

20 grudnia 1929 r.

C 02 C 1/02



RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ

OPIŚ PATENTOWY

Nr 10930.

Kl. 85 c 3.

Aktieselskabet Dansk Gaerings-Industri
(Kopenhaga, Danja).

Sposób biologicznego oczyszczania wód ściekowych.

Zgłoszono 14 marca 1928 r.
Udzielono 22 sierpnia 1929 r.

Ze wszystkich sposobów oczyszczania wód ściekowych najbardziej rozpowszechniło się oczyszczanie biologiczne. Jeżeli pominąć stosowanie pól zraszanych lub przesączanie okresowe przez ziemię jako sposoby nieprzydatne wogóle do oczyszczania odcieków fabrycznych, to pozostaje oczyszczanie bądźto sposobem gnilnym, w odpowiednich zbiornikach, gdzie rozkład zanieczyszczeń uskuteczniają drobnoustroje beztlenowe, bądź zapomocą urządzeń biologicznych, w których wody ściekowe przesączają się przez sztucznie nasypane materiały i oczyszczanie zachodzi częściowo przez pochłanianie, częściowo zaś przy udziale drobnoustrojów i istot niższych. Na rozkład ciał organicznych w urządzeniach biologicznych największy wpływ wywierają drobnoustroje beztlenowe. Po-

za tem należy przypomnieć sposób oczyszczania wód zapomocą ożywionego mułu, gdzie gnijący muł przeprowadza się przez wody ściekowe zapomocą powietrza lub mieszań. Działanie oczyszczające należy przypisać znajdującym się w mule drobnoustrojom.

Oczyszczanie wód ściekowych sposobem gnilnym ma tę wielką wadę, że przy beztlenowym rozszczepianiu składników organicznych powstają gazy i substancje o przykrym zapachu, którego usunięcie, o ile jest ono wogóle możliwe, wymaga kosztownych urządzeń przewietrzających. Filtrowanie odbywa się wprawdzie bezwonnem, ale wymaga wielkich i drogich urządzeń, które przy bardzo zanieczyszczonych wodach ściekowych niezawsze zapewniają pożądaną stopień oczyszczenia. Zastosowanie

mułu **ożywionego** dostarcza ogromnych ilości bardzo rzadkiego mułu, który należy znówu poddawać gnicu, co powoduje wszystkie niedogodności związane ze sposobem gnilnym. Dotychczas taki sposób okazał się skuteczny tylko w zastosowaniu do rzadkich ścieków miejskich, jednak jest on nader kosztowny.

Ogólna wada wszystkich sposobów biologicznych polega na tem, że działają one, w zależności od zwykle bardzo niejednolitego składu wód ściekowych, przy współudziale przypadkowo osiadłych, mieszanych gatunków i rodzajów drobnoustrojów. Sposób ten nie jest korzystny, bo nie wykorzystuje swoistych zdolności rozkładowych poszczególnych drobnoustrojów, bardzo skutecznych w stosunku do niektórych ciał. Zamiast tego przebieg rozkładu odbywa się wadliwie wskutek oddziaływania całego szeregu mniej lub więcej nadających się drobnoustrojów, co z punktu widzenia technologicznego mało odbiega od zwyczajnego gnicia. Podczas gdy inne dziedziny technicznej mikrobiologii, np. przemysł fermentacyjny, posługują się ze znakomitym wynikiem właściwościami poszczególnych lub celowo wyhodowanych drobnoustrojów, nie da się tego powiedzieć o oczyszczaniu wód ściekowych.

W myśl wynalazku szybkie i dokładne oczyszczanie wód ściekowych osiąga się przez szereg częściowych, kolejno po sobie następujących działań drobnoustrojów, dostosowanych do składu wód i do głównych grup biochemicznych zawartych w zanieczyszczeniach w ten sposób, że procesy określone stopniem biologicznego rozkładu głównych grup biochemicznych mogą podlegać dalszemu stopniowaniu, gdzie do każdego z oddzielnych przebiegów częściowych zostają użyte, odpowiednio wybrane (otrzymane z czystej hodowli) drobnoustroje tlenowe lub beztlenowe, działające przeważnie lub wyłącznie.

Zależnie od zanieczyszczeń stosuje się

czyste hodowle następujących grup drobnoustrojów.

1) Proteolityczne wytwarzające amoniak, amonifikujące, azotujące i odazotniające bakterje lub ich mieszaniny.

2) Bakterje lub grzybki (drożdże i pleśnie) rozszczepiające tłuszcze.

3) Bakterje lub grzybki rozpuszczające skrobię, wytwarzające dekstrynę i cukier.

4) Bakterje rozszczepiające błonnik i pektynę.

Zależnie od natury **odcieków** określa się wzajemne ustosunkowanie rodzajów ilości rozmaitych grup, przyczem jednak można również stosować rozmaite rodzaje tego samego gatunku w mieszaninie.

Hodowla drobnoustrojów odbywa się znanym sposobem. W tym celu szczepi się **odpowiedniemi drobnoustrojami** w naczyniach przeznaczonych do czystych hodowli, niezbyt skoncentrowaną, wyjałowioną wodę ściekową, utrzymując w niej temperaturę najbardziej sprzyjającą rozwojowi drobnoustrojów. Celem przeprowadzenia biologicznego oczyszczania wody ściekowej, znajdujące się w otwartych lub zamkniętych kadziach, naczyniach lub zbiornikach, miesza się z **odpowiedniemi ilościami** otrzymanych w ten sposób czystych hodowli. W celu osiągnięcia **pomyślniejszego** rozejścia się drobnoustrojów w płynie można go utrzymywać w ruchu **ustawicznym** lub przerywanym zapomocą **mieszadeł**, wtłaczania powietrza lub **jakkolwiek** inaczej. Bywa niekiedy rzeczą **pożyteczną** doprowadzanie drobnoustrojów, przeznaczonych do oczyszczania wód ściekowych, do stanu tworzenia zooglei, lub dodawanie takich rodzajów drobnoustrojów, które się zbliżają do podobnego stanu napęcznienia błon komórkowych. W stanie zooglei błonka zewnętrzna pęcznieje do kilkakrotnej wielkości bakterji. Bakterje wytwarzają śluz, przypominający żabi skrzek, ta właśnie galaretowata masa, dzięki swoim właściwościom pochłaniającym, potęguje dzia-

łanie oczyszczające. Galaretowate masy stanowią rodzaj zasobnika, w którym gromadzą się ciała przyswajalne przez drobnoustroje a zużywane natychmiast lub później, przy odradzaniu się bakteryj. W każdym razie ważne te substancje dla bakteryj wydzielają się z wód ściekowych.

Proces można prowadzić sposobem ciągłym w drodze kolejnego przepuszczania ścieków przez kilka naczyń lub zbiorników, w których odbywa się rozkład zanieczyszczeń. Poza każdym z tych naczyń lub zbiorników rozkładających mieści się osadnik, w którym z cieczy wydzielają się zużyte hodowle bakteryj. W poszczególnych naczyniach i zbiornikach wytwarza się jak najpomyślniejsze warunki rozwoju poszczególnych drobnoustrojów. Baczna uwagę należy poświęcić utrzymywaniu w cieczy odpowiedniej temperatury i koncentracji jonów wodorowych.

Gdyby wody ściekowe były zbyt ubogie pod względem tej lub innej pożywki dla drobnoustrojów, to w celu osiągnięcia najlepszego skutku biologicznego równowagę odżywczą należy przywrócić przez dodanie odpowiednich materiałów, jak sole odżywcze. Zużyte i usunięte z cieczy bakterje tlenowe można ożywić mieszając je przez pewien czas w naczyniu ze świeżą wodą zimną w obecności soli utleniających, jak np. nadmanganian potasu, przy dopływie powietrza, czystego tlenu lub gazów zawierających tlen. Gdyby bakterje były wyczerpane tak dalece, że ożywienie ich było niemożliwe, to można je po odpowiednim sprasowaniu stosować jako sztuczny nawóz.

Sposób wykonania wyjaśniono na przykładzie, zakładając, że odcieki zawierają jako zanieczyszczenia organiczne, białko, krochmal, cukier trzcinowy, ciała zawierające mocznik i inne, w ilości 10 g w litrze. W zależności od rodzaju stosowanych drobnoustrojów przebieg oczyszczania wód ściekowych prowadzi się przy reakcji alka-

licznej, obojętnej lub kwaśnej, a koncentracja jonów wodorowych musi odpowiadać wartości *PH* między 8,6 — 6,2.

Zawarta w wodzie ściekowej skrobia rozpada się pod działaniem drobnoustroju szybko i dokładnie na glukozę lub maltozę. W tym celu nadają się zwłaszcza: *Aspergillus oryzae* albo *Bacillus subtilis* lub *mesentericus*. Wody ściekowe poddaje się przez pewien czas działaniu tych drobnoustrojów w temperaturze 37°—40°C, przy jednoczesnym i dokładnym mieszaniu. Przy zastosowaniu jednego tylko z obu tych gatunków zaleca się napowietrzanie wody od czasu do czasu. Dla *aspergillus* właściwa jest reakcja kwaśna, a dla bakterji reakcja obojętna wody.

Po ukończeniu scukrzania, użyte w tym celu drobnoustroje zostają usunięte z wody ściekowej lub zabite. Otrzymana przez scukrzanie skrobi glukoza lub maltoza oraz zawarty od początku cukier trzcinowy rozkłada się w znany sposób, zapomocą czystych kultur drożdży, na kwas węglowy i alkohol. Powstały kwas węglowy ulatnia się, albo pozostaje w cieczy połączony z jakimkolwiek jonem, jako węglan, alkohol zaś w tem rozcieńczeniu nie przedstawia żadnego niebezpieczeństwa, zresztą ilość alkoholu można zmniejszyć przez wtłaczanie sprężonego powietrza podczas fermentacji. Na zakończenie obu tych częściowych procesów uwalniających wody ściekowe od skrobi i cukru trzcinowego usuwa się, możliwie całkowicie, drożdże znajdujące się w cieczy. Teraz można przystąpić do zmineralizowania pozostałych zanieczyszczeń: białka i mocznika.

W tym celu dodaje się do odcieków po uprzednim zubożeniu czystą kulturę *bacillus putrificus* lub *bacillus vulgaris* i pozostawia pod działaniem tych drobnoustrojów w temperaturze 35°C, co sprowadza rozkład ciał białkowych na kwasy aminowe lub tłuszczowe. Wskutek powstających jednocześnie węglanów i amonja-

ku, reakcja staje się alkaliczną. Wówczas do odcieku wprowadza się obfitą ilość czystej hodowli *Bacillus mycoides*, który wywołuje dalsze rozszczepienie kwasów aminowych na amonjak. Działaniu tej bakterii sprzyja powstała reakcja alkaliczna.

Ciecz zawiera więc teraz, jako zanieczyszczenie, głównie sole amonowe, a przede wszystkim węglan amonu, jak również niewielkie ilości kwasów tłuszczowych przeważnie kwas mrówkowy. Ten kwas można pod wpływem *Bacillus formicus* rozszczepić na kwas węglowy, wodór i metan. Wreszcie, sole amonowe utleniają się pod działaniem czystych kultur *Nitrosomonas* i *Nitrobacter*.

Rozkład biologiczny poszczególnych zanieczyszczeń można skutecznie również i innymi sposobami przetwarzając np. cukier i skrobię nie na kwas węglowy i alkohol, lecz na kwas mlekowy, octowy i masłowy. Kierunek procesu zależy od rozmaitych okoliczności, np. od tego, który z produktów przejściowych zamierza się w danych warunkach usunąć z wody lub zużytkować. Bakterie potrzebne do procesu biologicznego można z łatwością wydzielić z warstwy urodzajnej ziemi, z nawozu stajennego, z mułu, z filtrów biologicznych i t. d.

Powyższe zasady postępowania można stosować w połączeniu z innymi znanymi sposobami biologicznymi, chemicznymi lub koloidalno-chemicznymi. Można np. z wodorotlenku glinu i materiałów podobnych otrzymać muł o własnościach pochłaniających, szczepić na nim odpowiednie czyste hodowle drobnoustrojów i zastosować do oczyszczania wody na sposób ożywionego mułu. Pomyślnie wyniki można też otrzymać, szczepiąc czyste kultury na wyjałowionych filtrach piaskowych i koksowych.

Z powyższego wynika, że celem uproszczenia postępowania najkorzystniej prowadzić proces rozkładu w ten sposób, że możliwie wielką ilość zawartych w wodzie

ściekowej rozmaitych ciał podstawowych przerabia się z początku na produkt pośredni, podlegający następnie dalszemu rozkładowi, np. skrobia i cukier na kwas mlekowy. Przy nieodpowiednim doborze drobnoustrojów, skrobia mogłaby przetwarzać się w kwas mlekowy, a cukier trzcinowy — w kwas masłowy, czyli powstawałyby dwa rozmaite ciała, których rozkład dalszy wymagałby różnych gatunków bakterij, co utrudniałoby cały przebieg działania. Przy postępowaniu biologicznym trzeba dążyć do otrzymania takich produktów pośrednich, aby niezbędne do ich rozkładu drobnoustroje dały się łatwo znaleźć. Należy dążyć do celu drogą najkrótszą i najpewniejszą. Zwykłe sposoby biologiczne osiągają to, wobec nieodpowiednio ujętej działalności drobnoustrojów, daleko wolniej i wymagają urządzeń znacznie obszerniejszych.

W myśl jednej z odmian sposobu niniejszego odcieki fabryczne i miejskie dzielą się, o ile można od samego początku, odpowiednio do głównych biochemicznych grup zanieczyszczeń, które osobno poddają się oczyszczającemu działaniu drobnoustrojów. Jeżeli przy pewnej fabrykacji otrzymuje się rozmaite wody ściekowe o złożonym składzie, które zbierają się oddzielnie na poszczególnych stacjach, to najwłaściwiej poddać częściowe te ścieki oczyszczaniu biologicznemu, każdy z osobna. Poza tem postępowanie pozostaje zasadniczo takie samo. Z tego względu możliwe jest przeto w pewnych warunkach dodatkowe rozdzielanie zebranych ścieków mieszanych przed przystąpieniem do biologicznego oczyszczania, lub wyodrębnienia tylko pojedynczych głównych grup biochemicznych, co można skutecznie np. przy ściekach z fabryk drożdży, przez oddzielanie białka drożdżowego. Wprawdzie rozdzielano już i przedtem wody ściekowe, przed ich biologicznym oczyszczaniem, lecz chodziło tu wy-

łącznie o podział mechaniczny na tak zwane stałe i płynne części składowe. Podział ten nie miał jednak nic wspólnego z następnym obrabianiem przygodnie zmieszanych, różnorodnych drobnoustrojów.

Bardzo uproszczony sposób zastosowania wynalazku, na podstawie spostrzeżeń wynalazcy, nadaje się do pewnych celów, nadzwyczajnie podnosząc wydajność ogólnie używanych zbiorników gnilnych. Wiadomo, że korzystnie pracujące zbiorniki gnilne posiadają pewną granicę obciążenia ściekami. Zbiornik gnilny przerabia tylko pewną określoną ilość ścieków, przeładowanie wywołuje wadliwy rozkład. Znalezione, że wydajność podobnych zbiorników można podnieść o 50—100% przez podział zbiornika na pojedyncze komory i dopilnowanie, bez osobnego stosowania hodowli drobnoustrojów, by wody ściekowe przepływały przez każdą z tych komór i aby przytem jak najmniejsza ilość mułu bakteryjnego przedostawała się z jednej komory do drugiej. Odpowiednio do postępującej reakcji, skład ścieków po przebyciu każdej komory pojedynczej będzie inny, chemiczne własności wody w poszczególnych przedziałach — zupełnie różne i tylko w zupełnie określonych komorach będą powstawały zjawiska kwasnienia lub tym podobne. Wskutek tego przy starannem zatrzymaniu drobnoustrojów w komorze poprzedniej, w następnej komorze wytwarzają się zupełnie inne drobnoustroje, dostosowane do zmienionego składu wód ściekowych i wykonywające swoją pracę prędzej i dokładniej, ponieważ w ten sposób stają się prawie wyłącznymi czynnikami. Na podstawie takiego podziału procesu rozkładowego przez podział zbiornika gnilnego można zapoznać się z częściowymi okresami rozkładu w głównych jego zarysach. Doświadczalne opracowanie tych wyników pozwala prowadzić ten surowy, biologiczny i biochemiczny podział procesu rozkładu za-

pomocą kultur czystych bakterij celem opanowania go w drodze zastąpienia hodowli naturalnej hodowlą bezwzględnie czystą.

Zastrzeżenia patentowe.

1. Sposób biologicznego oczyszczania wód ściekowych, znamienny tem, że oddziaływanie bakterjologiczne rozбивa się, w zależności od charakteru wód, na szereg częściowych kolejno następujących po sobie zabiegów, dostosowanych przede wszystkim do głównych biochemicznych grup zanieczyszczeń i że w granicach w ten sposób zasilanych zabiegów częściowych, odpowiednio do stopni biologicznego odtwarzania głównych grup biochemicznych, można poddawać je dalszemu jeszcze podziałowi, przyczem w każdym z tych zabiegów stosuje się odpowiednio doń dobrane (najwłaściwiej) otrzymane z kultury czystej drobnoustroje tlenowe lub beztlenowe, opanowujące proces przeważnie lub wyłącznie.

2. Sposób według zastrz. 1, znamienny tem, że używa się wyłącznie lub częściowo bakterij, doprowadzanych do stanu tworzenia zooglei, albo że używa się dodatkowo bakterij skłonnych do tworzenia zooglei.

3. Sposób według zastrz. 1, znamienny tem, że stosuje się go łącznie ze znanymi sposobami oczyszczania wód ściekowych.

4. Sposób według zastrz. 1—3, znamienny tem, że wody ściekowe dzielą się o ile można od samego początku, odpowiednio do głównych biochemicznych grup zanieczyszczeń, które osobno poddają się oczyszczającemu działaniu bakterjologicznemu albo, że wychodząc z tego punktu widzenia, uskutecznia się dalsze rozdzielanie zebranych ścieków mieszanych, lub wyodrębnienie tylko pojedynczych głównych grup biochemicznych, przed przy-

stąpieniem do oczyszczania biologicznego.

5. Sposób według zastrz. 1, znamieny tem, że zwykłe zbiorniki gnilne dzielą się celem podniesienia ich wydajności na pojedyncze komory bez osobnego stosowania czystych kultur bakteryj, przytem należy przedsięwziąć środki, aby wody ściekowe przepływały przez każdą z tych komór i by jak najmniej mułu przechodziło z jednej komory do drugiej, tak iż w każ-

dej komorze stosownie do zmienionych własności odcieku panują, dzięki naturalnej czystej hodowli, te drobnoustroje, jakie odpowiadają danemu stopniowi rozkładu.

Aktieselskabet Dansk
Gaerings-Industri.
Zastępca: M. Skrzypkowski,
rzecznik patentowy.