

OCZYSZCZANIE POPROCESOWYCH WÓD KOKSOWNICZYCH Z CHEMISORPCJĄ INHIBITORÓW I PRODUKTÓW BIODEGRADACJI Z ZASTOSOWANIEM PIX-u 113

*Autorzy: Czesław OLCZAK
Zakłady Koksownicze „Zdzieszowice” Sp. z o.o., Zdzieszowice
Wiesław WODECKI
WĘGLOSTAL, Gliwice*

1. WSTĘP

W procesach koksowania węgla i odzysku lotnych produktów pirolizy powstają poprocesowe wody koksownicze, zawierające duże stężenia związków organicznych i nieorganicznych [1]. Wody te są oczyszczane wg najlepszych dostępnych technologii a następnie odprowadzane bezpośrednio lub pośrednio do odbiornika [2]. W Zakładach Koksowniczych "Zdzieszowice" wdrożono w latach 1989÷2001 najlepsze dostępne technologie oczyszczania koksowniczych wód. Pozwoliło to zmniejszyć ładunki zanieczyszczeń wprowadzanych z odpadowymi wodami do środowiska, optymalizując koszty korzystania ze środowiska. Na tym tle wydaje się istotna i ciekawa ocena stopnia dotrzymania dopuszczalnych norm oraz wielkości kosztów oczyszczania odpadowych wód koksowniczych.

2. POWSTAWANIE POPROCESOWYCH WÓD KOKSOWNICZYCH

Wysokotemperaturowa piroliza węgla kamiennego oraz oczyszczanie gazu i odzysk węglpochodnych powoduje powstawanie poprocesowych wód koksowniczych. Składają się na nie; wody pogazowe, wody z odzysku i rozkładu amoniaku oraz kondensaty wodne z gazu i pary technologicznej dodawanej bezpośrednio do układu gazowego.

Woda pogazowa powstaje w wyniku kondensacji pary wodnej z gazu koksowniczego w procesie jego ochładzania. Para wodna zawarta w tym gazie pochodzi z: wilgoci i rozkładu węgla wsadowego, pary wprowadzanej do gazu, stosowanej iniekcji parowej, oraz porywanej przez gaz z roztworu sytnikowego lub wody płuczkowej, a także pary zużywanej do czyszczenia aparatury. Tę wodę wydziela się z kondensatów smołowo-wodnych powstających w odbieralnikach baterii, chłodniach wstępnych i ssawach gazowych, odprowadzana jest również z chłodnic końcowych gazu, odwodnień i zamknięć hydraulicznych rurociągów gazowych. Ilości tych wód podobnie jak i ich skład chemiczny uzależnione są od składu węgla i stosowanej technologii.

Powszechnie stosowany sposób wydzielenia benzolu z gazu koksowniczego polega na jego absorpcji w oleju płuczkowym, z którego jest następnie desorbowany poprzez destylację z parą wodną. Odprowadzane z kolumny destylacyjnej (aparatu odpędowego) opary benzolu i wody są schładzane w deflegmatorze i kondensatorze. Wykraplana w kondensatorze mieszanina benzolu i wody spływa do odstojuka zwanego seperatorem, w którym następuje rozdział benzolu surowego od kondensatu wodnego. Górną warstwę, stanowiącą benzol, kieruje się z seperatora do odpowiednich zbiorników magazynowych, a warstwę dolną - wodę odpadową (zwaną od urządzenia wodą seperatorową), odprowadza poza instalację.

Wodę seperatorową stanowi więc kondensat pary wodnej:

- wprowadzanej bezpośrednio do kolumny destylacyjnej w procesie odpędzania benzolu z nasyczonego nim oleju płuczkowego oraz ewentualnie
- pochodzącej z zawilgocenia się oleju płuczkowego w płuczkach benzolowych parą wodną.

Sumaryczna ilość wody seperatorowej, powstającej z odbenzolowania gazu koksowniczego równa się sumie zużycia pary bezpośrednio wprowadzanej do kolumny odpędowej i wody powstającej z różnicy zawilgocenia oleju płuczkowego nasyczonego benzolem oraz odpędzonego, odprowadzonego z aparatu destylacyjnego.

W przypadku stosowania do odsiarczania gazu koksowniczego metody amoniakalnej powstaje nadmiar wód, zanieczyszczonych głównie amoniakiem, które stanowią ilość wód poprocesowych.

Odzysk amoniaku z gazu koksowniczego metodą pośrednią lub półpośrednią a następnie jego katalityczny rozkład powoduje powstawanie odpadowych wód o składzie zbliżonym do wody amoniakalnej z odsiarczania gazu. Znaczący udział w ogólnej ilości poprocesowych wód koksowniczych mają kondensaty wodne z gazu i pary technologicznej dodawanej bezpośrednio do układu gazowego lub aparatury odzysku węglpochodnych. Ilość ich jest proporcjonalna do zużycia pary technologicznej a skład odpowiada pogazowej wodzie amoniakalnej. Technicznie uzasadnione ilości i skład poprocesowych wód koksowniczych przedstawiono w tabelicy nr 1 [2].

W ogólnej ilości i ładunkach zanieczyszczeń poprocesowych wód koksowniczych dominuje woda pogazowa z kondensatami gazowymi. Ilościowo woda pogazowa z stanowi 85,3% ogólnej ilości wód a w ładunkach zanieczyszczeń udział tego strumienia wynosi od 72% (cyjanki) do 99% (amoniak, rodanki). Udział ilościowy i wielkość stężeń zanieczyszczeń w poszczególnych składnikach poprocesowych wód koksowniczych decyduje o rozdzieleniu i sposobach ich oczyszczania.

3. WYMAGANY STOPIEŃ OCZYSZCZENIA POPROCESOWYCH WÓD KOKSOWNICZYCH

Stopień oczyszczenia poprocesowych wód koksowniczych uzależniony jest od miejsca i sposobu ich odprowadzenia i/lub wykorzystania. Wyróżnić tu można następujące realne rozwiązania odprowadzania i/lub wykorzystania oczyszczonych poprocesowych wód koksowniczych;

- odprowadzenie do wód powierzchniowych,
- wykorzystanie do celów chłodniczych w półotwartych obiegach cyrkulacyjnych,
- wykorzystanie do chłodzenia koksu.

W Polsce wymagania względem stopnia oczyszczenia ścieków odprowadzanych do wód i do ziemi są wyrażone w najwyższych dopuszczalnych wskaźnikach zanieczyszczeń. Wymagania te dotyczą wszystkich ścieków - w tym także koksowniczych. Dla ścieków przemysłowych dopuszcza się jednak odstępstwo od tych norm [3].

W krajach Unii Europejskiej istnieje dyrektywa określająca wymagania czystości względem ścieków sanitarnych odprowadzanych do środowiska. Dla ścieków z procesu pirolizy węgla brak jest norm ogólnych. Każde z państw Unii ustala swoje normatywy czystości ścieków przemysłowych, także koksowniczych - dla całego swojego obszaru lub lokalnie dla danego odbiornika, w tym graniczne wielkości emisji - w przeliczeniu ładunku na jednostkę suchego węgla kamiennego poddanego koksowaniu [4, 5]. Dopuszczalne normy zanieczyszczeń odprowadzanych wód koksowniczych w Polsce i krajach Unii Europejskiej zestawiono w tablicy nr 2.

Wykorzystanie oczyszczonych wód koksowniczych w obiegach chłodniczych i do chłodzenia koksu uwarunkowane jest również odpowiednim stopniem ich oczyszczenia. Według badań technologiczno-emisyjnych w zakładach koksowniczych dopuszczalne normy zanieczyszczenia wykorzystywanych wód koksowniczych do chłodzenia podano w tablicy nr 3.

4. WDROŻENIE NAJLEPSZYCH DOSTĘPNYCH TECHNOLOGII OCZYSZCZANIA POPROCESOWYCH WÓD KOKSOWNICZYCH

Najlepsza dostępna technologia oznacza najnowsze technologie i metody działania, które wskazują na praktyczną zasadność ich stosowania dla zapobiegania lub tam, gdzie to niemożliwe dla zredukowania emisji zanieczyszczeń do środowiska [9]. Muszą one być wykonalne w skali przemysłowej, tak z technicznego jak i ekonomicznego punktu widzenia. „Dostępne” oznacza wypróbowane na skalę przemysłową. „Najlepsze” oznacza efektywne w osiągnięciu celu. Wybór najlepszej dostępnej technologii poprzedzony jest analizą opartą na rozpatrzeniu szeregu kryteriów,

a w szczególności wymagane jest by konkretna technologia:

- była sprawdzona przynajmniej w jednej wielkoprzemysłowej realizacji,
- cechowała ją udowodniona niezawodność i efektywność,
- wydatki inwestycyjne i nakłady eksploatacyjne nie pociągały za sobą nadmiernych kosztów.

W latach 1989÷2001 w Zakładach Koksowniczych „Zdzieszowice” wdrożono najlepsze dostępne technologie oczyszczania poprocesowych wód koksowniczych - schemat blokowy oczyszczania poprocesowych wód przedstawiono na rys. nr 1.

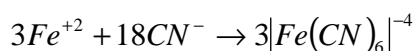
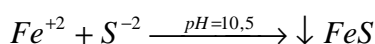
W pierwszym etapie usuwa się wysokocząsteczkowe związki organiczne z wody pogazowej [10]. Woda pogazowa zawiera rozpuszczalne lub zdyspergowane wysokocząsteczkowe związki organiczne (WZO), składające się głównie z olejów i smół oraz wielowodorotlenowych fenoli. Usuwa się je wg ogólnego schematu procesowego:

dekantacja → filtracja → ekstrakcja benzolem

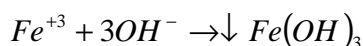
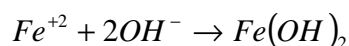
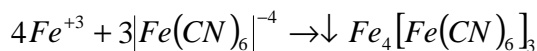
Technologia ta jest powszechnie stosowana w zakładach koksowniczych z bardzo dużą sprawnością - miarą jej jest obniżenie wskaźnika ChZT z 10000 do 3000 mg O₂/dm³.

Po oczyszczeniu wody pogazowej z WZO usuwa się z niej amoniak i związki kwaśne. Proces usuwania amoniaku i gazów kwaśnych z wody pogazowej polega na dwustopniowej destylacji z parą wodną; w pierwszym etapie następuje odpęd amoniaku lotnego, siarkowodoru, cyjanowodoru i częściowo fenoli lotnych bezpośrednio parą wodną, w etapie drugim po alkalizacji wody pogazowej ługiem sodowym w ilości 2,5÷2,8 kg ługu na 1 kg amoniaku związanego - usuwa się rozłożony i wydzielony amoniak parą wodną [11]. Po tym węźle uzyskuje się następujący skład wody pogazowej w mg/dm³: amoniak całkowity ≤ 250, amoniak lotny ≤ 50, cyjanki ≤ 10, siarczki ≤ 10.

Po tych wstępnych etapach oczyszczenia wody pogazowej i separatorowej, miesza się ją z pozostałymi składnikami poprocesowych wód koksowniczych (tablica nr 1 i rys. nr 1), mieszaninę - całości poprocesowych wód koksowniczych poddaje się oczyszczeniu chemicznemu z inhibitorów biodegradacyjnych. Chemiczny proces oczyszczenia wód polega w pierwszej fazie na związaniu siarczków i cyjanków przy pomocy jonów żelazawych w alkalicznym i beztlenowym środowisku wg reakcji:



W drugiej fazie do ścieków przemysłowych po związaniu siarczków i cyjanków w środowisku alkalicznym dodaje się jonów żelazowych poprzez wydozowanie 100 g PIX-u na 1 m³ ścieków, gdzie następuje wytrącenie żelazocyjanożelazianu i mieszaniny wodorotlenków żelazowych wg reakcji:



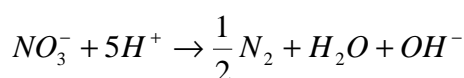
Wytrącające się osady z przewagą wodorotlenku żelazowego równocześnie absorbują i koagulują z wód inhibitory organiczne procesu denitryfikacji i biodegradacji.

Po usunięciu inhibitorów biodegradacyjnych z poprocesowych wód koksowniczych, dodaje się do nich wód sanitarnych jako „aktywatora” i oczyszcza metodą biologiczną [12]. Biologiczne oczyszczanie polega na wykorzystaniu procesów jednostkowych zgrupowanych w jeden cykl biochemiczny w kolejności: denitryfikacja, biodegradacja, nityfikacja wraz z tiooksydacją. W skrócie proces ten nazwano DN-B-NT.

Proces biologicznego oczyszczania odbywa się przy pomocy „jednego” zespołu mieszanych mikroorganizmów, nazywanego biologicznym osadem, w którym zawarte są denitryfikatory, biodegradatory, nityfikatory i tiooksydatory. Skład wód i warunki fizyko-chemiczne danej grupy drobnoustrojów np. denifikatorów zawartych w cyrkulującym osadzie.

a) Denitryfikacja (DN)

Denitryfikacja azotanów w wodach powstających w wyniku utleniania biochemicznego amoniaku, polega na dwustopniowej ich redukcji do azotu gazowego przez bakterie wg sumarycznej reakcji:



Podczas denitryfikacji mikroorganizmy wykorzystują część zanieczyszczeń organicznych jako źródło wodoru a azotany w wodach jako źródło tlenu. Proces przebiega optymalnie gdy: odczyn jest w zakresie od 7,0 do 7,5 jednostek pH, temperatura 32 ± 2 °C, stosunek ChZT do N powyżej 10, siarczki i cyjanki poniżej 1 mg/dm³, zminimalizowana ilość olei i smół oraz wysokomolekularnych związków organicznych.

b) Biodegradacja (B)

Biodegradacja polega na rozkładzie związków organicznych wód w warunkach tlenowych przez mieszane populacje bakteryjne wg sumarycznej reakcji:



Warunki odczynu i temperatury są identyczne jak dla denitryfikacji. Zużycie tlenu wyznacza dynamika rozkładu związków organicznych w tym rodanków, optymalne natlenienie $1 \pm 0,5$ mg O_2/dm^3 .

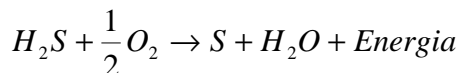
Dla sprawnego przebiegu procesu należy zapewnić odpowiednią ilość fosforu, która powinna wynosić w stosunku do ChZT jak 1:120.

c) Nitryfikacja i tiooksydacja (NT)

Nitryfikacja polega na dwustopniowym utlenianiu amoniaku do azotu przez stopień pośredni - jon azotynowy wg sumarycznej reakcji:



W tej fazie biologicznego oczyszczania wód istnieją warunki do równoległego rozkładu i utlenienia związków z osadów chemicznych. Dotyczy to cyjanków związanych i siarczaków, w równoległych procesach tlenowych - wg poniższej reakcji - zwanej tiooksydacyjną:



Po biochemicznym oczyszczeniu wody są poddawane koagulacji końcowej solami żelaza - stosuje się bardzo efektywnie PIX-113.

W wyniku wielostopniowego oczyszczania pogazowych wód koksowniczych następuje zwiększenie ich ilości z tytułu dodatku pary technologicznej i wód sanitarnych jako aktywatora a zmniejszenie stężeń i ładunków zanieczyszczeń przedstawia tablica nr 4. Ładunki zanieczyszczeń za wyjątkiem zasolenia zostają obniżone od 92,5% (ChZT) do 99,9% (fenole lotne). W wyniku oczyszczania rośnie ładunek soli o 15% co spowodowane jest dodawaniem ługu sodowego w fizykochemicznym etapie oczyszczania wód. Wyższy stopień oczyszczania osiągnięto gdy określa się go wg stężeń zanieczyszczeń, spowodowane to jest jednak rozcięciem dodawanymi ściekami sanitarnymi.

5. EFEKTYWNOŚĆ EKOLOGICZNO-EKONOMICZNA WDROŻONYCH ROZWIĄZAŃ TECHNOLOGICZNYCH OCZYSZCZANIA POPRPECESOWYCH WÓD KOKSOWNICZYCH

Przez efektywność ekologiczno-ekonomiczną wdrożonych rozwiązań technologicznych oczyszczania wód rozumnie się analizę porównawczą efektów ekologicznych [3, 4, 7, 8] oraz kosztów oczyszczania i odprowadzania wód [12, 13].

Wielostopniowo oczyszczane wg najlepszych dostępnych technologii tablice nr 2, 3 i 4 poprocesowe wody koksownicze;

- a) pod względem czystości wód odprowadzanych do odbiorników naturalnych:
- wg norm RFN [4] dopuszczalne stężenia i ładunki zanieczyszczeń są dotrzymywane,
 - wg norm HELCOM 17 [5] dopuszczalne stężenia są dotrzymane, nie jest dotrzymany ładunek ChZT (przekroczenie o 9%),
 - wg norm obowiązujących w Polsce [3] przekroczone są stężenia ChZT, amoniaku, zasolenie oraz wskaźnik barwy,
- b) pod względem czystości wód wykorzystywanych do chłodzenia:
- wg normy dla cyrkulacyjnych obiegów chłodniczych koksowni przekraczane są stężenia amoniaku i zasolenia,
 - wg normy do chłodzenia koksu wielkopieczowego są przekraczane 5÷6 krotne stężenia zasolenia,
 - wg normy do chłodzenia koksu przemysłowo-opałowego dopuszczalne stężenia zanieczyszczeń są dotrzymywane.

Dla realizacji procesów technologicznych oczyszczania wód koksowniczych i związanych z ich końcowym zagospodarowaniem ponosi się nakłady finansowe w postaci kosztów oczyszczania i opłat ekologicznych. Dla warunków ekonomiczno-produkcyjnych występujących w Zakładach Koksowniczych w Zdieszowicach, poziomie średniorocznego cen i opłat w Polsce w 2001 r. wykonano symulacyjny rachunek nakładów finansowych na oczyszczanie, i odprowadzanie wód koksowniczych - zestawienia podstawowych wskaźników ekonomicznych przedstawiono w tablicy nr 5. Przyjęto cztery warianty oczyszczania wód a następnie w każdym wariantcie odprowadzenia ich do odbieralnika i tak;

- 1 - powstałe poprocesowe wody koksownicze wg ilości i składu w tablicy nr 1 bez oczyszczania
- 2 - powstałe poprocesowe wody koksownicze wg ilości i składu w tablicy nr 1 z usuwaniem WZO, amoniaku i związków kwaśnych
- 3 - powstawanie i oczyszczanie wód wg wariantu 2 z usuwaniem inhibitorów i biodegradatorów
- 4 - powstawanie i oczyszczanie wód wg wariantu 3 z końcowym biologicznym oczyszczaniem wg metody DN-B-NT i końcową koagulację PIX-em.

Wariant 1, tzw. zerowy, jest hipotetyczny, gdyż odprowadzenie wód koksowniczych bez oczyszczenia spowodowałoby nadzwyczajne zagrożenie środowiska [14]. Wprowadzono go jednak jako sytuację kresową do analizy składników finansowych na oczyszczanie i odprowadzanie wód. W miarę jak podnosi się stopień oczyszczania wód koksowniczych nakłady sukcesywnie rosną do 10,60 zł/m³ i 2,38 zł/Mg wsadu. Wraz z podniesieniem stopnia oczyszczenia wód maleją ładunki zanieczyszczeń odprowadzane do odbiornika, a tym samym opłaty i kary ekologiczne.

Koszty ekologiczne odprowadzania wód maleją z 602,00 zł/m³ do 4,20 zł/m³ (0,94 zł/Mg wsadu). Nakłady finansowe na oczyszczania i odprowadzania wód są sumą kosztów tych grup przy danym stopniu oczyszczenia. Maleją one z 602,00 zł/m³ do 14,80 zł/m³ (3,32 zł/Mg wsadu) tj. o 97,6%. Inwestowanie w oczyszczanie poprocesowych wód koksowniczych i stosowanie PIX-u jest bardzo efektywne.

6. WNIOSKI

1. Powstające z koksowania węgla i odpadu węgl pochodnych poprocesowe wody koksownicze w ilości 224 dm³/Mg wsadu węglowego są zanieczyszczane związkami nieorganicznymi i organicznymi o stężeniu sumarycznym 14÷15 g/dm³. Głównym składnikiem jest woda pogazowa z kondensatami gazowymi i procesowymi.

2. Poprocesowe wody koksownicze są wielostopniowo oczyszczane wg najlepszych dostępnych technologii w układzie kaskadowym; ekstrakcyjne usuwanie amoniaku i związków kwaśnych → oczyszczanie chemiczne z inhibitorów biodegradacyjnych → końcowe biologiczne oczyszczanie metodą DN-B-NT. Wielostopniowe oczyszczanie wód koksowniczych zmniejsza ładunki zanieczyszczeń od 92,5% (ChZT) do 99,9% (fenole lotne). W wyniku oczyszczania wód wzrasta o 15% ładunek soli.

3. Wielostopniowo oczyszczane wody koksownicze spełniają dopuszczalne normy do odbieralników naturalnych wg RFN i HELCOM 17, a przekraczają dopuszczalne normy w Polsce w zakresie ChZT, amoniaku, zasolenia i barwy.

4. Przy wykorzystaniu oczyszczonych wód koksowniczych do chłodzenia w koksowni, spełniają one wymogi czystości przy chłodzeniu koksu przemysłowo-opałowego, a nie spełniają wymogów do uzupełniania cyrkulacyjnych obiegów chłodniczych i chłodzenia koksu wielkopiecowego pod względem stężenia soli i amoniaku.

5. Na oczyszczanie i odprowadzanie poprocesowych wód koksowniczych ponoszone są znaczne nakłady, których wielkość zależy od stopnia oczyszczenia. Stosowanie wielostopniowego oczyszczania wód koksowniczych wg najlepszych dostępnych technologii powoduje obniżkę nakładów finansowych odprowadzanie wód z 602,00 zł/m³ do 14,80 zł/m³ tj. o 97,6%.

7. LITERATURA

- [1] OLCZAK C., GRZECHNIK M., WOLANY B.: Badania nad ilością i stopniem zanieczyszczenia ścieków koksowniczych kierowanych do oczyszczania mechanicznego. Koks, Smoła, Gaz, t.30, s.184, 1985.
- [2] OLCZAK C., WOLANY B.: Ocena efektywności ekologiczno-technologiczno-ekonomicznej rozbudowy i modernizacji biologicznej oczy-

- szczalni ścieków w oparciu o standardy europejskie i najlepsze dostępne technologie. Biuro, Studiów i Projektów Ochrony Środowiska, EKOKOS, Zabrze, 1996. (praca niepublikowana).
- [3] Rozporządzenie Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z dnia 5 listopada 1991 r. w sprawie klasyfikacji wód oraz warunków, jakim powinny odpowiadać ścieki wprowadzane do wód lub do ziemi (Dz.U. Nr 116, poz. 503 z 1991 r.).
- [4] Coking Plant Waste Water Standards Environmental Standards - European Cokemaking Committee, Essen, 1993 r.
- [5] Rekomendacja HELCOM 17 w sprawie ograniczenia emisji atmosferycznych oraz zrzutów ścieków z koksowni. Opracowana i przyjęta, 1996 r. na podstawie art. 13 § B Konwencji Helsińskiej.
- [6] ROMAN M.: Standardy jakości i ochrony środowiska wód powierzchniowych w przepisach Unii Europejskiej i w przepisach polskich. PZJiTŚ, Warszawa, 1998 r.
- [7] Dopuszczalne stężenia zanieczyszczeń w wodach używanych w przemyśle. W: KOWAL Odnowa wody s. 6÷7. Politechnika Wrocławska, Wrocław, 1990 r.
- [8] OLCZAK C., KAPAŁA J.: Dopuszczalne wskaźniki zanieczyszczeń wód koksowniczych wykorzystywanych do chłodzenia koksu. IPIŚ PAN, Zabrze, 1998 r. (praca niepublikowana).
- [9] Technical Note on the Best Available Technologies to Reduce Emissions of Pollutants into the Air from Coking Plants. ERL, London, 1992 r.
- [10] OLCZAK C.: Badania nad usuwaniem wysokocząsteczkowych związków organicznych z wód koksowniczych. Zakłady Koksownicze, Zdzeszowice, 1995 r.
- [11] TOMAL S., ZAJDEŁ R., ZEMBAŁA H., DRAGUN H., WĘGLARZ T., OLCZAK C.: Sposób oczyszczania pogazowych wód amoniakalnych. Zgłoszenie patentowe nr 318385. Biuletyn Urzędu Patentowego nr 17, s.30, 1998 r.
- [12] LÖHR V., NEUBERT G., THOMAS C., BAMELES D.: State of the art. European coking plants. 3 rd International Cokemaking Congress, Proceedings, Gent, Belgium, September, s.130÷139, 1996 r.
- [13] OLCZAK C., JASKÓŁA T., WOLANY B.: Ocena ekonomiczna biologicznej oczyszczalni wód koksowniczych. Koks-Smoła-Gaz t.3, s.141÷144, 1974r.
- [14] OLCZAK C.: Zapobieganie nadzwyczajnym zagrożeniom środowiska wodnego w zakładach koksowniczych. Gaz, Woda i Technika Sanitarna t.64, s.192÷195, 1990 r.

8. SPIS TABLIC

- Tablica nr 1 Ilość i skład poprocesowych wód koksowniczych
- Tablica nr 2 Dopuszczalne normy zanieczyszczenia wód koksowniczych odprowadzanych z zakładów koksowniczych do odbiorników naturalnych
- Tablica nr 3 Dopuszczalne wskaźniki zanieczyszczeń wód koksowniczych wykorzystywanych do chłodzenia
- Tablica nr 4 Porównanie ilości, składu i ładunków zanieczyszczeń w poprocesowych wodach koksowniczych przed i po ich oczyszczeniu
- Tablica nr 5 Nakłady finansowe na oczyszczanie i odprowadzanie wód koksowniczych

9. SPIS RYSUNKÓW

- Rysunek nr 1 Schemat technologiczno blokowy oczyszczania poprocesowych wód koksowniczych.

Nazwa, źródło wód koksowniczych		Ilość w dm^3/Mg wsadu	Ładunki zanieczyszczeń w g/Mg wsadu						
			ChZT	Fenole lotne	Amoniak	Rodanki	Cyjanki	Siarczki	Zasolenie
Poprocesowe wody koksownicze ogółem	Wskaźnik	224,0	1 444,0	371,0	1 183,0	89,9	11,8	14,7	1 780,0
	Udział w %	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
w tym:									
- woda pogazowa z kondensatami gazowymi	Wskaźnik	191,0	1 375,0	362,0	1 175,0	89,0	8,5	11,4	1 757,0
	Udział w %	85,3%	95,2%	97,6%	99,3%	99,0%	72,0%	77,6%	98,7%
- woda poseperatorowa	Wskaźnik	10,0	32,0	3,0	1,0	0,4	3,1	3,1	4,5
	Udział w %	4,5%	2,2%	0,8%	0,1%	0,4%	26,3%	21,1%	0,3%
- wody z odzysku i rozkładu amoniaku	Wskaźnik	12,0	19,0	3,0	4,0	0,3	0,1	0,1	9,5
	Udział w %	5,4%	1,3%	0,8%	0,3%	0,3%	0,8%	0,7%	0,5%
- wody z odsiarczania amoniakalnego gazu	Wskaźnik	11,0	18,0	3,0	3,0	0,2	0,1	0,1	9,0
	Udział w %	4,9%	1,2%	0,8%	0,3%	0,2%	0,8%	0,7%	0,5%

Tablica nr 1 Ilość i skład poprocesowych wód koksowniczych

L.p.	Wskaźnik	Wskaźnik w $\frac{g}{Mg}$ wsadu mg/dm^3		
		w RFN [4]	wg HELCOM 17 [5]	w Polsce [3]
1	ChZT	300	100	n.n.
		500	n.n.	150
2	N_{NH_4}	100	n.n.	n.n.
		170	30	6
3	Fenol	1	n.n.	n.n.
		1,7	0,5	0,5
4	Cyjanki wolne	0,06	n.n.	n.n.
		0,1	0,2	0,1
5	Siarczki	0,06	n.n.	n.n.
		0,1	n.n.	0,2
6	Rodanki	n.n.	n.n.	n.n.
		n.n.	n.n.	10
7	Zasolenie	n.n.	n.n.	n.n.
		n.n.	n.n.	2000
8	Barwa	n.n.	n.n.	n.n.
		n.n.	n.n.	naturalna, $mg Pt/dm^3$ (10÷30)

- Tablica nr 2 Dopuszczalne normy zanieczyszczenia wód koksowniczych odprowadzanych z zakładów koksowniczych do odbiorników naturalnych

L.p.	Wskaźnik	Wskaźnik w mg/dm^3		
		Cyrkulacyjne obiegi chłodnicze [7]	Chłodzenie koksu [8]	
			wielkopiecowego	Przemysłowo-opałowego
1	N_{NH_4} lotny	6,0	50	50
2	Fenol	0,1	0,1	0,1
3	Cyjanki wolne	0,1	0,1	0,1
4	Siarczki	0,1	0,1	0,1
5	Zasolenie	< 1000	< 1000	n.n.
6	Fosfor	< 1,5	n.n.	n.n.

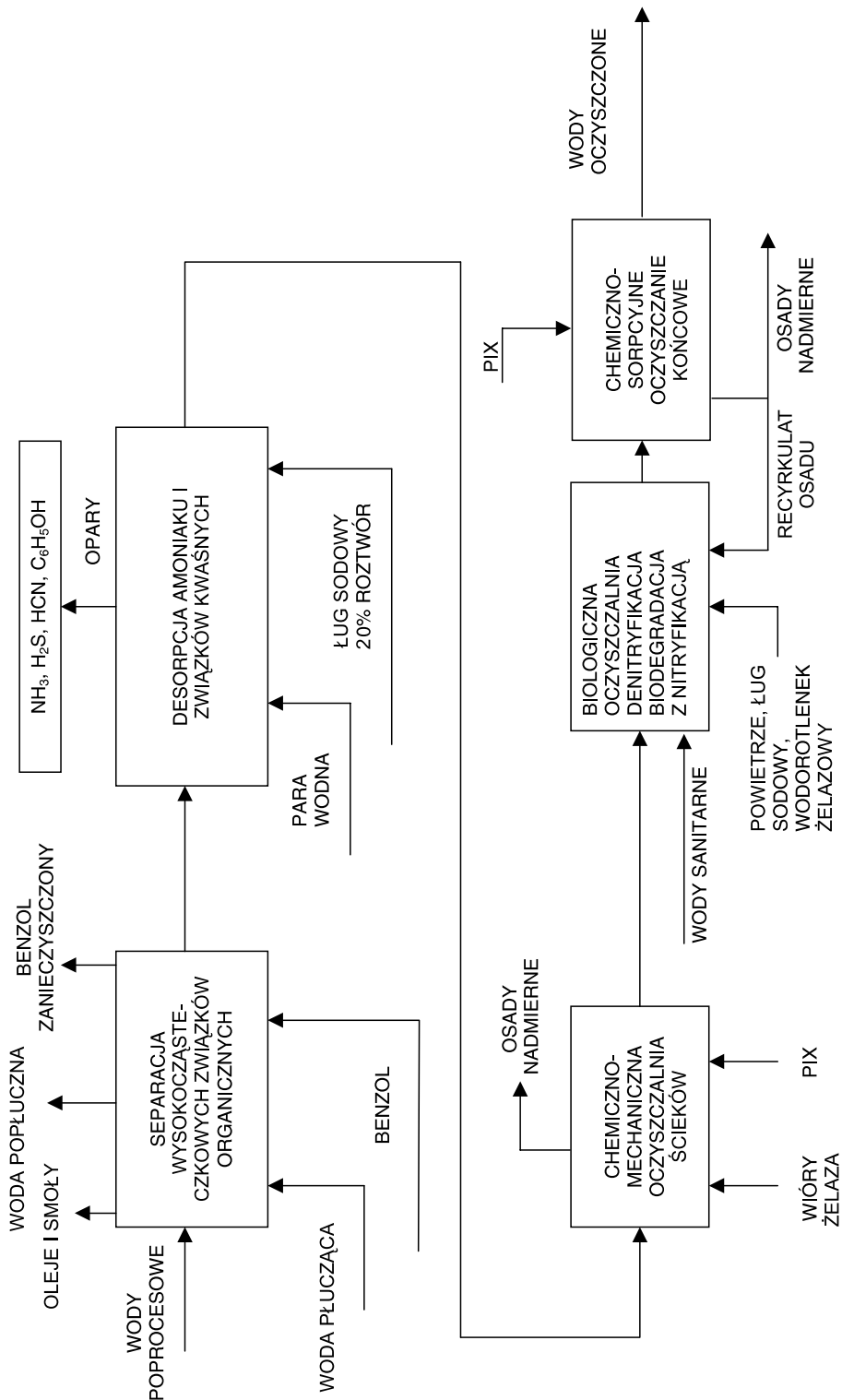
Tablica nr 3 Dopuszczalne wskaźniki zanieczyszczeń wód koksowniczych wykorzystywanych do chłodzenia

L.p.	Nazwa	Ilość w dm^3/Mg wsadu	Jednostka	Wartość wg wskaźnika zanieczyszczenia							Barwa	Uwagi
				ChZT	Fenol lotny	Amoniak całkowity	Rodanki	Siarczki	Cyjanki	Zasolenie		
1	Poprocesowe wody koksownicze przed oczyszczeniem	224	G/Mg wsadu	1444	371	1183	89,9	14,7	11,8	1780	-	Stężenia średnioważone do całości wód
			mg/dm^3	6446	1656	5281	401	67	52	7946	150÷250	
2	Poprocesowe wody koksownicze po oczyszczeniu	364	G/Mg wsadu	100	0,04	5,5	1,8	0,03	0,03	2047	-	
			mg/dm^3	< 300	< 0,1	15	5	< 0,1	< 0,1	5623	> 250	
3	Stożek oczyszczenia	162	Wg ładunku 1-2/1x100%	95,2	99,9	99,5	97,8	99,7	99,6	- 15	-	przyrost ilości z tytułu dodatku pary technologicznej
			Wg stężenia 1-2/1x100%	95,4	99,9	99,7	98,7	99,8	99,8	29,2	-	

Tablica nr 4 Porównanie ilości, składu i ładunków zanieczyszczeń w poprocesowych wodach koksowniczych przed i po ich oczyszczeniu

L.p.	Etap – wariant oczyszczenia wód	Wielkość nakładów w $\frac{z/l/m^3}{z/l/Mgwsadu}$					Uwagi
		Koszty oczyszczania	Koszty ekologiczne odprowadzania	Suma kosztów oczyszczania i odprowadzania	Porównanie (2:5)	Porównanie (4:5)	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Poprocesowe wody koksownicze bez oczyszczenia	-	602,0	602,0	0,0%	100,0%	Brak pozwolenia wystąpi nadzwyczajne skażenie środowiska
		-	135,7	135,7	0,0%	100,0%	
2	Poz.1 z usuwaniem WZO i amoniaku i związków kwaśnych	8,6	219,6	228,2	3,8%	96,2%	Brak pozwolenia
		1,9	49,2	51,1	3,7%	96,3%	
3	Poz.2 z oczyszczaniem z inhibitorów biodegradacyjnych	9,3	195,9	205,2	4,5%	95,5%	Brak pozwolenia
		2,1	43,9	46,0	4,6%	95,4%	
4	Poz.3 z biologicznym oczyszczaniem i końcową koagulacją PIX-em	10,6	4,2	14,8	71,6%	28,4%	Odprowadzanie na podstawie pozwolenia wodno-prawnego
		2,38	0,94	3,32	71,7%	23,8%	
5	Efektywność ekologiczna oczyszczania (Poz.1-Poz.4)/Poz.1	-	-	-	97,54%	-	
		-	-	-	97,55%	-	

Tablica nr 5 Nakłady finansowe na oczyszczanie i odprowadzanie wód koksowniczych



Rysunek nr 1 Schemat technologiczno blokowy oczyszczania poprocesowych wód koksowniczych.