzo ograniczonym stopniu obsługi. Skutek oczyszczania nie jest pełny. Jako oczyszczalnie miejskie nie są stosowane, natomiast budowane są w osiedlach nieskanalizowanych dla obsługi poszczególnych domów lub grup domów, szkół i t.p.

Osadniki gnilne buduje się przeważnie w postaci podłużnych pojedynczych lub wielokrotnych komór, przez które przeprowadza się ścieki. Czas zatrzymania ścieków przyjmuje się znacznie dłuższy niż w osadnikach świeżo-wodnych - w zależności od ilości przyłączonych mieszkańców od 1 doby do 3-ch. Głębokości komór powinny być większe niż 1,5 - 2 m. Na rys.331, 332 pokazano schematycznie urządzenie osadników trzykomorowych prostokątnego oraz kołowego. Ścieki przeprowadza się z jednej komory do drugiej rurami zanurzonymi pod zwierciadło wody na głębokości 30 cm i umieszczonych po przekątnych.

Przy czasie zatrzymania 1-3 dni ścieki opuszczające osadnik mają ciemną barwę i przykry zgniły zapach. Nie mogą być odprowadzane do otwartych odbiorników. Dla pełnego przegnicia ścieki musiałby być przetrzymywane przez 20-30 dni. Wprowadza się je w grunt przy pomocy drenu /rys.333/. Nie może jednak zbyt płytko leżeć zwierciadło wody gruntowej, nie płycej niż 1,5 m, wówczas można dren ułożyć na głębokości 0,6 - 1,0 m. Zwykła głębokość drenów 1 - 1,5 m. Dreny powinny mieć długość 15 m na każdą przyłączoną osobę przy łącznej powierzchni wypływu 10-20 m² na mieszkańca lub 1 m² na 10-20 litrów ścieków.

Najodpowiedniejszymi dla zraszania podziemnego są ziemie lekko przewiewne. Dreny zakłada się w odstępach od 1,8 m wzwyż. W wypadku gruntu związłego dreny o średnicy 8-10 cm otacza się warstwą żwiru lub tłuczni. Dla osiągnięcia dobrego przewietrzania nawadnianego gruntu pożądanym jest zraszanie przerywane, co daje się osiągnąć przez wy-

konanie na odpływie samoczynnego urządzenia syfonowego lub wywrotnego naczynia o konstrukcji używanej w płuczkach kanałowych. Dobrze jest również układ sieci drenów podzielić na dwie części pracujące na zmianę w odstępach tygodniowych.

Oblicza się, że drenaż pracować może bez oczyszczania około 10 lat. Po upływie tego czasu należy go wyjąć, oczyścić i ułożyć w pewnym odstępie od poprzedniej linii przebiegu.

Komory z wierzchu muszą być przykryte dla zabezpieczenia się przeciwko zapachom oraz plądze much. Osadniki takie usuwają 50-60% zawiesin. Raz lub dwa razy do roku, najlepiej na wiosnę i w jesieni usuwa się pływający kożuch, opróżnia się osadniki ze ścieków i wydobywa osady. Nie powinny one zapełniać komory więcej niż na $\frac{1}{3}$ część wysokości. Wybierany osad można zużytkować do nawożenia gruntu.

W stropie pokrywającym komory, umieścić należy otwory żłazowe, zamknięte szczelnie pokrywami. Odwodnia się komory zwykle przy pomocy pompy. Ze względu na wydobywające się z gnijących osadów gazy wskazanym jest umieszczenie w stropie przewodu przewietrzającego. W czasie wydobywania osadu zachować należy ostrożność z uwagi na wydzielano przez trujące gazy oraz ze względu na możliwość wytwarzania się przy mieszaniu się tych gazów z powietrzem wybuchowych mieszanek. Przy oczyszczaniu z osadu należy niewielką jego ilość pozostawić w celu zaszczerpienia świeżego osadu bakteriami gnilnymi.

Osadniki świeżowodne.

W zależności od kierunku przepływu ścieków rozróżniamy osadniki z poziomym przepływem oraz z pionowym, inaczej zwane studniami względnie wieżami osadowymi. Głębokość osadników jest zwykle większa niż 1,8 m. Wymiary poziome zależą od rozplanowania całości oczyszczalni

oraz ilości ścieków. Przy dużych pojemnościach dzieli się osadniki na kilka jednostek w celu zmniejszenia możliwości powstawania zaburzeń w przepływie oraz ułatwienia usuwania osadów. W wypadku mechanicznego usuwania osadów, urządzenia czyszczące wpłyną będą na kształt, który może być kwadratowy, kołowy lub podłużny.

W urządzeniach starszych dla usunięcia osadu wyłączało się osadnik z przepływu i odwodniało. Robotnicy przy pomocy zgrzebeł spędzali muł do otworów odpływu osadu, otwieranych na czas czyszczenia. W urządzeniach nowszych usuwanie osadu odbywa się bez przerwy w pracy osadnika: pod wodą grawitacyjnie przy pomocy przewodów dzięki istnieniu różnicy poziomów ścieków w osadniku oraz wylotu przewodu odprowadzającego osady, lub też przy pomocy różnego rodzaju zgrzebeł względnie urządzeń czerpiących.

Osadniki podłużne wykonywane są o przekroju prostokątnym i dnem płaskim przy stosunku szerokości do długości 1:3 - 1:10, lub też z dnem wykształconym w postaci szeregu lejowatych zagłębień.

Dno płaskie ma spadek w kierunku przeciwnym dopływowi do zagłębienia gromadzącego osady /rys. 334/. Osad zbierający się na dnie spychany jest do zagłębienia, skąd się go wyczerpuje przy pomocy pompy.

Zgrzebla mechaniczne mogą być wykonywane w postaci poruszającego się łańcucha bez końca /rys. 334/ umieszczonego na bębnach. Jeden z bębnow poruszany jest silnikiem elektrycznym. Tak pomyślane jest oczyszczanie w konstrukcji Link - Belta.

Do łańcucha przymocowane są poprzeczki drewniane, które zgrzebuja powoli osad do zagłębienia. Na wylocie umieszczone jest korytko, do którego spychany jest tworzący się na powierzchni kożuch. Przewodem

rurowym odprowadza się dopływający kożuch do studzienki, skąd się go wyczerpuje dla dalszej przeróbki, lub usunięcia. Przy równoległym umieszczeniu kilku jednostek można w ściankach działowych na szerokości zagłębienia pozostawić otwory i doprowadzać osady do jednej pompy, umieszczonej w najniższym miejscu zagłębienia. Dla pewniejszego działania daje się w zagłębieniu spychacz poprzeczny.

Zgrzebko tarczowe Hardinga umieszczone jest na jeżdżącym po szynach wzdłuż osadnika wózku. Przy ruchu powrotnym tarcza jest podnoszona do poziomu powierzchni ściągów i spycha kożuch do korytka przed wylotem. W wykonaniu przedstawionym na rysunku 335, 336 ze zgrzebłem tarczowym osad odprowadzany jest grawitacyjnie rurociągami.

Konstrukcję ze zgrzebłem tarczowym i odprowadzeniem osadu pompą przedstawia rys. 337.

Prędkość jazdy taśm i tarcz wynosi 10-60 mm/sek. Stosuje się tym mniejsze prędkości im jest lżejszym osad.

Zamiast zgrzebeł zastosowaną być może pompa jeżdżąca na wózku, wyczerpująca osad z dna. Wówczas dno wykształca się w kształcie korytka. Przewód ssący pompy umieszczony jest w linii największego zagłębienia. W wypadku mułu łatwo zbijającego się zaopatruje się koniec rury ssącej w kosz. W szczególnych wypadkach kosze są zaopatrzone w urządzenia dla rozluźnienia, leżącego na dnie mułu, by łatwiej

dać się zasyssać.

Przewód tłoczny od pompy doprowadza muł do kanału, biegnącego wzdłuż osadnika, skąd odchodzi on do dalszej przeróbki.

Wówczas dno kanału ma z dnem lejowym /rys. 325/

gromadzą się osady w zagłębieniach dna, skąd odprowadzane są przy pomo-

cy układu rur grawitacyjnie lub też wyciągane przy pomocy pomp. Osadniki takie mogą być wykonywane z przepływem poziomym lub pionowym.

Ściany lejów powinny być dostatecznie strome, najlepiej około 45° . Wypuszczanie osadów powinno się odbywać powoli. Zbyt gwałtowne odprowadzanie może spowodować przerwanie się ścieków przez odkłady mułu.

Stosowaną jest również często jako osadniki wspomniana już poprzednio konstrukcja D o r r a. Osadnik tego typu wykonywany jest o kształcie kwadratowym z zaokrąglonymi narożami /rys.338/. W początkowo wykonywanych o kołowym przekroju powstawał niekorzystny ruch wirowy. Ścieki dopływają albo przez przelew z jednego boku, odpływają zaś z przeciwnego, lub też wchodzi przez otwory w wieży środkowej, odpływają zaś przez przelew wzdłuż całego obwodu /rys.339/. Dno ma lekkie nachylenie do środka do niewielkiego zagłębienia, skąd odchodzi przewód do odprowadzania mułu. G r a b i o składa się z dwóch lub czterech obracających się ramion, zaopatrzonych w zgrzebła. Urządzenie zgrubiające umocowane jest do pionowego cylindra, nad którym ustawiony jest silnik elektryczny. Ruch obrotowy grabi osiąga się przy pomocy silnika napędzającego wózek, jeżdżący po szynie, biegnącej wokoło osadnika. Wózek powoduje jednocześnie ruch mostka, który jest oparty jednym końcem na nim, drugim na środkowej wieżyczce. Osad spychany jest do środka. Dodatkowo zgrzebła z ruchem wahadłowym oczyszczają naroża.

Czas jednego obrotu, stosownie do wielkości urządzenia oraz właściwości ścieków, waha się od 5 - 30 minut. Zapotrzebowanie mocy w wypadku osadników średniej wielkości wynosi 2,2 kw. Również i w tych osadnikach może być zastosowane urządzenie do zgarniania kożucha. Średnice osadników dochodzą do wielkości bardzo znacznych, przeciętnie

do 30 m, choć istnieją wybudowane o średnicach powyżej 60 m, a nawet dochodzących do 95 m.

Zaletą osadników D o r r a jest natychmiastowe usuwanie osadzonego mułu i w ten sposób nie dopuszczanie do zmniejszania się części przepływowej oraz zagniwania ścieków.

Z uwagi na konieczność ciągłego odprowadzania osadu pompuje się muł o różnej zawartości wody. Aby uniknąć przy trwałym ruchu pompy silnych wahań zawartości wody w mule, umieszczono w osadniku D o r r a oczyszczalni E s s e n - R o l l i n g h a u s e n w środku, zamiast koryta zbiorcze większych wymiarów komorę /rys. 340/. W komorze tej zbiera się muł i gęstnieje. Nie ma potrzeby ciągłego wyciągania mułu o zmiennym stężeniu, wyciąga się okresowo bardziej jednostajną masę.

Osadniki dwupiętrowe.

W osadnikach dwupiętrowych połączone są procesy sklarowywania ścieków oraz przegniwania wytworzonego osadu. Różnica z osadnikami gnilnymi polega na tym, że część osadowa i gnilna są od siebie oddzielone tak, że nie ma bezpośredniego stykania się przepływających ścieków z gniącym osadem, co sprzyja wytrącaniu się osadów. Prototypem był osadnik T r a v i s a /rys. 341/ wykonany poraz pierwszy w Anglii, konstrukcję tę ulepszył I m h o f f zastosowując ją poraz pierwszy dla spółki E m s c h e r s k i e j, stąd nazwa osadniki I m h o f f a lub studnie E m s c h e r s k i e. Osadniki I m h o f f a są bardzo rozpowszechnione, choć obecnie nieco straciły na popularności wobec coraz częstszego stosowania na większych oczyszczalniach wydzielonych komór gnilnych.

Działanie osadnika I m h o f f a jest następujące. Ścieki

dopływają do części górnej przepływowej zwanej też komorą osadów /rys.342 i 343/, która jest oddzielona od umieszczonej pod nią komory gnilnej nachylonymi płytami wykonanymi z żelbetu. Wytrącające się zawiesiny opadają na silnie nachylone powierzchnie i spływają przez otwarte szpary u spodu płyt do poniżej leżącego pomieszczenia gnilnego. Tutaj przechodzą one przez proces gnicia względnie anaerobowego rozkładu. Gdy zostanie on zakończony, przegniły osad usuwany jest z komory przy pomocy rur grawitacyjnie lub przy pomocy pomp. Muł pozostaje w komorze gnilnej 3-5 miesięcy. Wydzielający się w czasie gnicia gaz wznosi się wzdłuż spodu płyt rozdzielczych do otworów, którymi albo uchodzi w powietrze lub chwytny jest przy pomocy umieszczonych nad otworami dzwonów w celu dalszego wykorzystania. Te części górnego osadnika zwą się komorami gazowymi. Wytwarzający się w komorze gnilnej kożuch zbiera się w górnych bocznych częściach komór. W celu zabezpieczenia się przeciwko przedostawaniu się wznoszących się gazów oraz zawieszin z komory gnilnej do komory przepływającej szpary przebiegają ukośnie do pionu i osłonięte są od dołu trójkątną belką podłużną lub przedłużeniem jednej z płyt rozdzielczych. Dzięki takiemu ukształtowaniu otworów łączących wznoszące się gazy i zawiesiny są odchylane w stronę spodu stropu rozdzielczego. Przesłona powinna sięgać co najmniej 0,20 m za szparę.

Nachylenie płaszczyzn żelazgowych powinno być na tyle duże by nie mogło powstawać przyleganie osadów. Pożądane jest nachylenie do poziomu pod kątem 60° , t.j. 1:2. Stosowano jednak z dobrym skutkiem nachylenie 1:1,25 /0,8 i 1/. Powierzchnie żelazgowe powinny być bardzo gładkie.

Przy kształcie prostokątnym osadnika umieszcza się pomiędzy le-

jami dna ścianki działowe poprzeczne z otworom u spodu. Zadaniem ścianki jest podtrzymywanie płyt rozdzielczych oraz hamowanie mogących powstawać w komorze gnilnej prądów. W długich osadnikach daje się je w odstępach około 4,5 m. Często tak rozplanowuje się przewody doprowadzające i odprowadzające ścieki, by można było zmieniać co kilka tygodni kierunek przepływu /rys.344/. Daje się wówczas osiągnąć równomierniejsze obciążenie komory gnilnej.

Szerokość szpar powinna wynosić 0,2 - 0,25 m. W niewielkich oczyszczalniach domowych zmniejsza się ją do wymiaru 0,12 m.

Dno wykształcone jest w postaci lejów; wykonywa się je również o przekroju ciągłym trójkątnym. Nachylenie powierzchni dna jeżeli ścieki są w dostatecznym stopniu odpaszczane w piaskowniku daje się niewielkie około 1:2. W wypadku dostawiania się dużych ilości piasku do komory gnilnej powstaje zjawisko jego zcimentowywania się na wlocie do rury odprowadzającej muł. Pomocnym może być wówczas umieszczenie rury płuczającej, idącej wzdłuż przewodu mułu. Wypływający z rury strumień wody wzrusza piasek zabezpieczając przeciwko jego zcimentowaniu się.

Każdy lej w komorze gnilnej musi być zaopatrzony w przewód o średnicy 200 mm dla odprowadzania przegniłego osadu. Na przewodzie musi być umieszczona zasuwa. Stosowane są rury żeliwne, chronione przeciwko rdzewieniu na wysokości zwierciadła wody płaszczoem z betonu. Strata wysokości w rurach prowadzących muł wynosi 1:8, w przewodach otwartych 1:40. W wypadku bardzo gęstego mułu wynosi ona znacznie więcej. Liczy się, że przy dostatecznie płynnym mule wypływać on będzie przy różnicy ciśnienia wynoszącym 1,2 - 1,5 m.

Czas zatrzymania przyjmuje się 1,5 - 2 godzin.

Komora osadowa nie powinna być zbyt głęboka, gdyż powoduje to zwiększenie zagłębienia osadnika bez powiększenia jego wydajności. Odległość od poziomu ścieków do szpary nie powinna być większa niż 2,7 m. Osadniki umieszcza się w terenie tak, że wystają tylko nieznacznie ponad powierzchnię. Całkowita głębokość wynosi minimalnie 4,5 i do - chodzi do 10,0 m.

Wlot i wylot są kształtowane jednakowo. Wykonywane są zwykle jako przelewy na całej szerokości komory osadowej. Przed przelewami umieszcza się zanurzone na głębokość 0,10 - 0,30 m deski.

Otwory dla uchodzenia gazu powinny być dostatecznej wielkości, by nie powstawało zjawisko podnoszenia się kożucha, co sprzyja plonieniu się powierzchni w komorze gnilnej. Przekrój otworów powinien wynosić 15-25% całej powierzchni osadnika. W dużych oczyszczalniach zaopatruje się komory gnilne w dzwony żelazne dla chwytania gazu /rys.345, 346/. Zanurzone są one na głębokość 0,30 m w ścieki. Różnica ciśnienia 200 mm wystarcza dla wtłaczania gazu do przewodów. U spodu dzwonów daje się ochronę przed dostawaniem się do nich kożucha w postaci płyty betonowej z otworami lub rusztu drewnianego. Stosuje się również robienie kożucha przy pomocy uruchomianych ręcznie przyrządów skrzydełkowych lub łożkowych. Gaz odprowadzany jest z najwyższego punktu dzwonnicy lub ujmowany przy pomocy przewodu, umieszczanego wewnątrz jego. Przewody doprowadzają gaz do zbiornika gazu lub bezpośrednio do miejsca zużycia. Wykorzystanie gazu opłaca się tylko na dużych oczyszczalniach, w mniejszych wypuszcza się go w powietrze.

Komora gnilna posiadać musi dostateczne wymiary by opadające osady mogły całkowicie przegniwać. Pojemność jej oblicza się w zależności od przyłączonej ilości mieszkańców, 60-70 litrów/miesz-

kańca w wypadku kanalizacji o sieciach rozdzielonych oraz 85 litr/m dla sieci jednolitej. Osady nie mogą sięgać bliżej szpar dopływowych niż 0,35 m.

Obsługa osadników Imhoffa jest naogół prosta. Polega ona na usuwaniu codziennym kożucha, utrzymaniu swobodnymi szpar pomiędzy komorą przepływową i gnilną oraz na wypuszczeniu w odpowiednim czasie przegniłego osadu.

Szczególne uwagę należy zwrócić na pianę, która powstaje przy wznoszeniu osiadłych zawiesin przez wznoszący się gaz. Po ujęciu gazu cząstki zawiesin opadają; w niektórych wypadkach pozostają one na powierzchni, zbijając się i tworząc cieńszy lub grubszy kożuch. Skłonności do wytwarzania kożucha posiadają ścieki czyste domowe oraz z niektórych przemysłów wprowadzających dużo tłuszczów, włosów i ścinków. Powstaje on również przy niskich temperaturach i przy zbyt dużym stosunku powierzchni do objętości komory. Tworzący się kożuch powinien być codziennie rozbijany. Powoduje to ujęcie z pod niego gazów i opadnięcie kawałków rozbitego kożucha. Tłusty kożuch nie opadający powinien być wypuszczony z komory. W tym celu w komorach gazowych umieszcza się otwory i przewody dla jego wypuszczania. Mogą służyć do tego celu odpowiednio dostosowane przewody ^{do} odprowadzania przegni^{ego} osad /rys. 347/. Rozbijanie kożucha może być przeprowadzone z dobrym skutkiem przy pomocy strumienia wody wyrzucanego z węza. W małych oczyszczalniach wyczerpuje się rozbite kawałki kożucha przy pomocy czerpaków siatkowych.

Oczyszczanie powierzchni ześlizgu przeprowadza się przy pomocy drewnianego drąga, zaopatrzonych u spodu w zgrzebło obite kauczukiem. Zatknięte szpary czyszczone są przy pomocy przyrządu

składającego się z długiego draga, do którego końca przymocowany jest ciężki łańcuch /rys.348/. Luźno wiszący łańcuch przeciąga się przez szparę.

Nie można dopuścić do przepełniania się komory gnilnej osadami. Sięgać one mogą, jak wspomniano, nie wyżej niż 0,35 m poniżej szpar łączących obie części osadnika. Koniecznym jest więc stałe badanie ich poziomu. Odbywa się to najskuteczniej przy pomocy małej ręcznej pompki, posiadającej kauczukowy przewód ssący. Opuszcza się ją powoli. Z chwilą, gdy pompka zacznie wyciągać osad, wychodzą również zaczynają gazy. Długość zanurzenia przewodu ssącego wykazuje na poziom osadu. Oznaką przepełnienia się komory gnilnej jest wydobywanie się pęcherzy gazu ze szpar.

Wypuszczanie przegniłego osadu powinno być przeprowadzone dostatecznie często, jednak należy zwrócić uwagę, by zawsze powstawała w komorze dostateczna ilość starego dojrzałego mułu, który ma za zadanie zaszczerpienie bakteriami gnilnymi świeżo napływających mas osadu.

Najczęstszy kłopot sprawia p i e n i e n i e się po -
wierzchni w komorach gazowych. Objawia się ono przez wypływanie na powierzchnię czarnych mydlin i piany, którym towarzyszy nieprzyjemny zapach. Piana może się przelać do komory przepływowej powodując zanieczyszczenie odpływających ścieków. Pienienie powstaje zawsze w czasie dojrzwania komory. W czasie późniejszej jej pracy może powstawać przy dopływie kwaśnych ścieków przemysłowych, przy nadmiarze w ściekach mydlin lub przy niezrównoważeniu świeżego osadu z dobrze przegnilym. Zwalczanie tego objawu polega na rozcieńczaniu gnijącej wody ściekowej przy pomocy czystej wody. Pomaga również wypuszczanie osadu, powo-

dujące wchodzenie świeżych ścieków z komory przepływowej.

W początkach uruchomiania osadników dobry skutek osiąga się przez zaszczerpienie komór dobrze przegniłym osadem z innych komór. Gdy go brak, można posłużyć się dobrze przegniłym nawozem koniskim. Stały objaw pienienia się może być zmniejszony przez wstępne przechlewanie ścieków. Również dodanie wapna zmniejsza kwaśność i pienienie się. Dodaje się go przez komory gazowe w postaci wapna gaszonego w ilości 2-4 kg na 1000 mieszkańców raz tygodniowo. Nie powinno się go dodawać w dużych ilościach jednorazowo, gdyż ohoć nastąpi zmniejszenie natężenia zapachów może powstać pienienie się z powodu zbyt silnej alkaliczności.

Dawniejsze osadniki I m h o f f a budowane były o k s z t a ł c i o k o ł o w y m /rys. 349/, obecnie wykonuje się je o p r z e k r o j a c h p r o s t o k a t n y c h /rys.350/, gdyż daje to lepsze wykorzystanie całości. Otrzymuje się mniejsze wymiary oraz bardziej proste urządzenie dla chwytania gazu. Pod względem statycznym przekroje kołowe są korzystniejsze. Ściany podłużne osadnika są wzmacniane silnymi ścianami poprzecznymi, których umieszczenie jest, jak wspomniano wyżej, wskazane również i z innych względów. W wypadkach trudnych warunków fundowania, jak np. silnego napływu wód gruntowych lub istnienia kurzawki, dają się pierwszeństwo kształtom kołowym. Osadniki mało buduje się o przekroju kołowym z przepływem kołowym /rys.351/ lub promienistym /rys.352/.

Osadniki wtórne.

Osadniki wtórne stosowane są dla sklarowania ścieków oczyszczonych biologicznie na złożach zraszanych lub sposobem mułu czynnego. Po-

nioważ osad wytwarzający się jest charakteru czysto kłaczkowatego stosowane są zwykle osadniki o pionowym kierunku przepływu. Tworzy się wówczas jakby filtr z opadającego mułu, powodujący zbijanie się w większe i cięższe płaty kłaczkowatego mułu. Powszechne zastosowanie mają studnie Dortmundskie o przekroju kołowym z dnem wykształconym w postaci głębokiego leja /rys. 355/. Ścieki doprowadzane są do szybu środkowego w jego górnej części, spływają w dół i opływając krawędź dolną wznoszą się do przelewu umieszczonego na całym obwodzie. Za przelewem znajduje się korytko, odprowadzające ścieki do przewodu, idącego już wprost do odbiornika.

Jako część przeznaczoną na osad uważa się spód studni do dolnej krawędzi środkowego szybu. Prędkość przepływu nie powinna przekraczać 4-7 mm/sek, gdyż w przeciwnym razie opadające w dół kłaczkiny porywane są ku górze. Granice te nie są przekraczane gdy czas zatrzymania wynosi 1,5 - 2 godzin. Głównym warunkiem dobrego skutku jest tak częste wypuszczanie mułu by nie przepełniał on leja osadowego. Najlepiej gdy wypuszczanie odbywa się w sposób ciągły. Do tego celu służy rura, dochodząca do spodu leja. Rura taka powinna być drugim końcem wyprowadzona ponad wierzch osadnika, dla umożliwienia przeczyszczenia jej z tego końca. Na wysokości korytka odpływowego dla mułu umieszczone jest odgałęzienie, łączące rurę z korytem i zamykane zasuwą.

Ścianki leja muszą być silnie nachylone, 1:2 w dolnej części i 1,2:1 w górnej, by opadający muł ześlizgiwał się po nich, dochodząc bez zatrzymywania się do spodu leja.

Również kształt kwadratowy może być zastosowany z powodzeniem dla osadników słonnych. Podobnie jak poprzednio ścieki doprowadza się

do po środku umieszczonego szybu. Korytko zbiorcze biegnie po obwodzie.

Chemiczne oczyszczanie.

Chemiczne oczyszczanie ścieków polega na dodawaniu takich związków chemicznych, które powodują koagulację nie osadzających się zawieszin oraz wytrącenie niektórych związków rozpuszczalnych. Najczęściej stosowanymi obecnie związkami są sole żelaza, siarczan żelaza oraz chlorek żelaza. Sposób zastosowania jest podobny, jak przy wodzie dla wodociągów i opisany jest szczegółowiej w dziale wodociągów. Ze względu na znacznie większe ilości zanieczyszczeń w ściekach dawki muszą być znacznie większe. Dla obniżenia ich zużycia i kosztów należy zwrócić większą uwagę na uzyskanie optymalnych wartości pH. Osiąga się to przez dodawanie wapna.

Dawkowanie musi być stosowane do zmiennego przepływu ścieków. Przyrządy dawkujące dozują albo suche sole /rys. 354/ lub też regulują najczęściej przy pomocy zwężki Venturiego dopływ gotowych roztworów lub dopływ rozcieńczającej wody.

Po wprowadzeniu środków strącających następuje ich dobra wymieszanie ze ściekami w ciągu 10-30 minut, poczyni pozostawia się mieszaninę dla wytworzenia się kłaczków, a następnie wprowadza do osadników. Skłaczowane chemicznie zanieczyszczenia osadzają się szybko, jeśli tylko występuje prawidłowe tworzenie się płatków. Utrudnione jest to bardzo przez zmienność przepływu i jakości ścieków. Czas zatrzymania w osadnikach jest równie długi, jak bez stosowania chemikaliów 1-2-4 godzin. Ze względu na to, że tworzące się osady są wybitnie charakteru kłaczkowatego najbardziej odpowiednimi są osadniki z

pionowym przepływem w postaci studni Dortmundskich lub osadników Dorr'a. Proces tworzenia się kłaczków może być wzmożony przez dodawanie miazgi papierowej lub mułu z węgla brunatnego, węgla aktywnego i t.p. Ułatwia to dalsze wysuszanie osadów i ich usuwanie przy pomocy spalania.

Ilość zużywanych chemikaliów zależy w wysokim stopniu od rodzaju ścieków oraz wymaganego stopnia oczyszczenia odpływających składowanych ścieków. Ustalenie prawidłowych dawek należy przeprowadzić doświadczalnie.

Chemiczne oczyszczanie związane jest z powiększaniem się ilości osadu ze względu na zwiększone wytrącanie zanieczyszczeń oraz dodawane chemikalia, łączące się również w postaci kłaczków z strącymi zawiesinami. Ilość powiększa się 2 do 3-krotnie w stosunku do osadów zatrzymywanych w zwykłych osadnikach. W związku jednak z mniejszą zawartością wody 90%, gdy osad zwykłych osadników 95%, objętość wzrasta nieznacznie. Dodawanie katalizatorów, jak wspomniano wyżej, lub wapna w celu zohojętnienia ścieków powiększa ilość osadów. Poważnym zagadnieniem staje się więc sposób usunięcia osadów. Stosuje się zwykle jego przegniwanie, przy czym komory gnilne muszą być obliczane na co najmniej dwukrotnie większą pojemność. Doświadczenia co do łatwości i szybkości z przegniwaniem osadu wytrąconego polami żelaza są sprzeczne. Próby z suszeniem osadów na filtrach ssących i użyciem dalszym jako nawozu na polach okazały się niepraktyczne ze względu na zatrucie zapachami powietrza. Odpowiedniejszym okazało się wysuszanie i spalanie suchej pozostałości.

Wyniki chemicznego oczyszczania są lepsze niż zwykłych osadników, nie dorównują jednak wynikom biologicznego oczyszczania. Ścieki

stają się bardziej klarowne. Zanieczyszczenia pozostające składają się z zawieszin bardzo drobnych natury koloidalnej oraz z prawie całej ilości rozpuszczonych domieszek. Przy sprzyjających warunkach i sprawnej obsłudze może nastąpić zmniejszenie o 90% zawieszin oraz 85% wszystkich ciał organicznych. Normalnie liczyć się należy z redukcją 80-90% zawieszin, 50-55% ciał organicznych oraz 80-90% ilości bakterii,

Koszty ruchu przy całorocznym stosowaniu środków chemicznych równają się kosztom oczyszczalni biologicznych przy gorszym jednak skutku. Korzystniej się sprawa przedstawia gdy chemiczne strącanie ogranicza się tylko do pewnych okresów w roku. ^{tego rodzaju} Oczyszczanie ~~stosowane~~ jest gdy ścieki zawierają dużą domieszkę ścieków przemysłowych, powodujących utrudnianie procesów biochemicznych na oczyszczalni biologicznej oraz wówczas, gdy wystarcza normalnie oczyszczenie mechaniczne w osadnikach, natomiast koniecznym jest czasowy większy stopień oczyszczenia w okresie niskich stanów w odbiorniku. Sposób ten praktykuje się z dobrym skutkiem do oczyszczenia wody ściekowej z komór gnilnych.

Przeróbka i usunięcie osadów,

Zgromadzony w ten lub inny sposób osad musi być odpowiednio przerobiony i usunięty. Przeróbka oraz usunięcie osadu stanowią jedno z ważnych ogniw oczyszczania ścieków. Schwytyany w osadniku świeży osad pochodzenia miejskiego ma kolor szary lub żółtawy z łatwo rozpoznawalnymi kawałkami odchodów, papieru, resztek jarzyn, kawałkami drzewa i t.p. Ma silny zapach odchodów. Z powodu flegmistycznych właściwości i dużej zawartości koloidów jest bardzo wodnisty i trudny do odwodnienia. Wody osadowe mają kolor szary i silny zapach odchodów. Świeży osad za-

wiera 70% ciał organicznych, 30% mineralnych. W przegniłym osadzie stosunek odwraca 45% i 55% z uwagi na zmniejszenie się ciał organicznych z powodu mineralizacji.

Objętość osadów zmienia się z zależności od zawartości wody.

Zawartość wody określa się wagowo z ubytku wagi przy pełnym wysuszeniu. Gdy sucha pozostałość wynosi 10% osad zawierał 90% wody. Osad z zawartością 97,5% wody i 2,5% suchej masy ma dwa razy większą objętość od zawierającego 95% i 5% suchej masy. Zależność między zawartością wody i objętością osadu obrazuje krzywa pokazana na rys. 335. Zmniejszenie objętości oblicza się z proporcji stosunku całej objętości do % suchej masy, a więc dla liczb podanych wyżej zmniejszenie objętości wynosi $\frac{100}{2,5} : \frac{100}{5} = 2$. Zawartość wody w osadzie z osadników zależy od sposobów otrzymywania osadu. Osad świeży z osadników zwykłych zawiera około 95% wody i odwadnia się trudno; osad czynny z basenów napowietrzanych zawiera 98-99,5% wody, schnie bardzo trudno; zęzkoż zraszanych 92,5% wody; otrzymany przy pomocy chemicznego strącania zawiera mogąć mniejsze ilości wody choć nie wszystkie doświadczenia to stwierdzają.

I l o ś ć o s a d u zależy od rodzaju ścieków, szczególnie odpływy z przemysłu mogą silnie podwyższyć ilość normalną osadów ścieków miejskich, oraz od sposobu oczyszczania. Dla przeciętnych stosunków środkowo-europejskich ilości te według I m h o f f a. wynoszą:

Zestawienie 15

Sposób oczyszczania ścieków	a Ilość suchej masy w gr/m/d	b Ilość suchej masy w %	c Zawar- tość wody w %	Ilość osadu w l/m/dobę $\frac{a}{b} \cdot \frac{100}{1000}$
I. Osadniki:				
1. Osad suchy, wydobyty z wo- dy z lejów osadowych	54	2,5	97,5	2,16
2. Osad odwodniony przy wydo- byciu	54	5	95	1,08
3. Niedwodniony przegniły osad	34	13	87	0,26
4. Wysuszony na powietrzu prze- gniły osad	34	45	55	0,13
II. Złóża zraszane				
5. Osad z osadników wtórnych	13	8	92	0,16
6. Świeży zmieszany osad z osad- ników wstępnych i wtórnych	67	5,5	94,5	1,22
7. Przegniły zmieszany osad	43	13	90	0,43
8. " " " " wy- suszony na powietrzu	43	45	55	0,17
III. Zbiorniki napowietrzane				
9. Świeży osad z nadmiaru	31	0,7	99,3	4,43
10. " " " " wy- mieszany z osadem z osadni- ków wstępnych	85	4,5	95,5	1,87
11. Przegniły zmieszany osad	55	7	93	0,79
12. " " " " " Wysuszony na powietrzu	55	45	55	0,23

Dla silnie obciążanych złóż zraszanych należy brać wartości pośrednie pomiędzy I i II.

Wartości wyżej podane odnoszą się do wypadku najczęściej spotykanej sieci układu jednolitego.

Osadzający się w osadnikach świeży osad ma wygląd bardzo nieestetyczny i stanowi z powodu dużej zawartości szkodliwych bakterii stałe niebezpieczeństwo dla mieszkańców i obsługi. Z tych względów musi być możliwie szybko i bezpiecznie usunięty. Zależnie od miejscowych warunków przeprowadza się to rozmaicie. Wchodzi tu w grę:

1. Topienie w morzu,
2. Odwadnianie na poletkach, filtrach ssących lub centryfugach,
3. Zakopywanie w gruncie lub rozplantowywanie na powierzchni terenu w stanie płynnym lub odwodnionym,
4. Kompostowanie z dodaniem lub bez torfu lub ściotek,
5. Zatopienie w stawach osadowych,
6. Spalenie,
7. Przegnicie z wykorzystaniem gazu i nawozu.

Usuwanie osadu przy pomocy t o p i e n i a w m o r z u stosowane jest częstokroć z Ameryce i Anglii. W Londynie świeży osad wydobywany z osadników gromadzony jest w okrętach cysternach, którymi jest regularnie wywożony na odległość minimalną 100 km od brzegu i topiony. Londyn wysyła dziennie około 6000 m³ świeżego osadu przy pomocy 4 okrętów. Sposób ten jest jednak kosztowny.

Świeży osad może być o d w o d n i a n y n a p o l e t - k a c h zaopatrzonych w warstwę filtracyjną. Są to wspomniane już wyżej poletka zalowane. Ze względu na trudne wysychanie świeżego osadu i nieprzyjemne właściwości również i osuszonego osadu, sposób ten stosuje się bardzo rzadko do świeżego osadu i tylko jako tymczasowe rozwiązanie. Natomiast poletka takie dobrze spełniają swoje zadanie osuszające w wypadku osadu przegniłego.

F i l t r y s s ą c e stosowane są również do przegniłego osadu dla jego podsuszenia. Działają one następująco: Na wolno obracającym się bębnie /rys. 356/ napięta jest warstwa filtrująca zanurzająca się w płynny osad. Wnętrze bębna podzielone jest na komory poddawane działaniu ssącemu. Osad przeciągany jest działaniem ssącym do warstwy filtrującej, przy czym w czasie obrotu odciągana jest z niego

woda. Wytwarza się ciągła taśma ciastowata, którą odcinają noże. Ta ciastowata masa zawiera w wypadku osadu czynnego około 80% wody, miejskiego świeżego 65%, przegniłego 62%. Wydajność filtrów wynosi 10-30 kg suchej pozostałości na 1 m² powierzchni w godzinę. Nadają się tego rodzaju filtry tylko do przegniłego bezwonnego osadu. Ciastowata masa musi być dalej podsuszana. Wysuszony osad może być sprzedawany jako nawóz lub spalany.

C e n t r y f u g i oddzielają wodę od osadu przy pomocy siły odśrodkowej. Zastosowane są na oczyszczalni w F r a n k f u r c i e nad M e n e m, H a n n o w e r z e, były proponowane w Radomiu. Nowsze konstrukcje centryfug "T e r M e e r" pracują samoczynnie w ten sposób, że obsługa nie ma żadnej styczności z osadem /rys.357/. Do celów odwodniania osadów budowane są centryfugi o średnicach od 800-2100 mm i wydajności 0,56 - 10,0 m³/godz. /rys.358/.

Przy średnicy 2 m i pojemności 1,3 m³ prędkość obwodowa wynosi 60 m/sek. Wydajność wynosi 10 m³ osadu na godzinę. Osad nieodwodniony wychodzi ze zbiornika do centryfugi obudowanej szczelnie i umieszczonej na osi poziomej. Na skutek siły odśrodkowej cięższa część osadu odrzucona zostaje do ściany zewnętrznej, woda się oddziela i odpływa. Gdy przyrząd zapełni się wysuszonymi osadami następuje ich zeskrobanie nożem, otwarcie i wyrzucenie osadów. Okres pracy trwa 7,5 minuty: 0,5 minuty napełnianie, 4 minuty centryfugowanie, 2,5 opróżnienie, 0,5 minuty okres martwy. Po wypróżnieniu przy pomocy samoczynnego urządzenia otwiera się samoczynnie przewód ze zbiornika osadu i przyrząd zapełnia się nową porcją. Osad z centryfug zawiera 70-75% wody. Zapotrzebowanie mocy wynosi około 30 kw na 10 m³/godzinę. Odpływająca woda musi być oczyszczana na oczyszczalni, gdyż zawiera jeszcze

dość dużo domieszek łatwo zagniwających. Odwodniony osad może być kompostowany z torfem lub wapnem, traci w krótkim czasie wodę do 50% i nie cuchnie, daje się wziąć na łopatę i ma wysoką wartość nawozową.

Wielkość zbiornika świeżego osadu powinna odpowiadać 8-10 godzinnej wydajności centryfug. Zaopatrzony być on powinien w mieszacz. Osad łatwo zagniwający centryfuguje się gorzej.

Z a k o p y w a n i e jest najstarszym sposobem usuwania osadu. Osad w stanie płynnym wprowadza się w świeżo wykopane rowy. Woda wsiąka w spulchnioną ziemię. Gdy osad wyschnie na tyle, że jest w stanie znieść obciążenie ziemią rowy zostają zasypane, przy czym jednocześnie wykopuje się pomiędzy poprzednimi nowe rowy dla przyjęcia następnych partii osadu. Sposób ten może być zastosowany tylko na gruncie przepuszczalnym, przewiewnym, najlepiej piaszczystym. Grunty niedostatecznie przewiewne nie są odpowiednimi, gdyż osad nie ulega mineralizacji pod wpływem organizmów gruntowych. Ponieważ grubość warstwy osadu nie może być duża, 0,2 - 0,4 m, niezbędne są do jego usuwania duże powierzchnie.

Zamiast zakopywania stosuje się mieszanie osadu z torfem lub gnilotkami ulicznymi, posiadającymi silne własności chłonne. Jednocześnie dodaje się wapno lub węglan wapnia. Po krótkim przeciągu czasu /3-5 miesięcy/ osady zostają rozłożone i stanowią pierwszorzędny nawóz.

S t a w a m i o s a d o w y m i mogą być albo naturalne zagłębienia terenowe lub podobnie do stawów zaladowywanych zbiorniki ziemne, zaopatrzone w przepiaskliwe dno. W stawach tych pozostaje mul nieruszany. Stanowią one jakby jednocześnie wydzielone komory gnilne oraz poletka osuszające. W stosunku do stawów zaladowywanych odróżniają się osadowe tym, że niema w nich przepływu ścieków. Stawy wypełniają

ne przegniłym osadem są całkowicie bezwonne, zaś odpływające z nich ścieki zupełnie nieszkodliwe. Gdy doprowadza się świeży płynny osad powstają w okolicy bardzo przykre zapachy oraz plaga much. Natężenie zapachu można zmniejszyć przez utrzymywanie stale ponad osadami warstwy wody oraz utrzymywanie w całości tworzącego się na jej powierzchni kożucha. Stanowią więc one naturalne zbiorniki gnilne, z których jednak osadu nie wypuszczają się po przegniciu. Sposób ten nadaje się bardziej do osadu mineralnego wówczas grubość zalegania może dochodzić do kilku metrów. Przy czysto domowym osadzie grubość warstwy nie może przekraczać 1 m, gdyż w przeciwnym wypadku osad nie podlega zmianom i nie traci swych nieprzyjemnych właściwości. Po wypełnieniu się całkowitym stawu otwiera się urządzenie odwadniające. Wymaga ten sposób dość dużych powierzchni.

Spalanie osadu posiada tę zaletę, że zostają całkowicie zniszczone wszystkie chorobotwórcze bakterie oraz usunięty zostaje cały nieprzyjemny materiał. Spalać można osad przegniły lub świeży. Osad przy przegniciu traci około połowy swych wartości kalorycznych ze względu jednak na to, że zawiera mniej wody oraz że możliwym jest wykorzystanie dla spalania tworzącego się przy procesie gnicia gazu nadaje się równie dobrze do spalania jak osad świeży. Przy spalaniu osuszonego świeżego osadu zaoszczędza się kosztów budowy komór gnilnych. Przy dobrze działającym urządzeniu potrzebne są niewielkie ilości dodatkowych materiałów palnych. Na większą skalę stosuje się spalanie osadów w St. Zjedn. A. P. P.

W oczyszczalni C a l u m e t, Chicago osad mieszaný jest z osadników wstępnych i wtórnych z chlorkiem żelaza i wstępnie osuszany na filtrach ssących do zawartości wody 80%. Przez domieszanie osu-

szonemu osadu obniża się zawartość wody do 40-50%, przy czym mieszanina ta schnie jeszcze następnie w osuszaczu /rys.359/. Osad dostaje się najprzód przez wieżę suszącą i rozdrabniacz /młyn/ do leja powietrznego. Gazy suszące o temperaturze 540-620°C dochodzą do wieży i oziębiają się w niej i rozdrabniaczu do temperatury 110-120°C. Osuszony osad o zawartości 10% wody wpada do leja, przy czym może być wykorzystany jako niepodlegający rozkładowi i nadający się do przewożenia. Część tak osuszonego rozdrobnionego na proszek osadu miesza się z dochodzącym świeżym podsuszonym osadem, podczas gdy reszta spalana jest w piecu. Jako dodatkowy materiał palny stosuje się pył węglowy. Wstępny podgrzewacz ochładzający spaliny z temperatury 750-800°C do 180-185°C ogrzewa gazy osuszające z temperatury 110-120°C do 540-620°C. Ilość powietrza odpowiada zawartości składników mineralnych w osadzie.

Przegniwanie osadu.

Najczęściej stosowanym sposobem przeróbki osadów w celu ich dalszego nie sprawiającego kłopotów usunięcia jest jego przegniwanie. Uzyskuje się przy tym procesie rozkład zawartych w osadach ciał organicznych na proste nie ulegające dalszemu rozkładowi związki. Osad staje się bezwonny. Część stałych ciał zamieniona zostaje na gazy i ciecze, przy czym następuje zmniejszenie pojemności osadów. Następuje zmniejszenie zawartości wody do 88-94%, czasami zaś i więcej, w związku z tym dalsze zmniejszenie objętości. Osad przegniły odwadnia się znacznie łatwiej i prędzej, co zmniejsza wielkość niezbędnych do tego urządzeń. Produkt końcowy daje się wykorzystać jako nawóz, zaś wytwarzające się w czasie procesu gnicia gazy mogą być użyte jako paliwo.

Osad pozostawiony pod wodą ulega beztlenowej fermentacji, gnicciu. Fermentacja gnilna przebiega stopniowo w sposób następujący. W początkowym stadium na skutek rozkładu węglowodanów przechodzi osad w stan kwaśnej fermentacji, przy czym obniża się wartość pH świeżego osadu z 7,2 - 7,4 do 5,0 i niżej. Przy jednoczesnym rozkładzie zawierającym siarkę ciał białkowych wytwarzają się duże ilości dwutlenku węgla oraz siarkowodoru, który nadaje osadom odrażającą woń. Ilość tlenu biochemicznego rośnie. Część osadów wypływa. Po pewnym czasie zaczyna się zmniejszanie kwaśności. Rozpoczyna się rozkład kwasów organicznych i związków azotowych przy zmniejszonym wydzielaniu się gazów; głównie wytwarzają się dwutlenek węgla i azot oraz niewielkie ilości wodoru. Powstają również gazy o przykrej woni. Większa część osadów pływa i tworzy się piana. Ilość tlenu biochemicznego jest duża. Wartość pH wzrasta do 6,6 - 6,8. Następuje dalej stadium silnego rozkładu bardziej trwałych związków. Ulegają rozkładowi głównie tłuszcze i reszta pozostałych związków białkowych i węglowodanów. Wytwarzają się duże ilości gazów o dużej zawartości metanu CH_4 około 80% i niewielkiej 15% dwutlenku węgla oraz 5% azotu. Zapach osadu staje się podobny do zapachu smoły. Pływające zawiesiny giną. Wartość pH wzrasta do 7,2 - 7,6. Ilość tlenu biochemicznego gwałtownie maleje. W wyniku otrzymuje się osad nie podlegający dalszemu rozkładowi, o wyglądzie czarnej cioczy i zawartości 80-90% wody, dzięki czemu zajmuje tylko 0,20-0,25 objętości osadu świeżego. Jest on mimo to płynny, daje się łatwo przepompować. Na powietrzu oddaje łatwo wodę, schnie więc szybko.

Kwaśna fermentacja, rozkładająca powoli ciała organiczne, jest bardzo niepożądaną z powodu powolności procesu rozkładu zbyt nieprzy-

jemnych i silnych woni oraz źle schnącego osadu. Pozostający osad przy fermentacji kwaśnej ma kolor żółto szary, często zabarwiony zielonkawo i posiada podobną lepkość jak świeży. Tylko przy fermentacji alkalicznej - metanowej następuje pożądaný rozkład wiążących wodę kolidów, konieczny dla tego by osad oddawał łatwo swą wodę, co zmniejsza jego objętość.

Głównym zadaniem techniki przeróbki osadu jest takie przeprowadzenie procesu gnilnego w komorach gnilnych, aby powstały i trwały tam optymalne warunki dla przebiegu alkaliczno-metanowej fermentacji. Porównanie składu osadu świeżego z osadem przegnilym wskazuje, jak duże zmiany powoduje proces gnilny.

Zestawienie 16.

	świeży osad	osad prze- gnily
ilość na mieszkańca i dobę	1 litr	0,2 litra
zawartość wody	95%	80%
suchej substancji	5%	20%
całkowita ilość suchej substancji	50 gr	40 gr
" " wody	950 fr	160 gr
w suchej substancji zawartość związków:		
mineralnych	35%	45%
organicznych	65"	55"
azotu	3"	1,5%
tłuszczu	10-15%	3-4,5%

Opisane wyżej procesy wymagają dla swego zakończenia nawet przy sprzyjającej temperaturze wielu miesięcy oraz bardzo dużych pojemności komór gnilnych. Każda komora, do której doprowadzony zosta-

nie świeży osad musi przejść przez stadium kwaśnej fermentacji czyli przez t.zw. okres dojrzewania. Trwa on przy średniej temperaturze ścieków 15° około 5 miesięcy. Przy innej temperaturze okres ten odpowiednio się przedłuża, lub skraca. Jako miara intensywności procesu gnicia może służyć ilość wytwarzanego gazu. Im silniejsze jest wytwarzanie gazów tym krócej trwa przy tych samych warunkach proces gnicia. Gazowanie świeżego osadu przebiega według krzywej pokazanej na rysunku 360. Przedstawia on krzywą sumowaną wytwarzania się przy temperaturze 25° gazów ze świeżego osadu o zawartości 95,4% wody oraz 4,6% suchej masy, zawierającej 40,7% części mineralnych i 49,3% organicznych. Wytwarzanie się gazów w ciągu pierwszych 35 dni jest niewielkie, w okresie 35 do 70 dni wzrasta bardzo silnie, po 70 dniach znowu bardzo słabnie.

Odpowiednio zaprojektowane komory gnilne oraz prawidłowa ich obsługa pozwala na przyspieszenie czasu przogniwania. Osiągnąć to można przez utrzymanie najbardziej sprzyjającej temperatury, utrzymanie wartości pH w granicach 7,2 - 7,4 oraz przez wprowadzanie świeżego osadu nie w większej ilości niż 2 - 3,5% do osadu dobrze przogniłego, znajdującego się w pomieszczeniu gnilnym.

Sztucznie można przyspieszyć dojrzewanie komory gnilnej przez wprowadzenie do niej na dno w początku jej pracy przogniłego osadu z dojrzałych starych komór i obciążenie jej w początkowym okresie tylko w tym stopniu, by stale przeważała fermentacja alkaliczna. Przyspieszyć można dojrzewanie przy pomocy węgla aktywnego, również nadają się do tego celu gnijące liście.

W naturalny sposób przebiegające dojrzewanie rozpoczyna się od spodu i obejmuje stopniowo całą przestrzeń komory. Na skutek wytwarza-

nia się gazów uniesione zostają w górę gnijące cząstki osadu. Wznoszą się one na powierzchnię, mieszają się z innymi cząstkami, które jeszcze nie uległy fermentacji metanowej i po ulotnieniu się gazów opadają znowu na dno. Cała masa osadu znajduje się więc w stałym ruchu sprzyjającym czerpaniu przez bakterie gnilne coraz to nowego pożywienia, dochodzącego ze świeżym osadem, i jednocześnie jego zaszczepianiu. W komorze znajdować się musi dostateczna ilość ścieków, umożliwiających wyżej opisaną mieszanie się naturalne osadu. W przeciwnym wypadku musi być ono wspomóżone przez sztuczne mieszanie starego osadu ze świeżym.

W przedwienstwie do fermentacji kwaśnej, która rozpoczyna się natychmiast i obejmuje całą masę osadu w ciągu kilku dni, fermentacja alkaliczna ustala się powoli i opanowuje całą komorę. Po ustaleniu się fermentacji alkalicznej nie może ona powrócić do stadium fermentacji kwaśnej o ile tylko istnieje prawidłowa obsługa urządzeń oraz gdy ciepłota nie obniży się na dłuższy przeciąg czasu poniżej 5°C .

Optymalna ciepłota dla procesu fermentacji alkalicznej wynosi 38°C . Poniżej tej ciepłoty /rys. 361/ przedłuża się proces ustając praktycznie przy 10° . Powyżej 38° aż do 37° następuje zwolnienie jego, po czym następuje przyspieszenie aż do drugiego punktu optymalnego przy 55°C . Wpływ ciepłoty na fermentację gnilną uwiadcniają krzywe pokazane na rysunku 362, wskazujące według F a i r a i M o o r e 'a ilość wytwarzających się gazów z wprowadzonego do komory gnilnej 1 kg ciał organicznych. Rozkład ciał organicznych przebiega mniej więcej równolegle do ilości wytwarzanych gazów.

W wielu oczyszczalniach wprowadzono ogrzewanie osadów do ciepłoty możliwie zbliżonej do warunków optymalnych dla rozkładu mezophi-

lowego. Powyżej 37° zanikają bakterie mezophilowe i po pewnym czasie dojrzewania zastąpione zostają przez bakterie termophilowe, których optymalny punkt rozwoju sięga 55°C. Według doświadczeń proces termophilowego rozkładu dobrze zaszczepionego osadu trwa 12-14 dni. W praktyce nie jest on dotychczas stosowany.

Ustalona wartość pH w trzecim okresie procesu fermentacji musi być utrzymana, ciągle by nie nastąpiło jego zwolnienie. Wprowadzany codziennie do komór gnilnych świeży osad, przechodząc przez pierwsze dwa stadia, powoduje zakwaszanie dawniej nagromadzonego osadu. Jeżeli jednak objętość doprowadzanych osadów jest niewielką tak, że wpływ jego nie może obniżyć wartości pH w całej masie poniżej 7,2, proces fermentacji przebiegać będzie bez opóźniania oraz przykrych objawów pienienia się powierzchni i wydzielania złych woni. Jak wspomniano, dopływ świeżego osadu nie powinien przewyższać 2-3,5% dobrze przegniłego dawniej nagromadzonego osadu, obliczanego w stosunku suchej zawartości. Za dobrze przgniły osad należy uważać ten, który przegniwał już conajmniej 30 dni. W zwykłych warunkach przy tak prowadzonej obsłudze ustala się samoczynnie wartość optymalna $pH = 7,2 - 7,4$. Ścieki przemysłowe lub też wypuszczenie z komory zbyt dużej ilości przegniłego osadu, lub też zbyt duża szczupłość miejsca mogą powodować czasowe zakłócenia. W wypadku takich objawów stosuje się dla przywrócenia stanu równowagi wapno, w ilości 1-2 kg wapna gaszonego na 1000 mieszkańców. Wapno może być dodawane do ścieków osadowych pokrywających osad w komorze lub doprowadzane w postaci mleka wapiennego do świeżego osadu w czasie gdy doprowadza się go do komory gnilnej.

Zawarty osad w komorze gnilnej nie wykazuje nigdy jednakowej wartości pH. Najbardziej alkalicznym jest osad gromadzący się na dnie

komór. W miarę przechodzenia ku warstwom wyższym zmniejsza się zasadowość jego przechodząc u samego wierzchu na stronę kwasowości. Jak wspomniano wyżej w warunkach korzystnych następuje naturalne samooczynne mieszanie się gromadzących się w komorze osadów. W celu upodobnienia do naturalnego procesu mieszania w niektórych oczyszczalniach wprowadzone sztuczne mieszanie zawartości komory przy pomocy odpowiednich urządzeń. Dodatni wpływ mieszania na przyspieszenie procesu fermentacji nie jest jeszcze wyjaśniony. W wypadku osadników piętrowych mieszanie takie jest zbyteczne, natomiast w wypadku wydzielonych komór gnilnych, do których wprowadza się jednorazowo w krótkim czasie duże ilości świeżego osadu mieszanie wpływa dodatnio na czas przebiegu fermentacji gnilnej /rys. 363/.

Komory gnilne.

W poprzednich rozdziałach opisano dwa rodzaje komór gnilnych, połączonych całkowicie lub tylko wąską szparą z przestrzenią, w której następuje wytrącanie się zawieszin: doły gnilne oraz osadniki Imhoffa. Omówić obecnie należy wydzielone komory gnilne nazwane tak ze względu na to, że pomieszczenie do przegniwania osadów jest całkowicie niezależne od pomieszczenia, gdzie następuje wytrącanie zawieszin. Osad zbierający się w osadniku jest doprowadzany codziennie względnie i w krótszych odstępach czasu do specjalnego zbiornika dla zgęstnienia lub też bezpośrednio do komory gnilnej.

Wydzielone komory gnilne mają w stosunku do komór gnilnych osadników piętrowych tę wielką zaletę, że można je budować ponad terenem w dogodnym dla tego celu miejscu. Całkowite oddzielenie komory gnilnej daje pełną swobodę w wyborze sposobu klarowania. Wydzielone komo-

ry gnilne dają się łatwiej podgrzewać. Aby je chronić szczególnie w czasie zimy przeciwko stratom ciepła, zaopatruje się je w dobrą izolację powietrzną oraz przez obsypanie ziemią. Istnieje zawsze możliwość łatwego powiększania pojemności urządzeń. Nie może powstawać ujemny wpływ zjawisk zachodzących w komorze na proces wytrącania się zawieszin w osadniku. Usuwanie kożucha daje się przeprowadzić łatwiejszymi środkami ze względu na łatwiejszy dostęp. Przebieg procesów zachodzących w komorze daje się łatwiej obserwować. W prostszy sposób wpływać może na ustalenie się odpowiedniej wartości pH.

Do wad należy zaliczyć potrzebę urządzeń mechanicznych i budowlanych dla przeprowadzania osadu z osadnika do komory gnilnej oraz uzależnienie się od ich pracy; konieczność staranniejszej obsługi; mniej równomierny dopływ świeżego osadu przez co gorszy przebieg procesu zaszczipiania i wobec tego potrzebę w niektórych wypadkach urządzeń do sztucznego mieszania świeżego i dawniejszego osadu; większe koszty ruchu.

Do wad piętrowych urządzeń należy zaliczyć możliwość oziębienia komory gnilnej przy zimnej wodzie gruntowej.

Obecnie urządzenia dwupiętrowe znajdują zastosowanie dla oczyszczalni mniejszych, na oczyszczalniach większych przechodzi się do wydzielonych komór gnilnych.

Najprostszym rodzajem oddzielnych komór gnilnych są zbiorniki utworzone w ziemi przez ogroblowanie, do których przepompowuje się osady z osadników. Wadą ich jest rozsiewanie nieprzyjemnych woni oraz plaga much. Należy im możliwie dużą głębokość 3-5 m, z tak wysoko leżącym poziomem ścieków, by można było grawitacyjnie odprowadzać przegniły osad na poletkę do jego ususzenia. Osad świeży nie powinien być

wprowadzany bezpośrednio, a po wymieszaniu ze starym w stosunku mniejwięcej 2:1. W celu równomiernego obciążenia całej przestrzeni otwory wlotowe rozmieszcza się w różnych miejscach obwodu i używa na zmianę. Tworzący się na powierzchni kożuch pozostawia się jako izolację cieplną. W okresach dłuższych kilkoletnich zbiorniki są całkowicie opróżniane w celu usunięcia gromadzącego się na dnie piasku oraz zbitego osadu, zmniejszających użyteczną pojemność.

Wydzielone komory gnilne są zwykle kryte w celu zabezpieczenia się przeciwko wpływowi temperatury zewnętrznej, przeciwdziałania rozchodzeniu się przykrych woni oraz umożliwienia chwywania gazów. Jako materiał na budowę stosowany jest beton lub żelbet. Najpowszechniej stosowany jest obecnie kształt przekroju poziomego kołowy /rys. 364/. Średnice 9 - 26 m, głębokość 4-9 m. Dno wykształcone jest w kształcie lejka. Nachylenie powierzchni lejka nie musi być duże. W wypadku dochodzenia niewielkich ilości piasku wystarcza nachylenie 1:2. Gdy piasek zatrzymywany jest w piaskowniku wystarczającym jest stosunek 1:7. Komory zaopatrzone w przyrząd mieszający D o r r a, budowane są o prawie całkowicie płaskim dnie /rys. 365/. Przyrząd ten ma za zadanie jednoczesne niszczenie kożucha. Poruszany jest silnikiem elektrycznym umieszczonym w osi komory.

K o m o r ę o k s z t a ł c i e p o d ł u ż n y m pokazano na rys. 366. Zaopatrzona jest ona w mieszacz śrubowy /rys. 367/.

W celu wykorzystania ciepła zawartego w ściekach dla celów izolacyjnych umieścić w swojej konstrukcji P r u s s komorę gnilną pomiędzy bocznymi osadnikami /rys. 368/. Osad doprowadzany jest do komory gnilnej przy pomocy pomp mamutowych. Podobne rozwiązanie przedstawiają komory gnilne N e u s t a d z k i o /rys. 369/. Dopływ świe-

z tego osadu i odpływ przegniłego odbywa się z przeciwnych stron komory. Osad przepływa przez całą jej długość, odpływa przy jej końcu całkowicie przegniły.

Różnią się również komory gnilne budową, pokrycia i urządzeniami dla chwytania gazów. W konstrukcji pokazanej na rysunkach 364, 370 strop jest *s t a ł y*, przy czym może być zatopionym w wodzie lub nie. *Z a t o p i e n i e* ma tę zaletę, że wahania poziomu osadu odzwierciedlają się na stropem oraz nie może powstawać przedostawanie się powietrza do komory, powodujące wytwarzanie się niebezpiecznych mieszanek wybuchowych. Wykonanie takie należy zalecać dla mniejszych oczyszczalni, gdzie obsługa jest mniej sprawna. W celu zabezpieczenia się przeciwko dostawaniu się powietrza do komory strop wykonywany jest jako *p ł y w a j ą c e p r z y k r y c i e* /rys. 371/. Strop stały z pobieraniem gazów u jego szczytu wykonywany być może tylko gdy istnieje połączenie jego spodu ze zbiornikiem gazu pod ciśnieniem. W okresie gdy obniża się poziom wody w komorze, przy wypuszczeniu ścieków osadowych lub osadów, gaz ze zbiornika wchodzi spowrotem pod strop, wypełniając całą wolną przestrzeń.

P r z e w o d y dla odprowadzania osadu mają wlot umieszczony u spodu leja, przy kształtach niekołowych najlepiej bezpośrednio pod dzwonem gazowym, gdyż ruch gazu powoduje nagromadzenie się w tych miejscach większych ilości osadów. Przewidziane być muszą przewody dla odprowadzania nadmiaru ścieków, przy czym wskazanym jest umieszczenie wlotów do nich w kilku poziomach. Pożądanymi są również rurki dla obserwacji osadu i pobieranie jego próbek.

Koniecznym jest umieszczenie w komorach gnilnych urządzenia uruchamianego na przeciąg i 3-letniego czasu raz dziennie dla niszczenia

kożucha. Odbywać się to może przy pomocy: rozbijania strumieniem najlepiej pompowanych ścieków osadowych, gdyż w ten sposób zaszczipia się bakterie gnilne w dopływającym świeżym osadzie /rys. 372/; rozbijania przy pomocy mechanicznych urządzeń /rys. 373, 374/, oraz przy pomocy przepompowywania osadu znajdującego się w komorze tak, by wypływ powodował mechaniczne niszczenie kożucha /rys. 375, 376/.

Komory gnilne zaopatruje się często w urządzenie ogrzewnicze, pozwalające na zmniejszanie ich pojemności. W głębokich ogrzewanych komorach mieszanie osadów staje się zbędnym, gdyż silne wydzielanie się gazów wywołuje dostateczny ruch ku górze, sprzyjający zaszczipianiu świeżych dopływających osadów. Pozostawienie w spokoju osadów umożliwia spuszczenie nadmiaru ścieków i zbierania się osadu o małej zawartości wody u dna.

Średnia temperatura ścieków w miastach nie posiadających przemysłu wynosi 12°C ; ścieki przemysłowe mogą ją podnieść bardzo znacznie. Przyjęły się i rozwinęły dwa sposoby podgrzewania: przez doprowadzanie ogrzanej wody do osadu w pobliżu dna komory lub też przy pomocy krążącej gorącej wody w przewodach, umieszczonych wewnątrz komory. Pierwszy sposób choć bardzo prosty ma tę wadę, że powoduje rozcieńczenie osadów, stosowanym jest więc najpowszechniej sposób drugi. Wężownice ogrzewające wykonywane są i umieszczane w komorze w różny sposób. Na wężownice najlepiej stosować pocynkowane rury żelazne. Umieszcza się je na wewnętrznych ścianach /rys. 364/ lub na dnie na drewnianych klockach. W wielu wypadkach zawiesza się grzejniki tak, by je można było w razie potrzeby łatwo wyjąć /rys. 377/. Należy zwracać uwagę, aby temperatura wody krążącej nie była na dopływie wyższą niż 60°C , gdyż w przeciwnym wypadku osad, przylegający do rury, zapieka się i powo-

duje obrastanie grubą warstwą przewodu, izolując go i uniemożliwiając wypromieniowywanie ciepła.

Dla zapobieżenia niebezpieczeństwu zapiekania stosuje się grzejniki ruchome /rys.373/. Dalszą zaletą takiego urządzenia jest lepsze rozchodzenie się ciepła. Ruchome grzejniki mogą przewodzić wodę ogrzaną do 100° bez obawy zapiekania. Prędkość obrotowa wynosi 1 m/sek. Ruch odbywa się z przerwami.

Długość węzownic ogrzewających musi być tak obliczona, by dostateczną była powierzchnia wydzielająca ciepło. Przyjmuje się dla rur ogrzewniczych umieszczanych na ścianach na 1 m^2 powierzchni i 1° różnicy temperatury wypromieniowywanie 150 kalorii na godzinę. Gdy więc np. doprowadzić należy 100000 kalorii/godz, zaś woda, dopływająca z temperaturą 60° ochłodzić się ma do 40° , t.j. średnio jej temperatura wynosi 50° i gdy osady mają być ogrzane do 28° niezbędną jest powierzchnia:

$$\frac{100000}{150 / 50 - 28} = \frac{100000}{150 \times 22} = 30\text{ m}^2$$

Dla rur umieszczanych na dnie komory, leżących w osadzie promieniowanie jest znacznie słabsze, tylko 50 kal/godz. Natomiast gdy rury otoczone są ze wszystkich stron wodą promieniowanie wzrasta do 300 kalorii. Ostatnia wartość odnosi się również do przewodów poruszających się w osadzie.

Komory gnilne zaopatrzone w urządzenie podgrzewające muszą posiadać bardzo dobrą izolację cieplną, gdyż w przeciwnym wypadku zbyt dużo z doprowadzonego ciepła zostaje stracone.

Poza betonem żużlowym lub gazowym, płytami korkowymi, warstwami smołowa i t.p. warstwami izolacyjnymi stosuje się podwójne ściany z och-

ronną warstwą powietrza oraz obsypy ziemne.

Ilość potrzebnych kalorii dla utrzymania wewnątrz komór projektowanej temperatury określa się na podstawie obliczenia bilansu cieplnego. Poniżej przytaczam jako przykład obliczenie przeprowadzone dla projektowanych komór gnilnych w M i e l c u. Dla celów ogrzewania zaprojektowane jest wykorzystanie, wytwarzających się przy procesie gnicia i odpowiednio chwytanym gazów. Obliczenie zawiera jednocześnie ilości gazu zużywanego do ogrzewania.

Komory gnilne zaprojektowane są w liczbie dwóch jako studnie kołowe o średnicy 9,0 m i wysokości 4,0 m z częścią dolną w kształcie lejka o nachyleniu ścian 45° . Pojemność jednej komory wynosi

$$V = \frac{\pi \cdot 9^2}{4} \cdot \frac{4}{3} + \frac{\pi}{3} \cdot 4,5^2 \times 4,5 = 350 \text{ m}^3.$$

Komora z wierzchu przykryta jest płytą żelbetową, zbudowana zaś jest z betonu. Ściany komory w części cylindrycznej mają grubość 0,5 m. Część dolna w kształcie lejka, wytworzona jest przez wypełnienie spodu studni cylindrycznej betonem żuźlowym. Dla zmniejszenia wypromienienia ciepła z komory dana jest izolacja ścian i stropu od zewnątrz warstwą celolitu 0,10 m grubości i asfaltu 5 mm grubości oraz cała komora obsypana jest ziemią na wysokość 1,25 m ponad płytę pokrycia.

Wnętrze komory ma być ogrzewane wodą o temperaturze 60° , krążącą w węzownicy z rur 1" dla utrzymania w komorze stałej temperatury 25°C . Do ogrzewania zastosowano gaz, wytwarzający się w komorach.

Urządzenie do ogrzewania wody pomieszczone ma być w budynku oczyszczalni.

Dla utrzymania w komorze gnilnej temperatury 25° trzeba zużyć pewną ilość ciepła dla podgrzania dochodzącego codziennie świeżego

osadu w ilości 21 m^3 oraz na wyrównanie straty ciepła wypromieniowywanego przez powierzchnię komory. Ilość wypromieniowywanych kalorii ciepła zależy od wielkości powierzchni promieniowania A , współczynnika straty k , godzin promieniowania oraz różnicy temperatury wewnętrznej w komorze t_1 i zewnętrznej powietrza t_2 według wzoru:

$$Q = k \cdot A \cdot 24 / t_1 - t_2 / \text{kalorii/dobę} \quad /46/$$

Współczynnik straty k zależy od materiału budowlanego oraz rodzaju izolacji. Wartość zaś jego liczbowa zależy od współczynnika przewodnictwa λ oraz współczynnika przechodzenia ciepła a :

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{a} + \frac{e_1}{\lambda_1} + \frac{e_2}{\lambda_2} + \dots \quad /47/$$

gdzie e są grubościami ścian względnie materiału izolacyjnego. Dla określenia wartości k przyjęto współczynniki a oraz λ stosownie do danych praktycznych, jak następuje:

Współczynnik przechodzenia ciepła między wodą i ścianą $a_1 = 300$

"	"	"	"	ścianą i	
"	"	"	"	gruntem	$a_2 = 250$
"	"	"	"	" i wodą	
"	"	"	"	gruntową	$a_3 = 500$
"	"	"	"	gruntem i po-	
"	"	"	"	wietrzem	$a_4 = 100$
"	"	"	"	ścianą i po-	
"	"	"	"	wietrzem	$a_5 = 13$

przewodnictwo ciepła: betonu $\lambda_1 = 1$

"	"	"	żuźlowego	$\lambda_2 = 0,2$
"	"	"	wyprawy cementowej	$\lambda_3 = 0,5$
"	"	"	cololitu	$\lambda_4 = 0,1$
"	"	"	asfaltu	$\lambda_5 = 0,5$
"	"	"	ziemi suchej	$\lambda_6 = 2,0$

Przy powyższych współczynnikach i przyjętym poziomie wody gruntowej określono 6 rodzajów powierzchni wypromieniowujących:

1. Strop górny.
2. Ściana boczna do poziomu wody gruntowej.
3. " " od " " " do początku lejka.
4. " " " początku lejka do spodu ściany.
5. Spód dno.
6. Spód stożka osadowego /lejka/.

Wielkości poszczególnych powierzchni podano w zestawieniu obliczenia strat ciepła.

Poszczególne współczynniki strat oblicza się w sposób następujący:

1. Strop $A_1 = 63,5 \text{ m}^2$

$$\frac{1}{k_1} = \frac{1}{300} + \frac{1}{250} + \frac{1}{100} + \frac{0,275}{1,08} + \frac{0,10}{0,19} + \frac{0,005}{0,5} + \frac{1,05}{2,00} = \frac{1}{0,55}$$

$$k_1 = 0,55$$

2. Ściana boczna do poziomu wody gruntowej $A_2 = 102 \text{ m}^2$

$$\frac{1}{k_2} = \frac{1}{300} + \frac{1}{250} + \frac{1}{1,0} + \frac{0,5}{0,5} + \frac{0,005}{0,1} + \frac{0,02}{0,1} + \frac{0,1}{0,1} = \frac{1}{0,64}$$

$$k_2 = 0,64$$

3. Ściana boczna od poziomu wody gruntowej do początku lejka

$$A_3 = 31,5 \text{ m}^2$$

$$\frac{1}{k_3} = \frac{1}{300} + \frac{1}{500} + \frac{0,5}{1,0} + \frac{0,005}{0,5} + \frac{0,02}{0,5} + \frac{0,1}{0,1} = \frac{1}{0,65}$$

$$k_3 = 0,65$$

4. Ściana boczna od początku lejka do spodu ściany $A_4 = 94 \text{ m}^2$

$$\frac{1}{k_4} = \frac{1}{300} + \frac{1}{500} + \frac{0,5}{1,0} + \frac{1,9}{0,2} + \frac{0,005}{0,5} + \frac{0,02}{0,5} = \frac{1}{0,1}$$

$$k_4 = 0,10$$

5. Spód dno $A_5 = 60,5 \text{ m}^2$

$$\frac{1}{k_5} = \frac{1}{300} + \frac{1}{500} + \frac{0,60}{1,0} + \frac{2,0}{0,2} + \frac{0,02}{0,5} = \frac{1}{0,1}$$

$$k_5 = 0,10$$

6. Spód pod wierzchołkiem leja $A_6 = 3,0 \text{ m}^2$

$$\frac{1}{k_6} = \frac{1}{300} + \frac{1}{500} + \frac{0,6}{1,0} + \frac{0,02}{0,5} = \frac{1}{1,79}$$

$$k_6 = 1,79$$

Obliczenie straconych kalorii ujęto w zestawienie 17, podane poniżej, gdzie obliczono straty ciepła dla charakterystycznych temperatur; najzimniejszego dnia w roku, zimowego i letniego oraz średniej rocznej temperatury $/7,6^\circ\text{C}/$. W zestawieniu podano również ilość kalorii, potrzebnych na podgrzanie codziennie dopływających osadów od ich zmiennej temperatury, uzależnionej od pory roku, obliczonych wzorem

$$Q = 21000 / t_2 - t_1 / \text{kalorii} \quad /43/$$

Przy przyjęciu wartości kalorycznej wytwarzającego się gazu 6000 kalorii na 1 m^3 i sprawności urządzeń grzewczych 60%, t.j. 3600 kalorii z 1 m^3 zużytego gazu, obliczono ilość zużywanego gazu w różnych porach roku oraz średnio rocznie.

Powierzchnia	m ²	Współcz. k	Strata ciepła przez 24 godz. przy t = 100	Najmniejsze dni temp. pow. - 20° " grunt. + 40° " osadów + 60	Zimny miesiąc temp. pow. - 30° " grunt. + 60° " osadów + 90	Srednio rocznie temp. pow. i wody grunt. + 7, 60 temp. osadów + 120	Ciepły miesiąc letni temp. pow. + 20° " wody gr. + 10° " osadów + 150				
1. Strop	63,5	0,55	838,20	45	37719,00	28	23469,30	17,4	14584,68	5	4191,-
2. Sciana boczna do poz. 163,0	102,-	0,64	1566,72	21	32901,12	19	29767,68	17,4	27260,93	5	7833,60
3. Sciana boczna między poziomami 163-161	31,5	0,65	491,4	21	10319,40	19	9336,66	17,4	8550,36	5	7376,00
4. Sciana boczna między poziomami 161-158	94,-	0,10	225,6	21	4737,60	19	4286,40	17,4	3925,44	5	3384,00
5. Spód dno	60,5	0,10	145,2	21	3049,20	19	2758,80	17,4	2526,48	5	2178,00
6. Lej osadowy	3,-	1,79	128,88	21	2706,48	19	2448,72	17,4	2242,51	5	1933,20
Dzienne wypromieniowywanie ciepła dla dwóch osadników					91432,80		72067,80		59090,40		26890,80
Zużycie dziennego ciepła na podgrzanie świeżego osadu					182865,6		144135,60		118180,80		53781,60
Dzienne zużycie ciepła dla obu komór					393000		336000,00		273000		210000
Dzienne zużycie gazu w m ³					160 m ³		480135,6		391180,8		265781,6

Z e s t a w i e n i e 17

Dwustopniowe przegniwanie.

Ze względu na to, że fermentacja gnilna przebiega, jak wyjaśniono wyżej, od stadium fermentacji kwaśnej do alkalicznej i to ostatnie ulega wpływom pierwszego, przeprowadzono próby ich rozdzielenia. Do tego celu posłużyć się trzeba dwoma współpracującymi komorami gnilnymi. Pierwsza służy dla fermentacji kwaśnej, druga dla fermentacji alkalicznej. Pierwsza komora ma objętość mniejszą, obliczoną tylko na krótki czas fermentacji kwaśnej. Teoretyczna objętość komór powinna być mniejsza niż komory jednej. W rzeczywistości stopniowe przegniwanie związane jest z pewnymi trudnościami. Trudnym jest ustalenie pojemności komór. Stały kłopot wynika z powodu ciągłego pienienia się. Dwie komory mimo mniejszej ich łącznej pojemności mogą być droższe od pojedynczej. Zaletą jest większy stopień sklarowania ścieków osadowych oraz mniejsza zawartość wody w przegnilym osadzie, który szybko daje się wysuszyć.

W innym układzie stosuje się dwie komory o tej samej wielkości. W pierwszej zachodzi wolny proces gnicia z intensywnym ruchem zawieszin. Osad utrzymujący się na dnie usuwa się do komory następnej, gdzie podlega on powolniejszemu ostatecznemu stopniowi przegnicia. Około 90% procent przegnicia zachodzi w komorze pierwszej. Ścieki osadowe odprowadza się z drugiej komory, gdzie wobec braku zjawiska wypływania osadów są one klarowniejsze. Komorę pierwszą zaopatruje się w ogrzewanie, urządzenie do chwytania gazu oraz do rozbijania kożucha. W drugiej komorze urządzenia te są zbędne.

Dwustopniowe przegniwanie może być zastosowane w wypadku piętrowych osadników. Gdy część spodnia spełniająca rolę komory gnilnej okazała się niedostateczna, dobudowuje się komory wydzielno, w których

można zastosować podgrzewanie osadów..

Nadmiar ścieków osadowych z komór gnilnych odprowadza się do dopływu przed osadnikami. Odbywa się to zwykle z wydzielonych komór gnilnych w czasie doprowadzania świeżego osadu. Przy małej zawartości zawieszin w ściekach mogą być one wprowadzone do dopływu, idącego na oczyszczalnię biologiczną. W niektórych wypadkach stosuje się dodatkową sklarowywanie ścieków albo w oddzielnych niewielkich osadnikach lub przy pomocy środków chemicznych. Niekiedy nadmiar ścieków wprowadza się na poletka filtracyjne. W dwustopniowych urządzeniach istnieje stałe połączenie komory osadowej i gnilnej przez szpary tak, że zbędnym się staje oddzielne traktowanie nadmiaru ścieków z komory gnilnej.

Obliczenie wielkości komory gnilnej.

Obliczenie pojemności komór gnilnych opiera się na ilości zanieczyszczeń przypadających na jednego mieszkańca lub zawartości w osadzie ciał organicznych. Jako jednostkę podstawową objętość komór gnilnych dla ścieków domowych przyjęto 30 litr/m. Odpowiada to w warunkach przeciętnych w stosunku do zawartości ulegających osadzaniu ciał organicznych $\frac{30}{40} = 0,75$ litr/g /0,75 m³/1 kg/ organicznej suchej pozostałości w doprowadzonym w ciągu 24 godzin świeżym osadzie. Wartość ostatnią staje się użyteczną gdy znane są dokładnie właściwości osadów. Powszechnie obliczenie przeprowadza się w oparciu o wyżej określoną praktycznie jednostkową pojemność dla komór gnilnych osadników piętrowych 30 litr/m. Przy zmianie warunków normalnego przebiegu procesu fermentacji gnilnej wartość ta ulega zmianie. Przyjmuje się następujące pojemności jednostkowe.

Zestawienie 18.

dla komór gnilnych osadników piętrowych	30 litr/m
" " wydzielonych, dobrze ogrzewanych, z urządzeniem niszcącym kożuch, z odprowadzeniem nadmiaru ścieków oraz przegniłego osadu w sposób ciągły przez cały rok	15 litr/m
dla otwartych ziemnych zbiorników z wymieszaniem osadu pompą	90 litr/m
dla komór gnilnych z osadników wstępnych i wtórnych ze złoź zraszanych	45 litr/m
dla komór gnilnych z osadników wstępnych i wtórnych silnie obciążanych złoź zraszanych	60 litr/m
dla komór gnilnych przy chemicznym strącaniu osadów	60 litr/m
dla komór gnilnych z osadników wstępnych i wtórnych przy oczyszczaniu biologicznym sposobem osadu czynnego	90 litr/m

Wszystkie podane wartości należy powiększyć 1,5-krotnie jeżeli chodzi o niewielkie rozmiary oczyszczalni, dla liczby mieszkańców poniżej 5000. Również gdy doprowadza się osad z dużych osadników dla przepływu burzowego należy wprowadzić współczynnik zwiększający 1,2 - 1,5.

Wytwarzanie się gazu i jego wykorzystanie.

Powstający w komorach gnilnych gaz składa się głównie z metanu i dwutlenku węgla z małą domieszką azotu. Znajdują się też w nim niewielkie ilości wodoru oraz siarkowodoru. Jako średnie wartości można przyjąć:

Zestawienie 19.

metan	65 - 95%
dwutlenek węgla	5 - 35%
azot	0 - 6%
wodór	0 - 2%
siarkowodór	0 - 0,25%

W gazie gnilnym zawarta jest w większej lub mniejszej ilości woda, wydzielająca się w przewodach szczególnie w zimie. Należy ją usuwać z najniższych punktów przewodów w założonych do tego celu garnkach.

Wartość kaloryczna gazu zależy od zawartości w nim metanu i waha się w granicach 6000 - 8500 kalorii w m³. I m h o f f podaje 6000 - 7000 kalorii w wypadku dwupiętrowych urządzeń, 5500 kalorii z wydzielonych komór gnilnych.

Ilość gazu zależy od rodzaju i ilości organicznych zanieczyszczeń, zawartych w ściekach oraz od temperatury w komorze gnilnej. Z 1 kg rozłożonych w normalnych warunkach zanieczyszczeń organicznych uzyskuje się 500 litrów, przy temperaturze 30° 750 litrów.

Ilości gazu uzyskiwane na oczyszczalniach ścieków obliczane są w litrach na mieszkańca i dobę. Przy przyjęciu przeciętnego składu ścieków miejskich, podanego wyżej, na mieszkańca przypada 40 g/dobę organicznych osadzających się zanieczyszczeń. Ilość więc gazu na jednego mieszkańca wyniesie $\frac{500 \times 40}{1000} \approx 20$ litrów/m/dobę.

Ilość uzyskiwanego gazu zależy jednak od stopnia przegnicia osadów, t.j. od stopnia zawartości w nich wody. Zależność tę obrazują krzywe uwidocznione na rysunku 378.

Należy liczyć, że się uzyskuje:

Zestawienie 20.

z komór gnilnych dwupiętrowych osadników	8 - 12	litr/mieszk./dobę
" wydzielonych ogrzewanych	20 - 25	"
" z przyłączoną oczyszczalnią biologiczną	30	"

Przyłączenie przemysłu, doprowadzającego ścieki o dużej zawartości zanieczyszczeń organicznych, powoduje zwiększenie wytwarzania się ilości gazu.

W przeważającej liczbie wypadków schwyty w komorach gnilnych gaz stosuje się do ich ogrzewania, w celu zmniejszenia ich pojemności. Może być on jednak również użyty dla podniesienia wartości kalorycznej gazu świetlnego w sieci miejskiej, lub jako niezależne źródło gazu miejskiego, wreszcie do poruszania silników gazogeneratorowych. Przed użyciem jest wskazanym oczyszczenie gazu. Jeżeli ma się go stosować do celów domowych lub przemysłowych oczyszczenie polega na usunięciu siarkowodoru. Polega ono na przeprowadzeniu gazu przez filtr, wypełniony odpowiednią masą wodorotlenku żelaza, wiążącą siarkowodor. Również duża zawartość dwutlenku węgla jest szkodliwą w wypadku niektórych zastosowań gazu. Usuwa się go przy pomocy wymywania wodą pod ciśnieniem, a następnie przy pomocy mleka wapiennego. Powstający czysty metan ma dużą wartość kaloryczną 8500 kg kalorii/m³. Może on być pod dużym ciśnieniem 350 atm wtłoczony do butli i używany do poruszania silników gazogeneratorowych /rys.379/. Energia uzyskana wynosi przeciętnie 2,2 Kwg z 1 m³.

W wypadku używania gazu do podgrzewania komór gnilnych należy liczyć, że można wykorzystać około 60% jego wartości kalorycznej, t.j.

3600 kg kalorii/m³. Schemat urządzenia ogrzewniczego pokazano na rysunku 380.

Przeznaczony do użycia gaz zbierany jest w zbiornikach o maksymalnej pojemności wynoszącej około 40% dziennej produkcji.

Powinno być zabronione palenie w pobliżu komór gnilnych. W czasie opróżniania i napraw komór gnilnych przedsiębrać należy środki ostrożności przeciwko zatruciom oraz wybuchom. Wybuchowe mieszanki wytwarzają się przez zmieszanie się 7-18 części powietrza z 1 częścią gazu. Wystarczy palący się papieros lub iskra, spowodowana uderzeniem stalowego narzędzia, dla wywołania wybuchu. Z tego względu stosować się powinno narzędzia brązowe lub mosiężne.

Suszenie i wykorzystanie przegniłego osadu.

Wychodzący z komór gnilnych osad zawiera około 80% wody i przedstawia się jako łatwopłynny, czarny, wydzielający zapach smolasto-gumowy, ciasto. Osad taki oddaje daleko łatwiej wodę niż świeży.

Fodobnie jak osad świeży osad przegniły może być usunięty lub też wykorzystany. Sposoby te opisano wyżej. Przeróbce i przewozom przegniłego osadu nie towarzyszą przykre objawy, powstające przy osadzie świeżym.

Najczęściej stosowanym sposobem jest o s u s z a n i e n a p o l e t k a c h. Osad wypuszczony jest na umieszczone obok siebie w dużej ilości poletka, zapewniając je warstwą grubości 0,20-0,25 m. Przy podłożu silnie przepuszczalnym, piaszczystym urządzenie takich poletek ogranicza się tylko do przewodu doprowadzającego osad oraz wlotów rozdzielających osad na poszczególne powierzchnie /rys.381/.

Na podłożu mało przepuszczalnym dno przygotowuje się w sposób odpo -

wiedni, aby umożliwić odpływanie oczekującej wody. W głębokich rowkach umieszcza się dreny o średnicy 0,10 - 0,15 m, obsypując je grubym żwirem. Dno daje się w lekkim spadzie. Całą powierzchnię dna pokrywa się 0,25 m warstwą żwiru o stopniowo zmniejszającej się ku górze grubości ziarn. Żwir pokrywa się warstwą piasku 5-10 cm grubości. Piasek ten jest zwykle częściowo zbierany z wyschniętym osadem, musi być więc co pewien czas warstwą piasku uzupełniany. Ścianki działowe pomiędzy poletkami daje się z betonu, a nawet czasami drewniane /rys. 382/. Sięgają one 30-40 cm ponad powierzchnię piasku. Kształt poletek jest podłużny 4-9 m szerokości i do 40 m długości. Osad wprowadzany jest w rogu ścianki poprzecznej. Podczas wpuszczania osadu drenaż jest zamknięty aż do chwili, gdy dzięki zawartemu w nim gazu nie zostanie on oddzielony od wody. Trwa to 24 godziny. Wówczas otwiera się drenaż, tak że stojąca pod osadem woda może odpłynąć. Im większa zawartość gazów w osadzie, tym szybciej następuje schnięcie. Osad schnąc zbija się i pęka, twardniejąc. Można go wziąć na łopatę gdy zawartość wody zmniejszy się do 68%. Grubość początkowa maleje około 2,5-krotnie. Dzięki spękanom dostaje się do środka powietrze, przyspieszając schnięcie. Z rodzaju szpar osadzić można o stopniu przegnicia. Dobrze przegnity osad wykazuje bardzo liczne i wąskie pęknięcia. Niezupełnie przegnity osad posiada nieprzyjemną woń. Oznaką złego przegnicia jest pojawienie się dużej ilości żółtej muchy /Eristalis tenax/, która się nie pojawia nigdy na dobrze przegnitym osadzie.

Okres schnięcia trwa zależnie od rodzaju osadu i warunków pogody kilka dni do kilku tygodni.

Opróżnianie poletek z wyschniętego osadu odbywa się w mniejszych oczyszczalniach ręcznie do wagoników przesu-

wanych po szynach umieszczonych w środku poletek. W większych oczyszczalniach usuwanie osadu przeprowadzane jest przy pomocy kopaczek mechanicznych.

W czasie pogody deszczowej w otwartych suszarniach proces suszenia ulega odpowiednio przedłużeniu. W celu uniezależnienia się od deszczów i niedogodności okresu zimowego daje się pokrycie suszarni w postaci szklanych daszków, podobnych do szklarni ogrodniczych. Szklarnie takie muszą być silnie przewietrzane z uwagi na stale wydzielające się w czasie schnięcia gazy.

Ilości osadu obliczane na mieszkańca i dobę wynoszą 0,12 - 0,25 litra względnie okragło 50 litrów/m/rok. Przy złożach zroszanych wzrasta ilość do okragło 75 litr/m/rok, przy urządzeniach osadu czynnego do 150 litrów.

Powierzchnię niezbędną dla osuszenia oblicza się przy przyjęciu 9-krotnego w ciągu okresu rocznego zapełniania poletek. Przy wypełnianiu ich warstwą osadów po osuszeniu grubości 0,20 m całoroczna grubość osadów wyniesie 1,8 m. Stąd obliczyć można niezbędną powierzchnię A odpowiednio do wyżej podanych ilości osadów:

$$A = \frac{0,05}{1,8} = 0,028 \text{ m}^2/\text{mieszkańca}$$

$$\frac{0,075}{1,8} = 0,042$$

$$\frac{0,150}{1,8} = 0,083$$

względnie 1 m² dla 36 - 12 mieszkańców.

W St. Zj. Am. przyjęta norma wynosi 0,1 m²/m, t.j. 10 mieszkańców na 1 m².

Suszarnie kryte są około 1,5-krotnie wydajniejsze od otwartych, liczyć więc można na 1 m² 50-20 mieszkańców.

Wylewanie nowego osadu może być wykonane dopiero po usunięciu wyschniętego. Gdy osad wprowadza się na tereny, gdzie ma on pozostawać i nowy osad wchodzi na warstwę poprzednio wysuszonego należy powierzchnię powiększyć trzykrotnie w stosunku do podanych wyżej wartości. Grubość rocznie wprowadzanego osadu może wynosić 0,6 m.

Wysuszony osad używany jest wprost lub po zmieszaniu z innym materiałem nawozowym jak sole nawozowe, torf, drobne zmiotki i t.p. do celów nawożenia gleby. Ponieważ posiada dużo mniejszą zawartość wody znosi dalsze odległości przewozu. Wysuszony przegniły osad zawiera około 2% azotu oraz około 1% kwasów fosforowych. Wartość jego nawozowa odpowiada wartości nawozu końskiego.

Sprzedaje się go wprost odbiorcom, zabierającym go z suszarni, lub też w workach w postaci zmielonej. Gdy brak sposobności do użycia go jako środka nawozowego zostaje użytym do wypełniania zagłębień terenowych.

Wydobywanie osadów z komór gnilnych przeprowadzane jest przy pomocy sprężonego lub rozrzedzonego powietrza oraz różnego rodzaju pomp przeponowych, tłokowych, powietrznych oraz wirnikowych. Najpowszechniej stosowanymi są pompy wirnikowe. Stratę ciśnienia w przewodach prowadzących osady o dużej zawartości wody można przyjąć taką samą jak dla wody. Gdy osady są gęste straty mogą być około 1,5 - 2,0-krotnie większe.

Pompy wirnikowe stosowane są tej samej budowy co pompy kanałowe o małym tłoku, oparte o dużym prześwicie.

Przez wodę na oczyszczalni tam gdzie jest to możliwe należy wykonywać jako rynnę otwartą o przekroju prostokątnym z prędkością

minimalną przepływu 0,4 m/sek. Przed piaskownikiem prędkość powinna być większą conajmniej 0,6 m/sek, by nie zbierał się on na dnie. W przewodach z płynnym osadem prędkości winny wynosić 1 m/sek.

Oczyszczanie wtórne.

W ściekach oczyszczonych sposobami mechanicznymi pozostają wszystkie zanieczyszczenia rozpuszczone oraz koloidalne. Przy pomocy sposobów chemicznych można powiększyć stopień oczyszczenia, przy czym usuniętymi zostają również zanieczyszczenia nie ulegające osadzeniu i większa część koloidalnych. Ścieki stają się klarowne, zawierają jednak jeszcze dużą ilość związków organicznych, a więc podlegających gniciu, stawiając duże wymagania w stosunku do zdolności samooczyszczania się odbiornika. Gdy ten stopień oczyszczania nie wystarcza, ze względu na zbyt małe rozcieńczenie wodami odbiornika ścieków i niedostateczną ilość tlenu zawartego w wodzie oraz pochłanianego przez powierzchnię, do mineralizacji znajdujących się zanieczyszczeń organicznych, muszą być ścieki oczyszczane w sposób bardziej doskonały. Usunięcie zdolności gnilnej ścieków odbywa się przez mineralizację zawartych w ściekach ciał organicznych głównie przy pomocy mikroorganizmów. Ponieważ one nadają charakter procesom, przebiegającym w tym stopniu oczyszczania, sposoby te otrzymały nazwę biologicznych. W sposobach tych stworzone są sztucznie procesy, powstające w sposób naturalny, opisane wyżej przy mineralizacji ciał organicznych w rzekach lub gruncie. W następstwie tego we wszystkich sposobach zasadnicze znaczenie posiada jak najlepszy dostęp powietrza do wnętrza ścieków. W czasie mineralizacji ciał organicznych przy pomocy sposobów biologicznych zachodzą poza zjawiskami czysto biologicznymi również pewne procesy chemiczne i fizyczne.