

Innovative technology for sewage sludge preparation for recovery in coking plant

Grzegorz LIGUS – Department of Environmental Engineering, Faculty of Mechanical Engineering, Opole University of Technology, Opole, Poland; Czesław OLCZAK* – CARBOCHEM Environmental Engineering, Czarnowąsy by Opole, Poland; Władysław ŚMIGIEL – EKOTECH Engineering, Gogolin, Poland

Please cite as: CHEMIK 2015, 69, 10, 639–644

Introduction

Biological processes of industrial and municipal wastewater treatment involve production of organic sludge that contains significant amounts of hazardous substance [1 – 3]. This applies to among others coking wastewater and petroleum refinery wastewater, as well as municipal wastewater collected from industrial and service areas [4, 5].

Coking plants allow recovering organic sludge by recycling them to obtain coal charge [1, 6, 7]. Sewage sludge directed for such a recovery shall be appropriately prepared to be used as a coal component of charge mix [7, 13]. So far, there were no technically and economically effective technologies for preparation of sewage sludge for recovery [15], which prevents recovery of sewage sludge at coking plants [1, 6, 7].

The article focuses on innovative technology for preparation of excessive sludge from treatment of coking wastewater and municipal wastewater for recovery at coking plants through recycling as a component of coal charge [8, 9].

Technical and environmental determinants of recovery of organic sewage sludge at coking plants

Recovery of organic sewage sludge at coking plants through recycling as a component of coal charge requires fulfilling number of technical and environmental requirements [1, 6, 7].

- no deterioration of coke forming properties of coal mix related to yield and reactivity of coke and increase of ash content, as well as other contaminants,
- no measurable corrosive and erosive effect on ceramic block of coking battery
- no measurable effect on working environment and external environment.

Regardless of the above technical conditions, there is a serious barrier for conducting recovery of sewage sludge at coking plants – getting added value from this activities by increasing availability of the resources and increasing cost-effectiveness of coke production [1].

Excessive sludge containing great amount of organic compounds, water and ash can be used for preparation of coal charge for coking using two technological variants [7, 14];

- using sewage sludge hydrate for making up moisture of coal charge
- using organic substance of sludge as a component of coal charge while maintaining bulk parameters of coal mix, i.e. moisture and ash.

The method involving use of sewage sludge for supplementing moisture for coal charge with threshold content of organic matter and ash in the dry mass of coal charge is optimum, if the amount of dry mass of excessive sludge does not 0.2% of mass in the coal charge [14].

Methods used so far for preparation of excessive sewage sludge for recovery do not meet technical nor environmental requirements for coking plants [13, 14].

Formation of excessive sludge for biological treatment of industrial and municipal wastewater

Industrial and municipal wastewater are treated biologically following the process sequence: biodegradation, nitrification and denitrification [10]. Biological wastewater treatment can be conducted in two technological process: with addition of organic carbon or without addition of organic carbon [11]. When wastewater contains over 60 mg/L NH_4^+ of ammonia nitrogen, it is necessary to alkalinize it using caustic soda in the following amount 0.5 g NaOH on 1 g N NH_4^+ [5, 11].

Biological processes of industrial and municipal wastewater treatment involve production of organic sludge, which is then directed ousted the wastewater plant system [1 – 3]. Excessive biological sludge have high hydration equal to $99 \pm 0.8\%$ [12]. Biological sludge from treatment of industrial and municipal wastewater contain significant amounts of aromatic hydrocarbons including polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) and are contaminated biologically [3, 5]. Commonly excessive biological sludge are neutralized by burning in various industrial plants [13].

Conditioning and hygienization technology of sewage sludge by means of alkaline hydrolysis

Preparation of sewage sludge for recovery in the coking plants involves conditioning and hygienization of sludge by means of alkaline hydrolysis [8, 9]. The first stage of preparation of sludge for recovery involves its concentration in sedimentation tank with addition of iron coagulant and cationic polyelectrolyte at $35 \pm 5^\circ\text{C}$ [11]. Under these processing conditions, the following effects of sludge concentration are obtained:

	Sludge hydration [%]	
	Sludge from biological treatment of coking wastewater	Sludge from biological treatment of municipal wastewater
Sludge after secondary sedimentation tank	98.8 to 99.2	99.2 to 99.8
Sludge after concentration tanks with addition of coagulant and polyelectrolytes	93.2 to 96.9	95.9 to 97.8

The second stage of preparation of sludge for recovery includes condition and hygienization by means of alkaline hydrolyse [8, 9], by addition of 40 ± 20 g of sodium hydroxide for 1 kg of o.d.m in form of 15% to 45% of aqueous solution and sodium cresols and ammonium chloride above 100 g per 1 kg of o.d.m. After addition of reagents, sewage sludge is subject to hydrolysis in reactor with mixing at $40 \pm 10^\circ\text{C}$ and pH of 10 to 12.5.. Retention time of mixture of sludge in reagents in the mixture is from 3 to 12 h, depending on the type of sewage sludge. After reactor, liquid mixture in form of sludge suspension is divided in the sedimentation tank into two streams. The first stream is sludge after conditioning and hygienisation of Mohlman

Corresponding author:

Czesław OLCZAK – Ph.D., (Eng.), e-mail: czeslaw.olczak@carbochem.com.pl

index $240 \pm 60 \text{ dm}^3/\text{kg o.d.m}$ Another stream is a hydrolysate containing dispersed sludge. Hydrolysate is used in the process of biological treatment of wastewater as a source of external carbon and as a reagent for regulation of sludge pH in the process of ammonia nitrogen nitrification.

Sewage sludge after conditioning and hygienization are dewatered mechanically, usually using decanting centrifuges (Fig. 1).

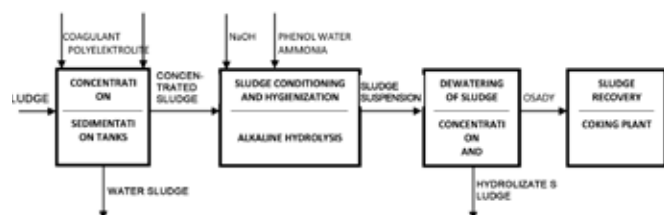


Fig. 1 Technological diagram for sewage sludge preparation for recovery in coking plant

A typical composition and parameters of sewage sludge before and after preparation for the recovery by means of alkaline hydrolysis are presented in Table 1

Table 1

Composition and parameters of sewage sludge before and after preparation for the recovery at the coking plant

No.	Name	Unit	Value:			
			Sludge – coking wastewater		Sludge – municipal wastewater	
			Before preparation	After preparation	Before preparation	After preparation
1	Moisture	% w/w	93.2 to 96.9	77.2 to 80.9	95.9 to 97.8	80.3 to 83.6
2	Dry sludge mass	% w/w	3.1 to 6.8	19.1 to 22.8	2.2 to 4.1	16.4 to 19.7
3	Ash – A ^d	% w/w o.d.m	23.2	11.3	29.1	12.4
4	Volatile part – V ^d	% w/w o.d.m	54.3	36.8	61.4	41.2
5	Elemental carbon – C ^d	% w/w o.d.m	28.7	46.1	22.4	33.6
6	PAH concentration	µg/kg o.d.m.	212.2	38.3	34.8	6.1
7	Coliform	cm ³	0.06	1	0.003	0.1

The technology for preparation of sewage sludge for recovery implemented in biological wastewater plants for coking and municipal sewage is cost-effective and environmentally effective [13]. Important environmental effects include [14]:

- allows recovery of 100% of formed sludge from biological treatment of coking wastewater as a raw material for preparation of coal mix in coking plants,
- allows recovery of 30 to 50 o.d.m of municipal wastewater as a raw material for preparation of coal mix in coking plants,
- produced sludge hydrolysate 100% eliminates demand for lye and external organic carbon for conducting nitrification and denitrification of nitrogen in industrial and municipal wastewater,

- conducting sludge recovery through recycling to charge mix in coking plant has no effect on working environment and does not cause additional emission of substances to the environment [15].

Operator conducting recovery of sewage sludge in coking plants can obtain 2 to 3% reduction in coal charge costs. There is an actual possibility of obtaining added value in the form of cost reduction in coke production, which can be estimated for a given operator, given plant location and local environmental conditions.

Summary

The biological treatment of industrial and municipal wastewater involves formation of organic excessive sludge, which contains high amounts of hazardous substance and can be biologically contaminated. It can be neutralized by means of pyrolysis or burning. High-temperature of black coal pyrolysis is conducted in coking plant which enables neutralization of sewage sludge. Sewage sludge after recovery through recycling for composing coal mix must have composition and parameters required for the coal charge.

Currently, there is a number of methods for preparation of sewage sludge for recovery. At industrial scale, the following are most frequently used: concentration and dewatering of sewage sludge, which results in that sewage sludge, especially municipal sewage sludge are neutralized in the coking plants.

Technology for preparation of sewage sludge for recovery in the coking plants has been developed and implemented. The method involves conditioning and hygienization of sludge by means of alkaline hydrolysis. The implemented technology for preparation of sewage sludge for recovery allows obtaining significant technical and environmental results.

Literature

1. Olczak Cz., Ligus G.: *Gospodarka odpadami w koksowni*. CHEMIK 2014, **68**, 10, 905 ÷ 910
2. Bożym M., Waclawek W.: *Problem zagospodarowania osadów ściekowych w Polsce, krajach Unii Europejskiej i USA*. Chem. – Dydak. – Ekol. – Metrol., 2000, **5**, (-2), 105 ÷ 112.
3. Baran S. Oleszczuk P.: *Problemy gospodarki osadami ściekowymi w świetle zawartości w nich WWA*. Ochrona Powietrza i Problemy Odpadów 2004, **38**, 5, 173 ÷ 179.
4. Olczak Cz.: *Powstawanie i oczyszczanie poprocesowych wód koksowniczych w zakładach koksowniczych*. KARBO 2000, **55**, 2, 64–66.
5. Olczak Cz.: *Biologiczno-chemiczne oczyszczanie ścieków koksowniczych w skojarzeniu z oczyszczaniem ścieków komunalnych*. W: *Materiały z konferencji naukowo-technicznej pt.: „Nowości w zastosowaniu chemii do oczyszczania ścieków”*, KEMIPOL Sp. z o.o. Police 2005 r.
6. Alwaeli M.: *Recykling odpadów przemysłu koksowniczego*. Archiwum Gospodarki Odpadami 2009, **11**, 174–265.
7. Żmuda W.A., Długosz A., Woyciechowski W., Budzyń S.: *Metoda utylizacji materiałów odpadowych pochodzenia organicznego w procesie koksowania węgla kamiennych*. Gospod. Paliw. Ener. 1998, (3), 11 ÷ 13.
8. Cieślak R., Olczak Cz., Tomal S.: *Sposób higienizacji i kondycjonowania nadmiernych osadów z biologiczno-chemicznego oczyszczania ścieków*. Patent UPRP nr 207095, Warszawa 2005 r.
9. Olczak Cz., Tomal K., Gałuszka S., Miodoński J. M.: *Sposób preparacji osadów biologicznych jako komponentu koksowniczej mieszanki węglowej*. Patent URP nr 217767, Warszawa 2014 r.
10. Olczak Cz., Ligus G., Miodoński J.: *Współczesne metody oczyszczania fenolowych ścieków koksowniczych*. CHEMIK 2013, **67**, 10, 979 ÷ 984.
11. Michael C.: *Coke and Iron Biological Wastewater Treatment. Process Benchmarking Summary Report*. ArcelorMittal – Dofasco, Canada, October 2007.
12. Löhr V., Neubert G., Thomas C., Bameles D.: *State of the art. European coking plants*. 3rd International Cokemaking Congress, Proceedings, Gent, Belgium, September 1996, 130 ÷ 139.

13. Olczak Cz., Pasek W.: *Przygotowanie i wykorzystanie nadmiernych osadów z oczyszczania wód koksowniczych do preparacji wsadu węglowego*. KAR-BO 2002, **57**, 12, 355 ÷ 358.
14. Olczak Cz., Śmigiel W.: *Piroliza osadów nadmiernych z oczyszczania procesowych wód koksowniczych*. Chemia i inżynieria ekologiczna 2003, **10**, 1–2, 145–152.
15. Olczak Cz.: *Najlepsze Dostępne Techniki dla istniejących instalacji koksowniczych w Polsce*. W: [Najlepsze dostępne techniki dla instalacji koksowniczych w Polsce. Praca zbiorowa, rozdział VII. 2, s. 131 ÷ 134. Instytut Ochrony Środowiska, Warszawa, 2004 r.]

Grzegorz LIGUS – Ph.D., (Eng.), has graduated in the field of environmental engineering at the Faculty of Mechanical Engineering of the Opole University of Technology (2004). Also, at the same university he has obtained a degree of doctor of technical sciences in the field of Machine design and operation (2008). Currently, he works as an adjunct at the Department of Environmental Engineering of the Faculty of Mechanical Engineering at Opole University of Technology. Scientific interests: environmental management, waste management, heating technique, hydrodynamics of multi-phase systems. He authored or co-authored 9 chapters in scientific monographs and over 45 scientific and technical articles, as well as numerous papers and oral presentations on national and international conferences.

*Czesław OLCZAK – Ph.D., (Eng.), has graduated from the University of Wrocław in the field of chemistry (1967). In 1974 he has received the degree of doctor of chemical sciences at the University of Silesia in Katowice. For over forty years he has been working in the chemical and coking industry and metallurgy. Currently he works at the CARBOCHEM Environmental Engineering in Czarnowąs. Scientific and technical interests: environmental engineering, coking technology and engineering, design and operation of environmental protection systems. He has authored over 82 scientific and technical papers. He has authored or co-authored 64 inventions, 49 of which were applied at industrial scale.

e-mail: czeslaw.olczak@carbochem.com.pl

Władysław ŚMIGIEL – M.Sc., has graduated in the field of environmental engineering course of environmental engineering at the University of Opole (1998), as well as he has completed post-graduate course at the AGH University of Science and Technology in the field of modern technologies in the coking industry (2003). For over thirty eight years he has been working in the chemical and coking industry. Currently he works at EKOTECH Engineering in Gogolin. Scientific and technical interests: environmental monitoring, design and operation of wastewater treatment plans, sewage sludge management. He has authored over 15 scientific and technical papers. He has authored or co-authored 16 inventive solutions, 12 of which were applied at industrial scale.

Aktualności z firm

News from the Companies

Dokończenie ze strony 641

„Małe słońce na ziemi”

Najnowocześniejszy na świecie synchrotron o nazwie „Solaris”, który działa już na Uniwersytecie Jagiellońskim, ma stanowić dla polskich naukowców ogromną szansę na zdobycie Nagrody Nobla. Urządzenie, które kosztowało 200 mln PLN, stanowi „małe słońce na ziemi”, ponieważ może wytwarzać światło o wiele milionów razy mocniejsze niż światło słoneczne – przekonuje prof. Marek Stankiewicz w rozmowie z TVP Info. Tak nowoczesnej infrastruktury badawczej nie było w Polsce od ponad 40 lat, czyli od 1974 r., gdy powstał reaktor Maria w Świerku koło Warszawy. Jak wyjaśnia Stanisław Kistryn, prorektor Uniwersytetu Jagiellońskiego, „Solaris” to przyspieszacz cząstek, który znajduje się w Narodowym Centrum Promieniowania Synchrotronowego w Krakowie. Umożliwia generowanie promieniowania elektromagnetycznego – od podczerwieni do promieniowania rentgenowskiego. Dzięki tej właściwości naukowcy mogą zajrzeć w głąb materii, a następnie przeprowadzić dokładne analizy. Na ich podstawie można przede wszystkim badać działanie nowych leków. Jednak urządzenie w swoich badaniach mogą wykorzystać przedstawiciele bardzo zróżnicowanych dziedzin naukowych, jak fizycy, farmakolodzy czy biolodzy, a nawet archeolodzy i historycy sztuki. Ogromne możliwości synchrotronu potwierdza fakt, że w przeszłości badania prowadzone z jego wykorzystaniem zaowocowały trzykrotnym przyznaniem Nagrody Nobla. (kk)

(<http://innpoland.pl/>, 23.09.2015)

CEEP o wyzwaniach sektora energii w Europie Centralnej

Poprawa konkurencyjności europejskiego sektora rafineryjnego, budowa Korytarza Północ-Południe i zwiększenie dywersyfikacji dostaw gazu w Europie. To główne tematy dyskusji pomiędzy Marošem Šefčovičem, Wiceprzewodniczącym Komisji Europejskiej odpowiedzialnym za Unię Energii, i Pawłem Olechnowiczem, Przewodniczącym Rady Dyrektorów Central Europe Energy Partners (CEEP). Spotkanie odbyło się w rafinerii Grupy LOTOS w Gdańsku i było okazją do rozmowy o najważniejszych wyzwaniach w sektorze energii w Europie Centralnej. Jednym z nich jest przenoszenie mocy rafineryjnych z Unii Europejskiej

do regionów o niższych kosztach energii i łagodniejszych przepisach środowiskowych. Paweł Olechnowicz podkreślał, że Europa potrzebuje silnego sektora rafineryjnego, zwłaszcza w obliczu trudnej sytuacji geopolitycznej. – Zwiększenie konkurencyjności europejskiego sektora rafineryjnego ma kluczowe znaczenie dla powstrzymania spadku mocy wytwórczych i niedopuszczenia do utraty tysięcy miejsc pracy w Unii Europejskiej. Przenoszenie mocy wytwórczych poza UE szkodzi również środowisku naturalnemu, bo unijne rafinerie emitują znacznie mniej związków węgla niż analogiczne zakłady w pozostałych częściach świata. Aby sprostać międzynarodowej konkurencji ze strony tych regionów, gdzie nie obowiązuje system ETS, przemysł rafineryjny winien otrzymać 100% uprawnień do emisji CO₂ do 2030 roku – mówił Paweł Olechnowicz. Działania legislacyjne wspierające konkurencyjność sektora energii winny iść w parze z inwestycjami w infrastrukturę i zwiększaniem dywersyfikacji dostaw energii w Europie. Maroš Šefčovič podkreślił rolę Korytarza Północ-Południe, który ma połączyć rynki Europy Centralnej tak ze sobą, jak i z zachodnią częścią kontynentu. Komisarz zgodził się, że realizacja Korytarza jest kluczowym warunkiem dalszej integracji europejskiej. – Europa potrzebuje przemysłu, dlatego chcemy, by mógł się on tutaj rozwijać i zwiększać swą konkurencyjność. Dotyczy to całego sektora energii, związanego tak z wydobyciem i przerobem ropy naftowej i gazu, jak i produkcją energii elektrycznej. Mam świadomość, że sektor ten wymaga znaczących inwestycji, które nie są możliwe bez właściwych regulacji na poziomie unijnym. Zrobimy wszystko, co w naszej mocy, by zapewnić europejskiemu przemysłowi odpowiednie warunki do rozwoju – zapewnił Maroš Šefčovič. Najnowszy raport CEEP pokazuje, jak wiele – politycznie, gospodarczo i społecznie – może zyskać Polska i cała Europa dzięki Korytarzowi Północ-Południe. Raport był przedmiotem debaty prezydentów, premierów i ministrów spraw zagranicznych Polski, Austrii, Bułgarii, Chorwacji, Czech, Estonii, Litwy, Łotwy, Słowacji, Słowenii, Rumunii i Węgier. Debata na temat Korytarza Północ-Południe odbyła się 29 września w Waszyngtonie. W listopadzie br., również w Waszyngtonie, odbędzie się z inicjatywy CEEP drugi Okrągły Stół nt. LNG, którego celem jest zwiększenie możliwości dostaw gazu z USA do Europy. (abc)

(Komunikat prasowy CEEP, Bruksela, 2 października 2015 r.)

Dokończenie na stronie 650