

## ZAMULANIE SIECI DRENARSKIEJ ZWIĄZKAMI ŻELAZA

Stanisław Kostrzewa

Instytut Melioracji Rolnych i Leśnych AR we Wrocławiu

## WSTĘP

Sieć drenarska może ulegać zamulaniu cząsteczkami gleby i związkami żelaza, które są transportowane przez wodę spływającą do drenów. Przy większych prędkościach przepływu w drenach mogą być one unoszone do odbiornika, a przy małych osadzać się i zmniejszać efektywne przekroje rurociągów lub powodować całkowite ich zamulenie. Związki żelaza, a także cząsteczki gleby, mogą zasklepić otwory wlotowe do drenów i utrudniać lub uniemożliwiać odcinek wody z profilu glebowego.

Wypadki intensywnego wypełniania drenów osadami żelazowymi, to jest takiego, gdy w ciągu kilku, kilkunastu tygodni lub miesięcy następuje znaczna lub całkowita utrata wymaganej drożności rurociągów, są w praktyce inżynierskiej spotykane stosunkowo rzadko. Obowiązujące bowiem u nas zasady projektowania [9] znacznie eliminują możliwość zamulania drenów związkami żelaza. W tym celu stosuje się, między innymi, otuliny filtracyjne drenów, odpowiednio mniejsze działy drenarskie oraz długości sączków i zbieraczy, większe spadki drenów, wapnowanie pól i zasypki drenarskiej z dodatkiem gipsu, odprowadzanie silnie żelazionych wód oddzielnymi rurociągami, stosowanie krytych studzienek, spulchnianie podłoża gleb i inne.

W świetle obowiązujących przepisów i zasad projektowanie nie można całkowicie wyeliminować zjawisk tworzenia się osadów żelazowych i przykrych, wynikających stąd następstw. Przy projektowaniu sieci drenarskiej wykorzystuje się dane dotyczące procentowej zawartości żelaza ogólnego w glebie, przeliczonego na trójtlenek dwużelaza  $Fe_2O_3$ , powszechnie zwanego tlenkiem żelazowym. Jednak nie ogólna ilość żelaza w glebie, a jedynie żelazo "ruchliwe" - głównie w postaci kwaśnego węglanu żelazowego  $Fe/HCO_3/2$  stanowi o zagrożeniu dla sieci drenarskiej. Aby ustalić jego ilość, należy wykonać analizę chemiczną wód gruntowych. Normalnie jednak dla celów projektowania urządzeń drenarskich badań takich się nie wykonuje.

## POSTACIE ŻELAZA W GLEBIE

W wyniku naturalnych procesów glebowych zawartość żelaza w utworach piaszczystych kształtuje się zazwyczaj na poziomie 1,5-2%, a w glinach ciężkich dochodzi do 5-7%; w poziomach glejowych zawartość żelaza jest kilkukrotnie większa. W glebach mineralnych mogą występować też skupienia /konkrecje/ i osady żelaziste w formie zbitych, twardych warstw, tzw. rudawca lub orsztynu. W glebie żelazo występuje zwykle w postaci:

- tlenku żelazowego  $\text{FeO}$  jako  $\text{Fe}^{++}$ ,
- tlenku żelazowego  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  jako  $\text{Fe}^{+++}$ ,
- tlenku żelazowo-żelazowego /magnetytu/  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  jako  $\text{Fe}^{++}$  i  $\text{Fe}^{+++}$ ,
- węglanu żelazowego  $\text{FeCO}_3$  jako  $\text{Fe}^{++}$ ,
- dwusiarczku żelaza /pirytu/  $\text{FeS}_2$  jako  $\text{Fe}^{++}$ ,
- siarczku żelazowego  $\text{FeS}$  jako  $\text{Fe}^{++}$ ,
- siarczanu żelazowego  $\text{FeSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$  jako  $\text{Fe}^{++}$ ,
- kwaśnego węglanu żelazowego  $\text{Fe}/\text{HCO}_3/$  jako  $\text{Fe}^{++}$ ,
- wodorotlenku żelazowego  $\text{Fe}/\text{OH}/_2$  jako  $\text{Fe}^{++}$ ,
- wodorotlenku żelazowego  $\text{Fe}/\text{OH}/_3$  w formie  $x \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot y \text{H}_2\text{O}$  jako  $\text{Fe}^{+++}$ .

Znaczne ilości żelaza mogą występować w torfach niskich, gdzie może ono tworzyć pokłady rudy bagiennej, zawierającej nawet ponad 13% żelaza [6]. W torfach niskich, w glebach łąkowych, na terenie nisko położonych dolin rzecznych żelazo występuje zwykle w postaci fosforanu żelazowego, tzw. wiwianitu  $\text{Fe}_3/\text{PO}_4/2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ . Zawarte w glebie związki żelazowe łatwo utleniają się na żelazowe i odwrotnie związki żelazowe łatwo ulegają redukcji na żelazowe [3].

Ogólna zawartość żelaza i jego rozmieszczenie w profilu glebowym zależy od przebiegu procesu glebotwórczego. Na ogólną zawartość żelaza w glebie /dwu- i trójwartościowego w przeliczeniu na  $\text{Fe}_2\text{O}_3/$  składają się żelazo wolne i żelazo związane. Najbardziej dynamiczna część żelaza wolnego, rozpuszczalna w wodzie i bardzo słabych kwasach próchnicznych, stanowi żelazo ruchliwe. Występuje ono w tlenkach żelaza  $\text{FeO}/\text{Fe}^{++}/$  i  $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{Fe}^{+++}/$ .

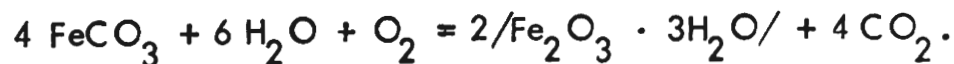
Żelazo związane występuje w glebie w związkach kompleksowych z różnymi komponentami w postaci kompleksów żelazisto-próchnicznych, żelazisto-krzemionkowych lub żelazisto-ilasto-próchnicznych.

Udział żelaza ruchliwego w ogólnej zawartości żelaza w glebie jest na ogół mały i wynosi wg Koneckiej-Betley 3,5-8,3%, w poziomach glejowych wzrasta do 15% [3]. Zawartość żelaza związanego jest prawie proporcjonalna do zawartości w glebie frakcji iłu koloidalnego. Dlatego w łąkach zawartość 5, a nawet 10%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  nie musi stanowić zagrożenia dla sieci drenarskiej. Tak więc nie ogólna ilość żelaza dwu- i trzywartościowego, określanego dla celów melioracji

w przeliczeniu na  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , a jedynie część ruchliwa w postaci  $\text{Fe}/\text{HCO}_3/2$  stanowi o zagrożeniu dla sieci drenarskiej [2].

### CHEMICZNE I BIOLOGICZNE ZAŻELAZIANIE DRENÓW

Żelazo ruchliwe jako rozpuszczalne w wodzie zostaje wymyte z gleby i pod postacią kwaśnego węglanu żelazawego  $\text{Fe}/\text{HCO}_3/2$  jest transportowane do drenów. Ze związku tego ulatnia się kwas węglowy  $\text{H}_2\text{CO}_3$  i przejściowo powstaje węglan żelazawy  $\text{FeCO}_3$ , który przy dostępie tlenu w obrębie otworów wlotowych i w drenach przechodzi w nierozpuszczalny uwodniony tlenek żelazowy  $x \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot y \text{H}_2\text{O}$ . Odkłada się on częściowo w porach gruntu /filtru/ otaczającego dre-ny, w otworach wlotowych, a głównie na powierzchni rur, tworząc osady żelazowe zwane ochrą. Wytworzenie osadu w wyniku procesów chemicznych /utleniania żelaza rozpuszczalnego w wodzie/ można zapisać:



Chemiczne wytrącanie osadów żelazowych w drenach jest intensywniejsze w środowisku gleb kwaśnych o pH poniżej 5,5 oraz przy wyższych temperaturach, a więc w okresie letnim.

Inny tryb powstawania osadów w drenach zwany zażelazaniem biologicznym wywołany jest przez bakterie żelaziste zawarte w wodzie drenarskiej, takie jak: *Leptothrix ochracea*, *Galionella*, *Grenothrix*, *Cladotrix*, *Spirophyllum*, *Sphaerotilus*, *Nawmaniella*, *Toxothrix*, *Pseudomonas* i *Enterobacter*. Bakterie te najsilniej rozwijają się wczesną wiosną i wtedy to wytrącanie żelaza w wyniku procesów biologicznych jest większe niż w oparciu o procesy chemiczne. Zażelazanie biologiczne następuje w ten sposób, że bakterie żelaziste pobierają z wody żelazo znajdujące się tam w formie rozpuszczonej i odkładają je w swoich otoczkach w postaci nierozpuszczalnego wodorotlenku. Zainkrustowane nitki bakterii tworzą powłoki prowadzące do zapychania przewodów drenowych [5]. Rozwój bakterii żelazistych ma miejsce zarówno przy niskim, jak i przy wysokim pH = 3,5-10.

W wodach, które zawierają nikłe ślady substancji organicznej, osady żelazowe powstają wyłącznie w wyniku procesów czysto chemicznych. Przeważnie jednak w drenach występują jednocześnie obydwie formy zażelazania i to głównie w pierwszych 2-5 latach po wykonaniu robót [8].

## CHARAKTERYSTYKA OSADÓW ŻELAZOWYCH

Osad żelazowy w stanie świeżym zawiera 90-98% wody i jest koloidalną, miękką, gąbczastą masą o zróżnicowanym kształcie i barwie czerwono- lub ciemnobrązowej. Zazwyczaj zawiera dużo żelaza, ale także Al, Mn, Ca, Mg,  $SO_4$ , a szczególnie C. Skład chemiczny ochry wg badań Masłowa [6] i Petersena [8] jest następujący:

$Fe_2O_3$	3,0-80,4%
$Al_2O_3$	0,2-39,3%
MnO	0-12,9%
CaO	0,06-12,8%
MgO	0,13-1,55%
$P_2O_5$	1,6-12,0%
$SO_4$	0-7,54%
$CO_2$	0-9,04%
części organiczne	20-53,5%
C : N	11-30
pH	3,6-7,1%

Wytrącone osady żelazowe ulegają stopniowemu zagęszczeniu. W ciągu kilku godzin ich gęstość objętościowa wzrasta z 1,05 do 1,2 g/cm<sup>3</sup>, a gęstość właściwa wynosi ok. 2,55 g/cm<sup>3</sup>, a więc jest zbliżona do piasku. Złogi ochry wysychając twardnieją i zatykają otwory wlotowe i przekrój rurki drenarskiej. Przyczepność ochry do rur z tworzyw sztucznych jest do 30% większa niż w drenach ceramicznych [8]. Pokonanie sił przyczepności ochry do rur drenarskich wymagałoby siły unoszenia wody, jaka może być osiągnięta przy spadkach drenów ponad 100-200%, a więc takich, jakich w technice drenowania się nie stosuje.

## KRYTERIA ZAGROŻENIA ZAMULANIA DRENÓW ZWIĄZKAMI ŻELAZA

Powszechnie przyjmuje się, że miernikiem zagrożenia zamulania drenów związkami żelaza jest zawartość rozpuszczonego w wodzie gruntowej kwaśnego węglanu żelaza  $Fe/HCO_3/2$ . W literaturze radzieckiej [2, 6] i RFN [4, 8] przeważa pogląd, że proces zażelaziania drenów pojawia się przy zawartości żelaza w wodzie gruntowej w ilości 3 mg/l, a przy powyżej 8 mg/l jego przebieg jest bardzo szybki /tab. 1/. Według Kunze [4] przy zawartości żelaza powyżej 20 mg/l możemy chronić sieć drenarską przed zażelazieniem, zapewniając prędkość wody w drenach co najmniej 0,35 m/s, którą uzyskuje się przy spadkach:  $l = 14\%$  w sączkach  $\phi$  5 cm,  $l = 7\%$  w zbieraczu  $\phi$  7,5 cm,  $l = 4\%$  dla  $\phi$  10 cm itp. Ułożenie drenów o takich spadkach często jest niemożliwe z uwagi na to, iż zwykle drenujemy tereny płaskie. Przy zawartości że-

Tabela 1

Zagrożenie zamulenia drenowania ceramicznego osadami żelazowymi w zależności od zawartości  $F^{++}$  w wodzie gruntowej o  $pH > 7$  wg Kuntze i Eggelsmana [8]

Zawartość $Fe^{++}$ mg/l	Stopień zagrożenia
< 1	brak
1-3	małe
3-6	średnie
6-9	duże
> 9	bardzo duże

laza powyżej 20 mg/l Kunze uznaje, że niezbędne są specjalne środki zapobiegawcze, np. wapnowanie zasyпки z dodatkiem gipsu. Zagrożenie zamulenia sieci drenarskiej może być oszacowane w czasie przeprowadzania terenowych badań glebowych - opisu profilu glebowego, barwy wody i wytrąconego osadu żelazowego w odkrywce lub rowie /tab. 2/.

Tabela 2

Charakterystyka wskaźników zagrożenia wytrącania się osadów żelazowych wg Kuntze i Eggelsmana [8]

Zagrożenie wytrącania się osadów żelazowych	Powierzchnia wody	Barwa wody	Dno odkrywki, cieku	Zawartość żelaza w glebie
Bardzo małe	wolna od zanieczyszczeń	czysta	wolne od ochry	jednolite zabarwienie żelaziste całego profilu
Małe	punktowo tłusta	trochę zawiesin ochry	cienka warstwa zawiesin ochry	mała liczba plam
Średnie	rozległe tłuste plamy	dużo zawiesin ochry	osad czerwono-brązowy	plamy
Duże	całkowicie tłusta	jasno brązowo-czerwona	wyraźny osad ochry	konkrecje żelaziste
Bardzo duże	całkowicie tłusta	mętna brązowo-czerwona	gruba warstwa mułu z ochry	bagienna ruda żelaza, wyraźnie utlenione i odtlenione poziomy

## ZAPOBIEGANIE ZAŻELAZIANIU DRENÓW

Zamuleniu sieci drenarskiej osadami żelazowymi można zapobiegać środkami profilaktycznymi - stosowanymi w projektowaniu i wykonawstwie urządzeń, niedopuszczającymi do wytworzenia się ochry w drenach oraz środkami eksploatacyjnymi - polegającymi na usuwaniu osiadających namułów w okresie technicznego użytkowania urządzeń [1].

Profilaktyka polegać będzie na:

1. Zapobieganiu wymywania żelaza ruchliwego  $Fe/HCO_3/2$  z gleby i wnoszenia do drenów.
2. Zapobieganiu utleniania  $Fe/HCO_3/2$  w drenach.
3. Zapobieganiu osadzaniu się ochry w drenach.

1. Zażelazione wody obce wsiątkowe i źródlane przechwycić można rowem opaskowym i tym samym zapobiec napływom tych wód i żelaza do sieci drenarskiej.

Poprzez zwiększenie areacji gleby za pomocą zabiegów agromelioracyjnych, takich jak głęboka orka, spulchnianie podglebia, kretowanie itp. intensyfikuje się utlenianie  $Fe/HCO_3/2$  w glebie hamując tym samym jego odpływ do drenów.

Skutecznym środkiem zapobiegającym wnoszeniu żelaza do drenów jest wapnowanie zasypki drenarskiej z dodatkiem gipsu oraz intensywne wapnowanie pól. Sposób ten jest od ponad 30 lat stosowany w krajach skandynawskich, w NRD, na Węgrzech, zalecany jest w RFN, Polsce i innych krajach. Obecność wapnia w profilu glebowym unieruchamia związki żelaza w wyniku tworzenia się związków kompleksowych z udziałem kationu wapnia, co powoduje ich stabilność [3]. Według Schroedera [7] trwałe unieruchomienie żelaza w glebie osiąga się przy wartości  $pH > 7$ .

Radykalne obniżenie zażelaziania drenów zaobserwowano w ZSRR po zastosowaniu powierzchniowego wapnowania pól dawką 1,5-2,5 dt/ha [6]. W krajach skandynawskich po okryciu drenów 7-10 cm warstwą gleby humusowej zaleca się wapnowanie rowka w ilości około 2 kg/m rurociągu. Wapnowanie zasypki drenarskiej dawką wapnia 1-1,5 kg/m rowka, a w razie bardzo dużego zakwaszenia gleb - stosowanie mieszaniny wapnia z gipsem zaleca Koblenc [2]. Masłow powołując się na badania Fiedotowej podaje, iż w bardzo kwaśnych torfach bardziej efektywna w działaniu jest mieszanina wapnia z gipsem, natomiast w glebach mineralnych samo wapnowanie. Nasze wytyczne z 1978 r. [9] zalecają w glebach zażelazionych i jednocześnie zakwaszonych  $/pH < 5,5/$  stosowanie wapnowania zasypką z dodatkiem lub bez gipsu w ilości 1-2,5 kg/m rowka.

2. Zatopienie całych systemów drenarskich lub nawet tylko wylotów odcina dopływ powietrza do rurociągów oraz zapobiega utlenianiu  $Fe/HCO_3/2$  w drenach. W ten sposób zostaje zahamowane zażelazianie chemiczne, lecz na skutek dobrych warunków rozwoju dla bakterii żelazistych  $/w warunkach beztlenowych/$  następuje wzrost zażelaziania biologicznego. Zatapianie wylotów

jako sposób ograniczania dopływu tlenu do drenów znany jest od ponad 100 lat. Efekty zatapia-  
nia wylotów pozytywnie ocenia się w krajach skandynawskich, Austrii, USA, RFN [4, 6, 8].  
W tym ostatnim państwie odnotowano też przypadki silniejszego zamulania się drenowania z wy-  
lotami zatopionymi. W celu ograniczenia dopływu tlenu do drenów zaleca się budowanie krytych  
studzienek drenarskich zamiast otwartych.

3. Walka z zażelazaniem sieci drenarskiej najczęściej polega na zapobieganiu osadzaniu się  
ochry. W tym celu zaleca się stosowanie spadków drenów co najmniej 4-6‰, stosowanie sącz-  
ków nie dłuższych niż 150 m, a zbieraczy do 400 m w małych działach drenarskich, zabezpie-  
czenie drenów przed zamulaniem i zatykaniem otworów wlotowych filtrami z piasku i żwiru, żużlu  
oraz materiałów organicznych, takich jak torf, słoma i odpady drzewne, zawierające garbniki  
trociny, wióry i kora. Przydatna do tego celu jest też gleba humusowa, gdy zawiera dużą ilość  
próchnicy, ma dobrą strukturę gruzełkową i jest pozbawiona związków żelaza.

Zahamowanie wzrostu bakterii żelazistych, powodujących biologiczne zażelazanie drenów,  
uzyskuje się poprzez zaimpregnowanie rurek ceramicznych związkami cynku, kadmu, rtęci [5].  
Są to jednak zabiegi kosztowne i technologicznie nie dopracowane.

Walka z osadami żelazowymi w czasie eksploatacji systemów drenarskich sprowadza się do  
mechanicznego czyszczenia drenów za pomocą wody i szczotek oraz chemicznego usuwania osa-  
dów, tj. działania na osady związkami chemicznymi, powodującymi przejście tych osadów w for-  
mę rozpuszczalną. Z wymienionych sposobów najpowszechniej stosowane jest hydrauliczne prze-  
płukiwanie drenów za pomocą wody podpiętrzonej w studzienkach lub specjalistycznego sprzętu  
- agregatu pompowego, węża tłoczego, zakończonego dyszą. Urządzeniem tym można czyścić  
sączki i zbieracze wodą pod ciśnieniem do około 1 MPA /10 atmosfer/. Producentami tego sprzę-  
tu są w Europie im. in. Holandia i NRD. Chemiczne metody czyszczenia drenów przy użyciu  
gazu siarkowego /SO<sub>4</sub>/ lub wodosiarczanu sodowego /NaHSO<sub>4</sub>/ zostały zastosowane jedynie w  
skali doświadczalnej.

#### PRZYKŁADY ZAMULANIA DRENÓW OSADAMI ŻELAZOWYMI

Ruchliwość żelaza i jego przemieszczanie z warstw wierzchnich do głębszych i dalej do dre-  
nów jest duża, zwłaszcza w latach mokrych, w glebach piaszczystych o niskim pH. Na obiekcie  
Zegrze w woj. koszalińskim, mimo niewielkiej ilości żelaza ogólnego 0,7% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> w płytkich  
zmruszałych torfach na piasku luźnym, zawartość żelaza rozpuszczonego w wodzie gruntowej o  
pH = 6,4 wynosiła 23,3 mg/l, a więc była znaczna. Nic dziwnego więc, że w krótkim czasie  
po wykonaniu urządzeń na ściankach drenów zaczęła się odkładać ochra. Przyjmując przeciętny  
odpływ roczny z drenów 100 m można obliczyć, iż z 1 ha gruntów w Zegrzu wymyte zostaje ro-  
cznie 232 kg związków żelaza. Przy rozstawie sączków 20mm i gęstości objętościowej namulów

1,2 g/cm<sup>3</sup> na 1 m drenu przypada 363 cm<sup>3</sup> osadu, co stanowi ok. 5% objętości sączka o średnicy 5 cm. Jeśli powstały osad jest unoszony do rowu odpływowego, wówczas drożność drenów może pozostać na pożądanym poziomie.

Duże natężenie procesów żelaziania sieci odwadniającej obserwuje się na gruntach stanowiących dotąd nieużytki oraz zasilanych wodami napływającymi z przyległych terenów zalesionych. Gleby nieużytków, jak i terenów zalesionych, nie wapnowane od kilkunastu lub kilkudziesięciu lat są z reguły silnie zakwaszone. Po wykonaniu drenowania nieużytków uruchomione zostają procesy wymywania żelaza, które spływając w dużych ilościach do drenów mogą w krótkim czasie spowodować ich zamulenie. Wypadek taki miał miejsce na terenie miasta Opola. Napływ żelaza był tam tak intensywny, że mimo oczyszczania drenów po kilku tygodniach ponownie były wypełnione ochrą. Spadki tych drenów były nawet nieco większe niż minimalne dopuszczalne w Wytycznych [9].

#### PODSUMOWANIE I WNIOSKI

1. Procesy żelaziania sieci drenarskiej nie zostały dotąd należycie zbadane, zwłaszcza biologiczny tryb powstawania osadów. Brak jest jednoznacznie sformułowanych zasad zapobiegania zamulaniu sieci drenarskiej.

2. W celu dokonania należytej oceny zagrożenia nie wystarczająca jest znajomość zawartości żelaza ogólnego w glebie Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, potrzebna natomiast żelaza dwuwartościowego, ruchliwego, rozpuszczonego w wodzie gruntowej - głównie w postaci kwaśnego węglanu żelazawego Fe/HCO<sub>3</sub>/<sub>2</sub>.

3. Po dopłynięciu do drenu Fe/HCO<sub>3</sub>/<sub>2</sub> utlenia się i przechodzi w nierozpuszczalny osad zwany ochrą. Osad ten może odłożyć się na wewnętrznej powierzchni rur, na otworach wlotowych, a także w porach gruntu /filtru/ otaczającego dreny. Tak przebiega chemiczne tworzenie osadu, występujące głównie latem.

4. Żelazianie biologiczne drenów wywołane jest przez bakterie żelaziste, które rozwijają się w wodach drenarskich, głównie wczesną wiosną i jesienią. Przeważnie w drenach występuje zarówno żelazianie chemiczne jak i biologiczne.

5. Przyczepność osadu żelazowego do drenów jest niezwykle duża. Dla zapobieżenia jego osiadania należałoby dreny wykonywać ze spadkami 100-100‰.

6. Tworzenie osadów w drenach ma miejsce przy zawartości żelaza w wodzie gruntowej już w ilości 1-3 mg/l, przy zawartości powyżej 8 mg/l zagrożenie zamulania jest duże.

7. Zamulaniu sieci drenarskiej można zapobiegać środkami profilaktycznymi, stosując w czasie projektowania i wykonawstwa urządzeń odpowiednie zasady i technikę oraz środkami eksploatacyjnymi - w okresie technicznego użytkowania urządzeń.



## LITERATURA

1. Cestre T.: A propos des moyens d'action contre le colmatage ferrique des reseaux de drainage agricole. Bull. Inf. CEMAGREF, 1982, nr 283.
2. Koblanc L. V.: Zaochrivanie dren i borba s nim. Gidr. i Melior. 1980, nr 8,
3. Konecka Betley K.: Zagadnienie zelaza w procesie glebotwórczym. Rocz. Glebozn. 1968, t. XIX, z. 1.
4. Kuntze H.: Die Haftung von Eisenoker. Kulturtechnik 1968, 3 i 6.
5. Lewandowski A., Mądrowa M.: Próby chemicznego zwalczania bakterii zelazistych w przewodach drenarskich. Rocz. Nauk Roln. 1964, t. 88-A-2.
6. Masłow B.S.: Zailenie drenaziej zelazistymi otłóženijami - priroda i sposoby borby. Gidr. i Mel. 1972, nr 10.
7. Schroeder G.: Melioracje wodne w rolnictwie, Arkady, Warszawa, 1972.
8. Wesseling J.: Proceedings of the international drainage workshop. ILRI, public. 25, Wageningen, 1979.
9. Wytyczne drenowania gruntów ornych. Min. Roln., 1978.

Stanisław Kostrzewa

## THE CLOGGING OF PIPE DRAINAGE SYSTEM BY IRON COMPOUNDS

## Summary

The clogging of pipe drainage system by iron compounds is a complicated and not yet fully recognized process. There are two ways of iron sludge formation in pipe drains: chemical and biological. Chemical formation of iron sludge follows in result of oxidation of  $\text{Fe}/\text{HCO}_3/2$  and its turn into insoluble iron precipitation called ochre. Now, the biological way consists in fixing iron by bacteria. Stickiness of the ochre formation is very high, but it can be conquered by 100-200‰ pipe drain slopes. To find out the means for protecting pipe drains against iron clogging the content of iron dissolved in ground water should be determined. Iron clogging of pipe drains can be prevented using prophylactic means as well as by mechanical or chemical removal of ochre deposition.

Станислав Костшева

## ЗАИЛИВАНИЕ ДРЕНАЖНОЙ СЕТИ ЖЕЛЕЗИСТЫМИ СОЕДИНЕНИЯМИ

### Р е з ю м е

Заиливание дренажной сети железистыми соединениями является сложным и еще не вполне разработанным процессом. Образование железистых отложений в дренах может происходить двумя путями: в результате химического процесса окисления  $\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2$  и превращения его в осадок — окру, и вследствие биологического процесса, вызванного железистыми бактериями. Прилипчивость осадка большая и чтобы ее преодолеть применяется уклоны дрен на 100–200%. Чтобы предохранить дренажи от заиливания, необходимо исследовать содержание железа, растворенного в грунтовой воде. Бороться с заиливанием дренажей можно с помощью профилактических средств и при применении механической или химической очистки дренажей.