

Tadeusz Zezyk

O NIEKTÓRYCH PROCESACH CHEMICZNYCH
PODZAS ELEKTROOSMOZY W GRUNTACH

Streszczenie

W oparciu o dane literaturowe przedstawiono wyniki badań procesów chemicznych, zachodzących w gruntach spoistych w wyniku oddziaływania na nie pola stałego prądu elektrycznego. Przytoczono niektóre mechanizmy tych zmian. Zbadanie ich ma ważne znaczenie teoretyczne i praktyczne.

1. Wstęp

Elektroosmotycznemu przepływowi wody w gruncie towarzyszy szereg zjawisk, z których najważniejsze to [2]:

- wymiana jonowa,
- dyfuzja,
- wytwarzanie się gradientu osmotycznego i zmian pH,
- wysychanie na skutek wytworzonego ciepła,
- rozkład minerałów,
- wytrącenie wtórnych minerałów,
- elektroliza,
- utlenienie i redukcja,
- fizyczna i chemiczna adsorpcja,
- zmiany pierwotnej budowy strukturalnej.

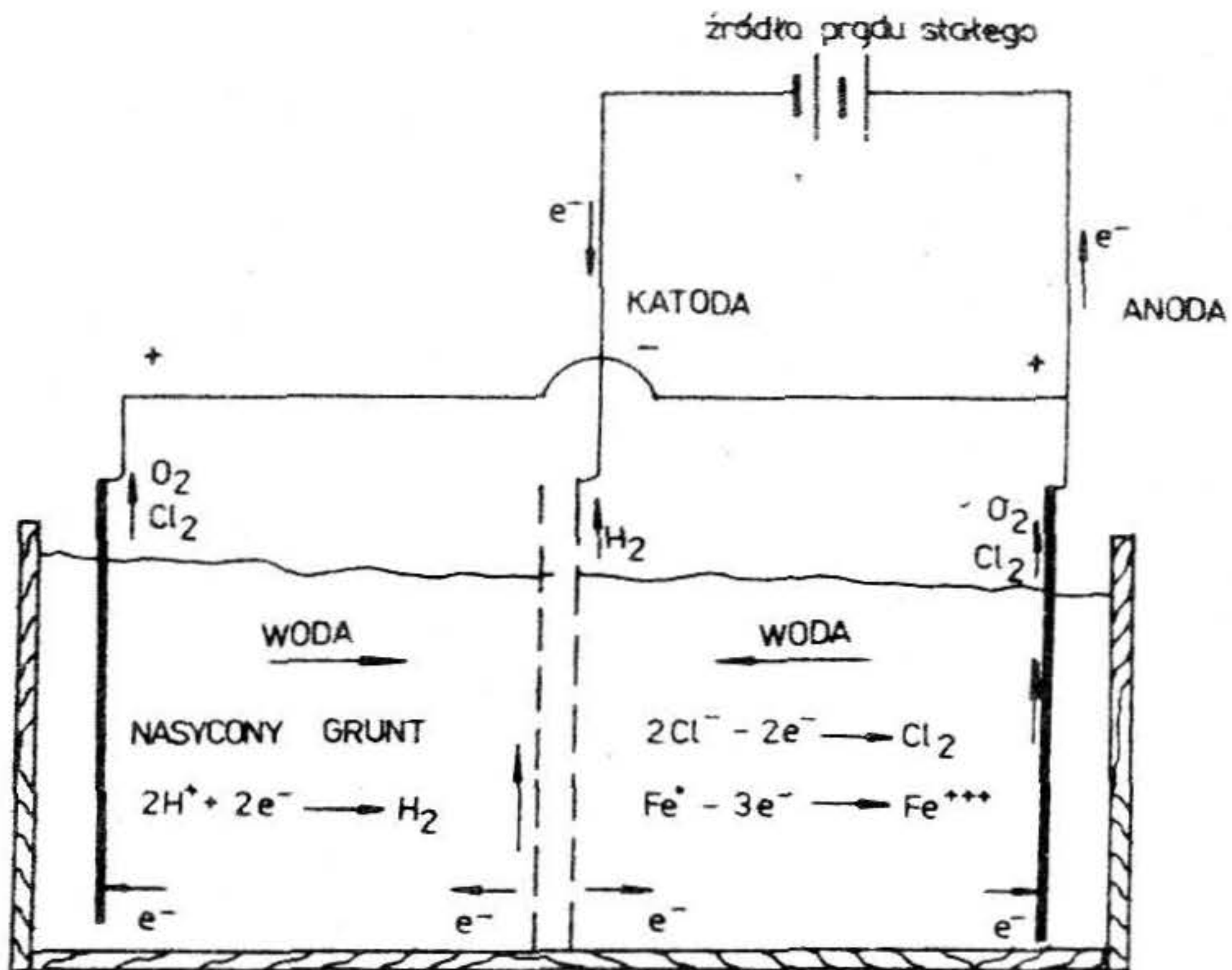
Z powodu istnienia tych zjawisk prognozowanie zmian własności gruntów poddanych elektroosmotycznemu odwodnieniu nie jest łatwe nawet w oparciu o uproszczone teorie elektroosmozy. Konsekwencją tych zjawisk mogą być korzystne zmiany w gruncie powodujące zwiększenie jego nośności. W wielu wypadkach obserwowano bowiem wzrost wytrzymałości gruntu, dużo większą niż można by to przewidywać na skutek redukcji wody z gruntu oraz powstania w wodzie porowej ujemnego ciśnienia porowego pod wpływem gradientu stałego pola elektrycznego. Podstawowa rola w przyroście wytrzymałości gruntu należy zatem do reakcji chemicznych [2,3].

2. Zasadnicze reakcje elektrochemiczne

Do elektrochemicznych procesów zachodzących w gruntach spoistych po przyłożeniu do nich stałego pola elektrycznego należą:

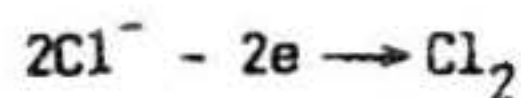
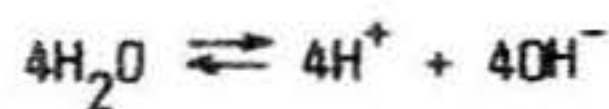
- elektroliza (w tym przemieszczanie jonów),
- chemiczne procesy prowadzące do nieodwracalnych zmian,
- reakcje wymiany [6].

W rezultacie tych zmian zachodzą procesy chemiczno-mineralne w składzie gruntów. Masa gruntu podlegająca elektroosmotycznemu odwodnieniu, zachowuje się jak elektrochemiczne ogniwo, w którym kationy wędrują do katody, a aniony do anody (rys. 1).

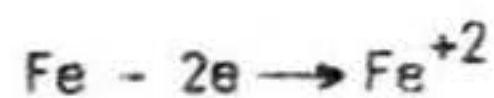


Rys. 1. Reakcje chemiczne przy elektrodach [4]

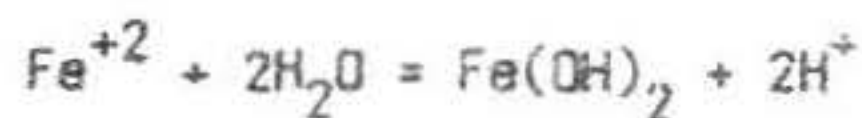
Przy anodzie z nieutleniającego się materiału (np. węgiel, platyna) zachodzi utlenianie anionów zawartych w gruncie z wydzielaniem gazu:



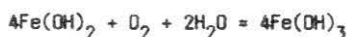
W przypadku zastosowania anod z materiału utleniającego (np. żelazce) zachodzi ich utlenianie:



Jony żelaza oddziaływując z wodą tworzą wodorotlenki żelaza podwyższając stężenie jonów wodoru:

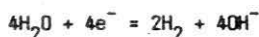


Wodorotlenek żelazawy $\text{Fe}(\text{OH})_2$ pod wpływem tlenu zawartego w powietrzu i wodzie przekształca się w wodorotlenek żelazowy:

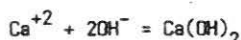
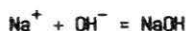


Wodorotlenki - żelazawy i żelazowy związują swoją amorficzną masą cząstki gruntu. W miarę osuszania się strefy anodowej, wodorotlenek żelazowy zagęszcza się i krystalizuje wzmacniając grunt. Doświadczenia pokazały, że zwiększenie stężenia jonów wodorowych w strefie anodowej w gruncie, uniemożliwia tworzenie się wodorotlenku żelazowego przyczyniając się do przemieszczania w kierunku katody jonów dwuwartościowego żelaza.

W strefę katodową przenoszone są oprócz cząstek wody jony wodoru i metali alkalicznych. W strefie tej przeważają procesy elektrolitycznej redukcji wody oraz wydzielanie wodoru w postaci gazu:

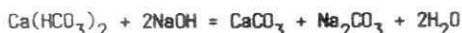
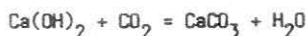
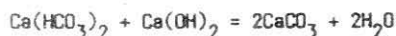


Jony metali alkalicznych tworzą zasady:



Kationy sodu i potasu nie redukują się przy katodzie, ale zostają w postaci jonów w roztworze gruntowym lub są usuwane razem z wodą odprowadzaną z katody [3,6].

Kationy wapnia Ca^{+2} , magnezu Mg^{+2} zawarte w roztworze gruntowym lub wprowadzone do niego, przenoszone są w strefę katody i gromadzą się w niej w postaci wodorotlenków, które związują swoją amorficzną masą cząstki gruntu. Grunt tej strefy wzmacnia się nie tylko wodorotlenkami wapnia i magnezu ale węglanami, które tworzą się w wyniku pochłaniania dwutlenku węgla CO_2 i połączeń z wodorotlenkami zgodnie z równaniem:



Pod wpływem działania stałego pola elektrycznego zachodzą również inne reakcje np. rozpuszczanie soli zawartych w gruncie. W strefie kwasnej anodowej i zasadowej katodowej mogą powstawać reakcje wywołane oddziaływaniem na grunty kwasów i zasad. Zmiany stężenia jonów wodorowych pH^* stwierdzone w szeregu pracach [np. 1, 3] podają wzrost wartości pH w strefie katody w granicach 9 - 12, natomiast w strefie anody spa-

* pH - wykładnik jonów wodorowych równy ujemnemu logarytmowi (o zasadzie 10) ze stężenia jonów wodorowych $\text{pH} = -\lg[\text{H}^+]$. Z definicji pH wynika, że im wyższe jest stężenie jonu wodorowego $[\text{H}^+]$, tym niższą wartość ma pH i odwrotnie.

dek pH do 4. Tak wysokie pH w pobliżu katody korzystne jest dla rozpuszczenia zarówno krzemionki jak i tlenku glinu [2]. Rozpuszczanie składników gruntu powoduje, że w elektrochemiczne procesy wstępują nowe jony, zmienia się pojemność wymiany i skład wymiennych kationów gruntu.

3. Wnioski

Badanie procesów chemicznych podczas elektroosmozy w gruncie ma ważne teoretyczne i praktyczne znaczenie. Związane jest ono z polepszeniem budowlanych właściwości gruntów - podwyższeniem ich nośności.

Problematyka ta jest bardzo złożona ze względu na dużą różnorodność mineralno-chemiczną gruntów, a uwidacznia się to jeszcze bardziej gdy przy pomocy zjawiska elektroosmozy rozprawdzamy środki chemiczne.

Dotychczasowe badania wskazują na zmiany w chemiczno-mineralnym składzie gruntów i wody porowej. Zauważa się przy tym strefowość przemian w gruncie. Wydziela się zazwyczaj trzy strefy [5,6,7]:

- anodowa, najbardziej osuszona i wzmocniona, posiadająca odczyn kwaśny (pH poniżej 7 a w kompleksie wymiennym zawarte są przede wszystkim jony H^+ , Fe^{+3} , Al^{+3} , a w porach nierozpuszczalne sole i wodorotlenki żelaza,
- katodowa, najbardziej nawodniona i słaba. Posiada ona odczyn zasadowy (pH powyżej 7 W kompleksie wymiennym przeważają jedno i częściowo dwuwartościowe jony, a w porach wodorotlenki i węglany dwuwartościowych metali ziem alkalicznych, które w pewnej odległości od katody częściowo wzmocniają tę strefę,
- środkowa, nie wzmocniona strefa, w której własności gruntu zbliżone są do stanu wyjściowego.

Badania istoty procesów chemicznych w gruntach przy oddziaływaniu na nie pola stałego prądu elektrycznego, prowadzone są od wielu lat. Pomimo, że przedstawiono niektóre uproszczone wzory tych zmian w gruncie i przy elektrodach, to nadal pozostaje wiele niejasnych zagadnień chemicznych lub są one w sposób niejednoznaczny wyjaśnione. Temat ten powinien być przedmiotem dalszych dokładnych badań naukowych specjalistów z różnych dziedzin nauki.

Literatura

- [1] Esrig M.I., Gameinhardt I.P. - Electrokinetic Stabilization of an Illitic Clay. Journal of the Soil Mech. and Fnd. Div. ASCE Vol. 94 No SM 4 July 1968.
- [2] Mitchell J.K. - In place treatment of foundation Soils. Journal of the Soil Mech. and Fnd. Div. ASCE Vol. 96 No SM 1 January 1970.
- [3] Motouzow J.J. - Isliedowanije roli chimiczeskich procesow w razwitii procznosti morskich ilow pri elektrozaleriepleni. Materiały VII Wsiesojuznowo So-wieszczenijsa po zakrepleniju i uplotnieniju gruntow 1971.
- [4] Segall B.A., O'Bannon Ch.E., Matthias J.A. - Elektro-osmosis chemistry and water quality. Journal of the Geotechnical Eng. Div ASCE Vol. 106 No GT 10, October 1980.

-
- [5] Techniczeskaja melioracija porod-- pod redakcją S.D. WORONKIEWICZA 1981.
 - [6] Żinkin G.N. - Elektrochimizheskoje zakrieplienije gruntow w stroitelstwie 1966.
 - [7] Żinkin G.N., Kałgarow W.F. - Elektrochimizheskaja obrabotka glinistych gruntow w osnowanijach sooruzenij 1980.

Dr inż. Tadeusz Zezyk - Wyższa Szkoła Inżynierska w Zielonej Górze..