

*Stefan Pawlikowski, Iwo Pollo, Jerzy Szymański*

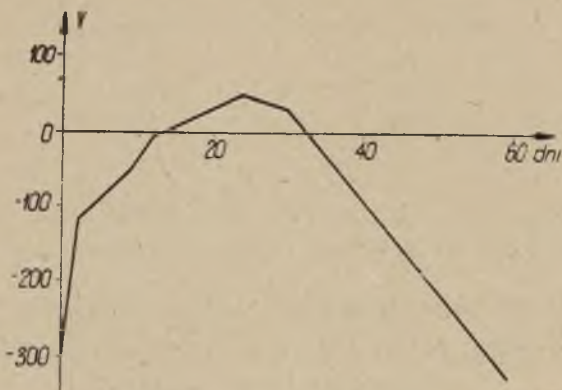
Katedra Technologii Chemicznej Wielkiego Przemysłu Nieorganicznego

## **Wpływ produktów hydrolitycznego rozkładu cyjanamidu wapniowego na opóźnienie procesu korozji żelaza w roztworach wodnych**

**Streszczenie.** Przeprowadzono doświadczenia, które potwierdzają poprzednio wysuniętą hipotezę, że czynnikiem opóźniającym korozję żelaza w wodnym roztworze cyjanamidu wapniowego okazał się  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  wydzielający się przy hydrolizie  $\text{CaCN}_2$ . Przy praktycznym zastosowaniu opisanej właściwości  $\text{CaCN}_2$  należy zwrócić uwagę na konieczność ograniczenia dostępu  $\text{CO}_2$  z powietrza do ośrodka korozyjnego.

W toku poprzednio opublikowanych prac [1], [2] stwierdzono, że techniczny cyjanamid (cyjanoamidek) wapniowy powszechnie używany jako nawóz sztuczny (azotniak) wykazuje zdolności hamowania procesu korozji żelaza w roztworach wodnych. Rozpuszczeniu cyjanamidu wapniowego w wodzie towarzyszy jego rozpad hydrolityczny [3], przy czym w wyniku dalszej reakcji powstaje szereg związków, zależnie od warunków. Okazało się więc celowe dokładniejsze ustalenie, któremu z produktów rozkładu cyjanamidu wapniowego należy przypisać zaobserwowane działanie przeciwkorozyjne. Ponieważ opracowywane zagadnienie było związane z problemem ochrony przed korozją urządzeń metalowych umieszczonych w ziemi, przeto na szczególną uwagę zasługiwały tu substancje, które powstają w wyniku działania gleby na cyjanamid wapniowy. W takich przypadkach obserwowane zjawisko stopniowego zanikania właściwości hamujących proces korozji (rys. 1) można by opóźnić drogą zabezpieczenia przed dalszym rozkładem substancji korzystnych pod tym względem.

Przeprowadzane doświadczenia traktowano pod kątem widzenia przydatności azotniaku jako dodatku do pokryć bitumicznych rurociągów. Dlatego też użyto tu produktu technicznego, a nie chemicznie czystego cyjanamidu wapniowego (cyjanoamidek wapniowy). W ten sposób z uzyskanych wyników można by wyciągnąć konkretne wnioski dotyczące działania i przydatności azotniaku dla zabezpieczenia urządzeń stalowych przed korozją ziemną.

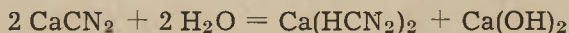


Rys. 1. Zmiana potencjału elektrody żelaznej umieszczonej w roztworze  $\text{CaCN}_2$  w zależności od czasu

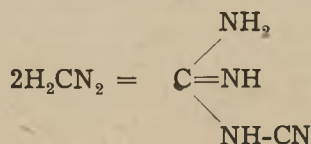
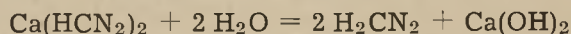
Średni skład technicznego cyjanamidu wapniowego (azotniaku) jest następujący: [4]

$\text{CaCN}_2$	62,10%
C	11,92%
$\text{CaC}_2$	2,98%
$\text{CaF}_2$	1,96%
CaO	14,38%
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	1,63%
$\text{Al}_2\text{O}_3$	0,46%
$\text{SiO}_2$	1,76%
inne domieszki	2,59%

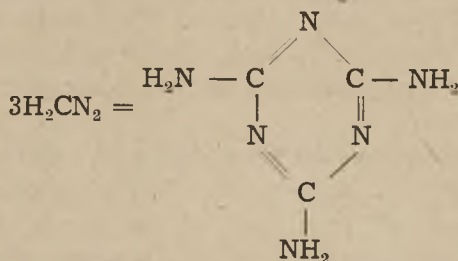
Rozpuszczalność w wodzie czystego cyjanamidu wapniowego wynosi około 2,5 g/100 ml, przy 25 °C. Rozpuszczaniu towarzyszy reakcja



Niezależnie od działania czynników zewnętrznych kwaśna sól może ulec po pewnym czasie dalszej hydrolizie, przy czym powstaje cyjanamid. Związek ten ma skłonności do polimeryzacji, szczególnie po podgrzaniu powyżej temperatury topnienia (41—42 °C). Polimeryzuje on w tych warunkach do dwucyjanodwuamidu

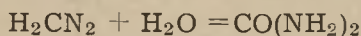


Polimeryzacja w kierunku utworzenia melaminy



zachodzi zasadniczo w znacznie podwyższonej temperaturze, około 150°C, (praktycznie z dwucyjanodwuamidu w autoklawie przy katalitycznym działaniu amoniaku [5]), jednak i podczas rozkładu cyjanamidu wapniowego w glebie mogą powstać warunki sprzyjające reakcji tego rodzaju [4].

W obecności silnych kwasów i zasad zachodzi reakcja addycji cząsteczki wody do cyjanamidu i powstaje mocznik [6]



Ostatecznymi produktami tego szeregu procesów są dwutlenek węgla i amoniak.

Prócz powyższej teorii rozkładu cyjanamidu wapniowego znane są modyfikacje oparte o doświadczenia nad rozkładem azotniaku w glebie. Loehnis i Moll [7] wykazują, że pod działaniem słabych kwasów, jak CO<sub>2</sub> z powietrza, a także zasad, jak Ca(OH)<sub>2</sub> powstającego podczas hydrolizy cyjanamidu wapniowego, ten ostatni przechodzi w cyjanian amonowy, który z kolei na drodze biochemicznej ulega przemianie w węglan amonowy.

Podobnie interpretuje wyniki obserwacji Kappen [8]. Zwraca on ponadto uwagę na powstawanie węglanu wapniowego wskutek reakcji z dwutlenkiem węgla.

Doświadczenia opublikowane przez Szuszunowa i Pawłowa [9], [10] dotyczą przede wszystkim rozkładu termicznego cyjanoamidków metali alkalicznych. Jakkolwiek uzyskane przez nich wyniki zostały otrzymane podczas eksperymentów przeprowadzonych przy zupełnie innych warunkach rozkładu, zwracają oni jednak uwagę na ogólnie ważny problem katalitycznego działania niektórych soli na kinetykę rozkładu.

### Część doświadczalna <sup>1</sup>

Doświadczenia przeprowadzone w oparciu o omówione uprzednio dane teoretyczne szły w dwu kierunkach:

<sup>1</sup> W pracy udział brał mgr inż. Stefan Pleśniak.

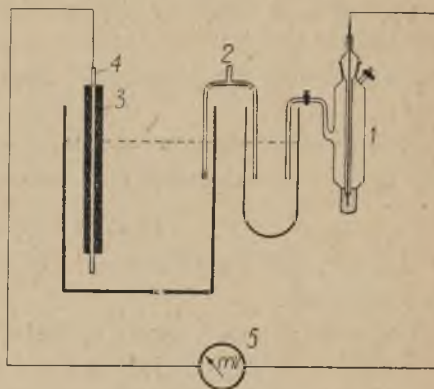
1. Przebadano zdolność hamowania procesu korozji w roztworach wodnych niektórych produktów rozkładu cyjanamidu wapniowego.

2. Przebadano analitycznie związek między rozkładem cyjanamidu wapniowego a stopniem spasywowania próbki stalowej umieszczonej w roztworze.

W celu stwierdzenia wpływu poszczególnych produktów rozkładu cyjanamidu wapniowego na zmniejszenie szybkości postępu korozji stali przeprowadzono pomiary potencjału elektrody żelaznej umieszczonej w wodzie z dodatkiem melaminy, dwucyjanodwuamidu oraz mocznika.

Rys. 2. Schemat pomiaru potencjału elektrody żelaznej:

1 — elektroda kalomelowa, 2 — klucz elektrolityczny, 3 — izolacja bitumiczna, 4 — elektroda żelazna, 5 — woltomierz lampowy



W celach porównawczych przeprowadzono analogiczne pomiary w roztworze technicznego cyjanamidu wapniowego, w czystej wodzie (destylowanej) oraz w wodzie wodociągowej.

Otrzymane wyniki przytoczono w tablicy 1. (Wszystkie oznaczenia przeprowadzono w temperaturze 20 °C).

Zastąpienie pomiarów wagowych postępu korozji pomiarami potencjału elektrody żelaznej, zanurzonej w roztworze agresywnym omówiono i uzasadniono ich stosowanie dla celów porównawczych w poprzednich publikacjach. Sposób pomiaru potencjału uwidacznia rysunek 2.

Elektrodę izolowano w części środkowej, aby wyeliminować wpływ dodatkowych zjawisk elektrochemicznych mogących występować na granicy faz powietrze-roztwór.

Doświadczenie mające na celu ujęcie zależności pomiędzy rozkładem cyjanamidu wapniowego, czyli zawartością w roztworze produktów jego rozkładu a potencjałem elektrody żelaznej przeprowadzono w trzech seriach, kolejno w temperaturze 18 °C, 40 ° oraz 70 °C. Przez cały czas pomiarów próbki umieszczone były w ultratermostacie Höpplera celem ustalenia temperatury. Podwyższenie temperatury doświadczeń miało na celu skrócenie czasu ich trwania przez przyspieszenie rozkładu.

Tablica 1

Lp.	Ośrodek	Rdza ukazała się po czasie	Potencjał wzgl. elektrody wodorowej		U w a g i
			po 1 dniu	po 37 dniach	
1	Woda destylowana	12 godz.	-0,37	-0,52	Po 37 dniach pręt pokryty rdzą. Na dnie leży warstwa osadu produktów korozji
2	Woda wodociągowa	24 godz.	-0,42	-0,55	Po 37 dniach jak wyżej
3	2 g melaminy na 98 g H <sub>2</sub> O	20 godz.	-0,42	-0,54	Po 37 dniach pręt czarny z kropkami rdzy. Na dnie leży warstwa osadu produktów korozji
4	2 g dwucyjan - 2 amidu na 98 g H <sub>2</sub> O	18 godz.	-0,42	-0,53	Po 37 dniach jak wyżej
5	2 g mocznika na 98 g H <sub>2</sub> O	10 godz.	-0,41	-0,55	Po 37 dniach. Cały pręt czarny — rdza na nim nie trzyma się zupełnie. Wszystkie produkty korozji opadają zaraz na dno
6	2 g azotniaku na 98 g H <sub>2</sub> O	105 dniach	-0,31	-0,30	Po 37 dniach pręt zupełnie czysty — bez oznak korozji. Na powierzchni cieczy i na dnie warstewka CaCO <sub>3</sub> . Po 105 dniach rdza w kilku punktach

Praktycznie postępowano w sposób następujący:

Dla każdej serii oznaczeń w danej temperaturze przygotowano 12 jednorodnych próbek zawierających 15 g technicznego cyjanoamidu wapniowego oraz 200 ml wody destylowanej. Dodatkowo przygotowano analogiczną próbkę z użyciem wody „normalnej” [11] o następującym składzie:

MgSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O                      0,9225 g/l — (21° niemieckich twardości stałej)

NaCl                                      0,05                      „

Ca(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>                              0,0707                      „ — (4° niemieckich twardości przemijającej)

pH    5,0

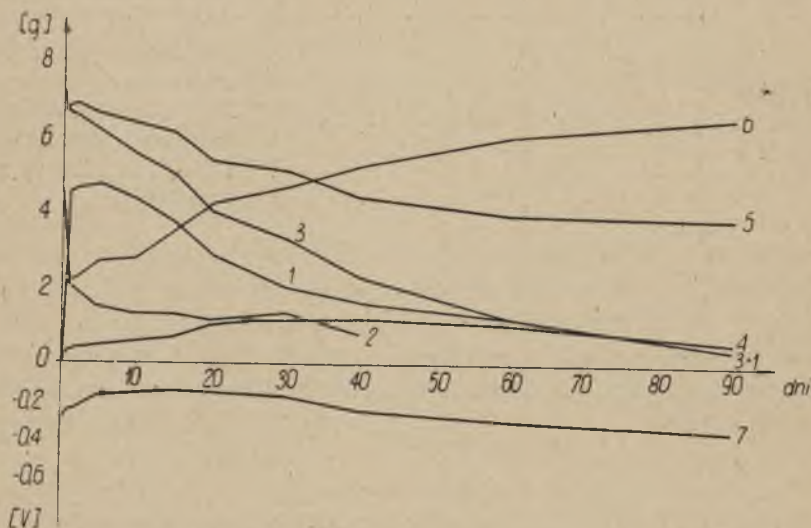
Wszystkie próbki miały zapewniony dostęp powietrza; co 24 godziny dokładnie je mieszano. Odległość elektrod od dna naczynia wynosiła

10 mm, a środkowa ich część była, podobnie jak przy poprzednich pomiarach, dokładnie izolowana. Prócz dokonanych obserwacji jakościowych przeprowadzono następujące oznaczenia ilościowe:

1. Pomiar  $pH$  roztworu przy użyciu elektrody wodorowej [12].
2. Oznaczenie zawartości  $CaCN_2$  w roztworze przez wytrącenie cyjanoamidku srebrowego w roztworze amoniakalnym i następne odmiareczkowanie nadmiaru srebra metodą Volhardta [13].
3. Oznaczenie  $CaCN_2$  w osadzie analogiczną metodą, jak poprzednio, po godzinnym ekstrahowaniu wodą destylowaną na wytrząsarce.
4. Oznaczenie dwucyjanodwuamidu metodą wagową przez wytrącenie w postaci soli srebrowej pikrynianu monocyjanoguanidyny [14], [15].
5. Oznaczenie wodorotlenku wapniowego metodą miareczkową (0,1 n kwasem solnym wobec fenolfaleiny).
6. Oznaczenie metodą wagową zwiększenia się ilości węglanu wapniowego w osadzie (przez wyprażenie osadu w temperaturze około  $1000^\circ C$ ) jako  $CaO$ .

7. Pomiar potencjału elektrody żelaznej w zestawieniu z elektrodą kalomelową nasyconą; otrzymane wyniki przeliczono na wartość potencjału w stosunku do elektrody normalnej wodorowej.

Wyniki powyższych oznaczeń zestawiono dla poszczególnych serii doświadczeń w tablicach 2—4 i zilustrowano je wykresami zamieszczonymi na rysunku 3—5.



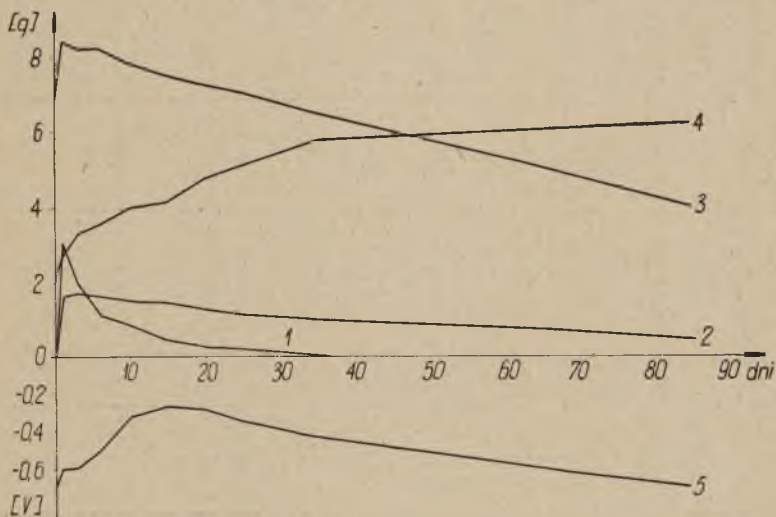
Rys. 3. Zmiana potencjału elektrody żelaznej oraz stężenia produktów rozkładu  $CaCN_2$  jako funkcja czasu (temp.  $18^\circ C$ )

- 1 — ilość  $CaCN_2$  w roztworze, 2 — ilość  $CaCN_2$  w osadzie, 3 — sumaryczna ilość  $CaCN_2$ ,  
4 — ilość  $(H_2CN_2)_2$  w roztworze, 5 — ilość  $CaCO_3$  w osadzie, 6 — potencjał elektrody żelaznej

Tablica 2

Nr	Po- dniach	Po- ten- cjał V	p <sub>H</sub>	Potencjał w wodzie „normal- nej“ V	CaCN <sub>2</sub> w roz- tworze g	CaCN <sub>2</sub> w osa- dzie g	CaCN <sub>2</sub> razem g	(H <sub>2</sub> CN <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> g	Ca(OH) <sub>2</sub> g	CaCO <sub>3</sub> jako CaO g	U w a g i
0	0	-0,34	11,5	-0,60	—	7,20	7,20	—	6,65	2,00	w wodzie „normal- nej“ rdza
1	6	-0,30	12,5	-0,62	2,43	4,32	6,75	—	6,84	2,07	
2	1	-0,25	13,4	-0,62	4,54	2,08	6,62	0,33	6,69	2,29	
3	2	-0,23	13,4	-0,65	4,61	1,92	6,53	0,44	6,87	2,31	
4	5	-0,19	13,4	-0,67	4,67	1,44	6,11	0,53	6,62	2,77	
5	10	-0,16	13,4	-0,67	4,27	1,23	5,50	0,60	6,35	2,85	
6	15	-0,15	13,4	-0,68	3,72	1,24	4,96	0,70	6,13	3,52	
7	20	-0,16	13,4	-0,68	2,85	1,12	3,97	1,00	5,39	4,28	
8	30	-0,18	13,4	-0,70	1,97	1,30	3,27	1,10	5,16	4,71	
9	40	-0,25	13,4	-0,75	1,58	0,76	2,34	1,19	4,43	5,25	
10	60	-0,30	13,4	-0,77	1,20	—	1,20	1,05	3,94	6,03	
11	90	-0,35	13,4	-0,79	0,39	—	0,39	0,61	3,86	6,60	

Próby przeprowadzono w temperaturze 18°C.



Rys. 4. Zmiana potencjału elektrody żelaznej oraz stężenia produktów rozkładu CaCN<sub>2</sub> jako funkcja czasu (temp 40 °C):

1 — ilość CaCN<sub>2</sub> w roztworze, 2 — ilość (H<sub>2</sub>CN<sub>2</sub>)<sub>2</sub> w roztworze, 3 — ilość Ca(OH)<sub>2</sub> w roztworze, 4 — ilość CaCO<sub>3</sub> w osadzie, 5 — potencjał elektrody żelaznej

Tablica 3

Nr	Po dniach	Potencjał V	$pH$	Potencjał w wodzie „normalnej“ V	CaCN <sub>2</sub> w roztworze g	CaCN <sub>2</sub> w osadzie g	CaCN <sub>2</sub> razem g	(H <sub>2</sub> CN <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> g	Ca(OH) <sub>2</sub> g	CaCO <sub>3</sub> jako CaO g	Uwagi
0	0	-0,70	11,5	-0,60	—	7,20	7,20	—	6,65	2,00	
1	1	-0,60	12,9	-0,70	3,14	—	3,14	1,62	8,34	2,71	Pręt pokryty czarnym nalotem, woń amoniaku
2	3	-0,59	13,3	-0,72	1,97	—	1,97	1,66	8,23	3,27	Pręt pokryty czarnym nalotem, woń amoniaku
3	6	-0,50	13,4	-0,75	1,10	—	1,10	1,59	8,22	3,55	Pręt pokryty czarnym nalotem, woń amoniaku
4	10	-0,31	13,4	-0,75	0,84	—	0,84	1,48	7,77	3,98	
5	15	-0,26	13,4	-0,75	0,46	—	0,46	1,45	7,47	4,13	
6	20	-0,28	13,4	-0,75	0,26	—	0,26	1,27	7,20	4,76	
7	25	-0,34	13,4	-0,75	0,20	—	0,20	1,11	7,00	5,11	
8	35	-0,43	13,4	-0,75	0,00	—	0,00	0,98	6,47	5,76	
9	65	-0,60	13,2	-0,76	—	—	—	0,71	5,05	6,05	
10	85	-0,70	12,8	-0,76	—	—	—	0,43	3,96	6,20	

Pręt częściowo pokryty szarym nalotem

Próby przeprowadzono w temperaturze 40°C



Tablica 4

Nr	Po dniach	Potencjał V	p <sub>H</sub>	Potencjał w wodzie „normalne”, V	CaCN <sub>2</sub> w roztw., g	CaCN <sub>2</sub> w osadzie g	CaCN <sub>2</sub> razem g	(H <sub>2</sub> CN) <sub>2</sub> g	Ca(OH) <sub>2</sub> g	CaCO <sub>3</sub> jako CaO g	Uwagi
0	0	- 0,40	11,5	- 0,60	—	7,20	7,20	—	6,65	2,00	
1	1 4	- 0,60	13,4	- 0,61	3,06	—	3,06	1,21	9,25	2,12	Pręt pokryty czarnym nalotem jak w mączniku, w termostacie silna woń amoniaku
2	1	- 0,60	13,4	- 0,61	1,14	—	1,14	1,34	9,85	2,17	
3	2	- 0,47	13,4	- 0,63	0,65	—	0,56	1,44	9,82	2,27	Pręt pokryty czarnym nalotem
4	3	- 0,33	13,4	- 0,65	0,24	—	0,24	1,13	9,62	2,52	
5	5	- 0,29	13,3	- 0,69	0,00	—	0,00	0,84	8,87	3,06	
6	7	- 0,26	13,2	- 0,70	—	—	—	0,78	8,70	3,52	
7	12	- 0,20	12,9	- 0,72	—	—	—	0,54	7,18	4,32	Pręt pokryty szarym nalotem
8	16	- 0,20	12,5	- 0,74	—	—	—	0,11	5,90	5,01	
9	30	- 0,40	11,8	- 0,77	—	—	—	0,00	3,50	6,32	
10*)	6	- 0,66	9,1	—	—	—	—	—	0,61	10,03	Pręt pokryty rdzą

Próby przeprowadzono w temperaturze 70 °C.

\*) Próbkę Nr 10 po 4 dniach (gdy już nie było CaCN<sub>2</sub>) wykazała potencjał - 0,3 V, p<sub>H</sub> 13,45, Przez dwie godziny przepuszczano przez próbkę CO<sub>2</sub>. Po tych dwóch godzinach potencjał spadł do - 0,41 V, a p<sub>H</sub> 10,0.

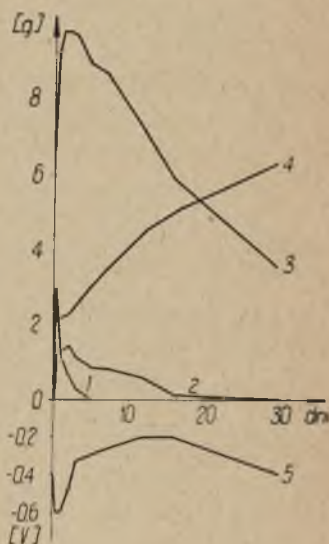
Po 24 godzinach powtórnie przepuszczano CO<sub>2</sub> przez 2 godziny — potencjał spadł do - 0,64 V, a p<sub>H</sub> do 9,5. Po 12 godzinach ukazała się rdza.

### Omówienie wyników

Pomiary potencjału elektrod żelaznych umieszczonych w roztworach dwucyjanodwuamidu, melaminy i mocznika wykazują, że substancje te nie wpływają hamująco na proces korozji w roztworach wodnych. W ciągu kilkunastu godzin od chwili umieszczenia próbki stalowej w roztworze zaobserwowano pojawienie się rdzy, jedynie w ośrodku azotniaku zjawisko to było znacznie opóźnione. Zgodnie z tym potencjał elektrod żela-

Rys. 5. Zmiana potencjału elektrody żelaznej oraz stężenia produktów rozkładu  $\text{CaCN}_2$  jako funkcja czasu (temp.  $70^\circ\text{C}$ )

1 — ilość  $\text{CaCN}_2$  w roztworze, 2 — ilość  $(\text{H}_2\text{CN}_2)_2$  w roztworze, 3 — ilość  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  w roztworze, 4 — ilość  $\text{CaCO}_3$  w osadzie, 5 — potencjał elektrody żelaznej



nych umieszczonych w wodzie destylowanej, w wodzie wodociągowej i w roztworach melaminy, dwucyjanodwuamidu oraz mocznika miał w przybliżeniu jednakową wartość, gdy natomiast obecność cyjanamidu wapniowego powodowała podwyższenie potencjału.

W doświadczeniach nad rozkładem cyjanamidu wapniowego w roztworze wodnym stwierdzono, że w pierwszych dniach zawartość tej substancji w roztworze rośnie, a następnie maleje i znika zupełnie po upływie dwóch do trzech miesięcy. Po upływie 50 dni również z osadu znika  $\text{CaCN}_2$ . Charakterystyczne jest, że krzywa zmiany potencjału elektrody żelaznej wykazuje przebieg podobny, jak krzywa zawartości wodorotlenku wapniowego. Nie daje się natomiast stwierdzić wyraźnej zależności między stężeniem innych produktów rozkładu, a potencjałem elektrody żelaznej.

Zestawiając z danymi tabeli Kistjakowskiego [16] bezwzględne wartości potencjału elektrod żelaznych umieszczonych w roztworach podanych doświadczeniom stwierdzić można, że w roztworach nie zawiera-

jących cyjanamidu potencjał początkowy, odpowiadający stanowi aktywnemu powierzchni rośnie do wartości, które świadczą o jej stanie nadaktywnym. Obserwuje się to zarówno w czystej wodzie, jak i w roztworach melaminy, dwucyjanodwuamidu i mocznika. Natomiast w roztworze zawierającym dodatek azotniaku potencjał elektrody żelaznej osiąga wartości związane z subpasywnym stanem powierzchni próbki.

Szczegółowe obserwacje zmiany potencjału w czasie wykazują, że w roztworach cyjanamidu wapniowego wartości potencjału wahają się około wielkości odpowiadających stanowi subaktywnemu bądź subpasywnemu powierzchni.

Z opisanych doświadczeń wynika, że organiczne produkty rozkładu cyjanamidu wapniowego nie hamują w warunkach doświadczenia procesu korozji stali. Działania takie należy więc wyłącznie przypisać alkalizacji ośrodka, co jest zgodne z uprzednio postawioną hipotezą [2].

### Wnioski

Wśród produktów hydrolitycznego rozkładu technicznego cyjanamidu wapniowego — jedynie wodorotlenek wapniowy wykazuje pewien wpływ na zmniejszenie szybkości przebiegu procesu korozji; działanie to należy przypisać alkalizacji środowiska. Ponieważ wodorotlenek wapniowy reaguje w dalszym ciągu z dwutlenkiem węgla — przeto po pewnym czasie, odpowiadającym całkowitemu wyczerpaniu cyjanamidu i zobojętnieniu powstałego wodorotlenku wapniowego, szybkość korozji osiąga swą wartość pierwotną. Sam wodorotlenek wapniowy uległby szybko działaniu  $\text{CO}_2$  z powietrza, tak że w praktyce stosowanie azotniaku powinno być o wiele korzystniejsze, a działanie jego bardziej długotrwałe. Przy użyciu azotniaku jako przeciwkorozyjnego dodatku do powłok bitumicznych należy — w świetle omówionych doświadczeń — zapewnić warunki utrudniające dostęp powietrza i dwutlenku węgla.

### Bibliografia

- [1] S. Pawlikowski, I. Pollo, J. Węgiel, *Azotniak jako czynnik opóźniający proces Naftowego*. Katowice 1951.
- [2] S. Pawlikowski, I. Pollo, J. Węgiel, *Azotniak jako czynnik opóźniający proces korozji w roztworach wodnych*. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej „Chemia” nr 2, 107, Kraków 1957.
- [3] J. Zawadzki, *Technologia chemiczna nieorganiczna*. Warszawa 1952.
- [4] L. A. Kuźniecowa, *Proizwodstwo karbida kalcija*. Moskwa 1949.
- [5] E. J. Berg, *Tiechnologija sintietycznych plasticzeskich mass*. Leningrad 1954.
- [6] P. Karrer, *Chemia organiczna*, t. I. Warszawa 1953—1954.

- [7] K. Loehnis, M. Moll, Chem. Zentrbl, 109, T. I, str. 310.  
[8] R. Kappen, Chem. Zentrbl, 109, T. I, str. 310.  
[9] W. A. Szuszunow, A. M. Pawłow, Doklady A. N. SSRR, 89, 1033 (1953).  
[10] W. A. Szuszunow, A. M. Pawłow, Zurn prikl. chimii XXVIII, str. 1165, nr 11 (1955).  
[11] FIAT nr 715.  
[12] B. Modrzejewski, *Pomiary pH*, Warszawa 1952, PWT.  
[13] R. Kappen, Landw. Versuchst. 1910, 70, str. 445.  
[14] W. Herbert, *Cyanogen Compounds*, London 1948.  
[15] Harger, Journ. of Ind. and Eng. Chem. 1920, 12, str. 1107.  
[16] I. J. Klinow, *Korozja aparatury chemicznej oraz tworzywa odporne na korozję*. Warszawa 1952, PWT.

## РЕЗЮМЕ

**Плияние продуктов гидролитического распада цианамид кальция на замедление процесса коррозии железа в водных растворах**

Произведено опыты, которые подтверждают ранее высказану гипотезу, что фактором замедляющим коррозию железа в водных растворах цианамид кальция является  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , возникающий при гидролизе  $\text{CaCN}_2$  нужно обратить внимание на необходимость ограничения доступа  $\text{CO}_2$  из воздуха к коррозионной среде.

## ZUSAMMENFASSUNG

***Der hemende Einfluss von Produkten des hydrolytischen Zerfalls von Calciumcyanamid auf die Eisenkorrosion in wässrigen Lösungen***

Es wurden Experimente durchgeführt die mit der früher aufgestellten Hypothese über die Verhinderung des Korrosionsangriffes des Eisens in den Wasserlösungen von Kalziumcyanamid, die der Anwesenheit des Kalziumhydroxyd (der bei der Hydrolyse von  $\text{CaCN}_2$  sich bildet) in der Lösung zugeschrieben wurde, übereinstimmen. Bei der praktischen Auswertung der erwähnten Eigenschaft von Kalziumcyanamid soll man darauf achten, dass der Zutritt von  $\text{CO}_2$  zu der unmittelbaren Umgebung verhindert wird.