

**Marek DUDYŃSKI, Wojciech CZERWIŃSKI,
Piotr BAREŁA**

QENERGY WARSZAWA

SYSTEM ZGAZOWANIA OSADÓW ŚCIEKOWYCH

SEWAGE SLUDGE GASIFICATION SYSTEM

Gasification technology allows utilizing alternative fuels, that cause problems during traditional burning. Our company with experience in designing and delivering various gasification systems presents sewage sludge gasification technology. Our QM16 gasifier allows thermal utilization of 1,5 tonnes of wet sludge per hour while complying with strict EU and polish regulations. Proposed system is thermally self-sufficient, during normal operation it doesn't require auxiliary heat or fuel supply. It consists of: auxiliary sludge dryer powered with heat recovered in a boiler, QM16 gasifier, combustion chamber with multistage and fully adjustable air supply, exhaust gas-to-air heat exchanger providing hot primary air for gasifier at a temperature of ca. 600°C, cyclonic separator removing most of the ash from the exhaust gas, boiler recovering thermal energy for sludge drying and exhaust gas treatment system including desulfurization, activated carbon addition and a baghouse.

1. Wprowadzenie

Firma Qenergy specjalizuje się w dostawie urządzeń do produkcji energii przy wykorzystaniu odnawialnych i alternatywnych źródeł energii. Proponowane rozwiązania bazują głównie na naszych własnych konstrukcjach. Urządzenia te, podczas swojej wieloletniej pracy, udowodniły skuteczność oraz niezawodność. Stosowane rozwiązania techniczne są równoważne rozwiązaniom światowych producentów będących w czołówce firm z branży. W naszych propozycjach stawiamy na rozwiązania dopasowane do potrzeb Klienta, charakteryzujące się dbałością o środowisko naturalne a jednocześnie wysoce ekonomiczne.

Od kilku lat współpracujemy z firmą Modern Technologies and Filtration, która posiada duże doświadczenie w stosowaniu i wdrażaniu technologii zgazowania.

Od czerwca 2012 roku jesteśmy laureatem konkursu GreenEVO – Akcelerator Zielonych Technologii, organizowanego przez Ministerstwo Środowiska i promującego zaawansowane technologie z zakresu ochrony środowiska, a nasza technologia zgazowania pozytywnie przeszła weryfikację przez niezależnych ekspertów i została nagrodzona.

2. Technologia zgazowania

Zgazowanie jest dobrze znaną technologią, której początki sięgają produkcji gazu miejskiego pod koniec XIX i na początku XX wieku. W późniejszych latach XX w. produkcja gazu ze zgazowania węgla została wyparta przez stosowanie gazu ziemnego, jednak w ostatnich dekadach XX w., wraz ze znaczącym postępem i rozwojem technologicznym, zainteresowanie zgazowaniem powróciło. Powrót ten wynika m.in. z możliwości wykorzystania alternatywnych paliw, które nie nadają się do klasycznego spalania, jak i z niskiej emisji zanieczyszczeń uzyskiwanej w tej technologii.

W najogólniejszym znaczeniu proces zgazowania polega na przemianie substancji zawierających węgiel związany organicznie (takich jak biomasa, węgiel, odpady) w palny gaz, tzw. syngaz. Wytwarzany gaz, składa się z metanu, tlenu węgla i wodoru. Jako produkt uboczny tworzą się lotne i ciekłe substancje smoliste. Aromatyczne i poliaromatyczne węglowodory znajdujące się w smole, głównie toluen, naftalen i fenol występują w temperaturze poniżej 800°C. Wzrost temperatury procesu powoduje zmniejszenie się zawartości substancji smolistych, co wynika z postępującego rozkładu smół na związki prostsze. W temperaturze 900°C benzen stanowi połowę składu wszystkich związków aromatycznych występujących w smole.

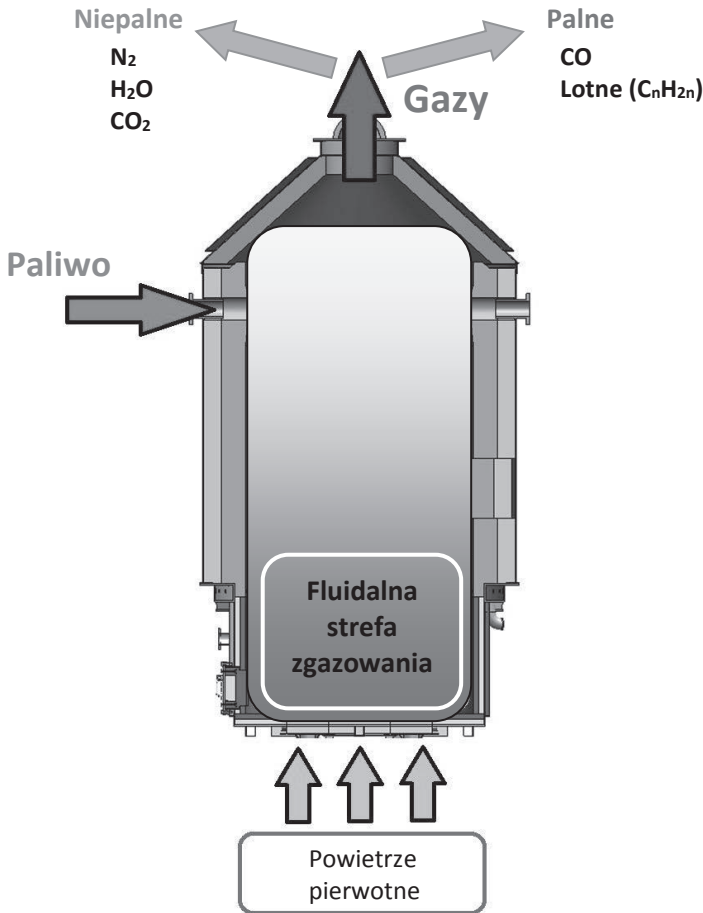
Zgazowanie przeprowadza się w wysokiej temperaturze (rzędu 1000°C), w obecności utleniacza. Reaktory wykorzystywane w tej technologii nazywają się zgazowarkami.

Zgazowaniu można poddawać takie substancje jak: drewno, torf, węgiel, organiczne odpady przemysłowe, osady ściekowe. W klasycznej technologii zgazowania skład paliwa ulega zmianie pod wpływem oddziaływania wysokiej temperatury oraz reakcji z utleniaczem, występującym w ograniczonych ilościach i prowadzącym do niepełnego utlenienia się paliwa. Utleniaczem zwykle jest powietrze atmosferyczne, w niektórych instalacjach stosuje się dodatkowo tlen, parę wodną lub ich mieszaninę.

3. Zgazowarka QM16

Wieloletnie prace badawcze nad przekształcaniem odpadów organicznych w energię umożliwiły konstrukcję reaktora do zgazowywania paliwa stałego. Obecnie oferujemy reaktor czwartej generacji QM16, który umożliwia termiczne przekształcenie 1,5 tony paliwa stałego na godzinę w paliwo gazowe. Pomiary na pracujących instalacjach potwierdzają, że cały proces łącznie z dopaleniem powstałego gazu powoduje bardzo niską emisję zanieczyszczeń. Powstałe spaliny spełniają wszystkie wymagania stawiane procesom termicznego przetwarzania odpadów, zarówno przez Unię Europejską jak i prawo krajowe. Końcowym produktem może być zarówno energia cieplna jak i elektryczna. Cały proces zgazowania jest kontrolowany, sterowany oraz rejestrowany przez skomputeryzowany system automatyki.

Zgazowanie jest procesem wielostopniowym. Doprowadzony do reaktora osad podlega procesom suszenia, pirolizy, oraz zgazowania karbonizatu przy jednoczesnym jego spalaniu. Proces suszenia i pirolizy polega na odparowaniu ze zgazowywanego paliwa części lotnych w tym pary wodnej i smół. Ten etap wymaga utrzymywania temperatury ok. 600°C. Uzyskuje się to poprzez podawanie gorącego powietrza za pomocą dysz zamontowanych w dnie zgazowarki. Pozostałością z pierwszego etapu jest karbonizat, czyli zwęglony wsad.



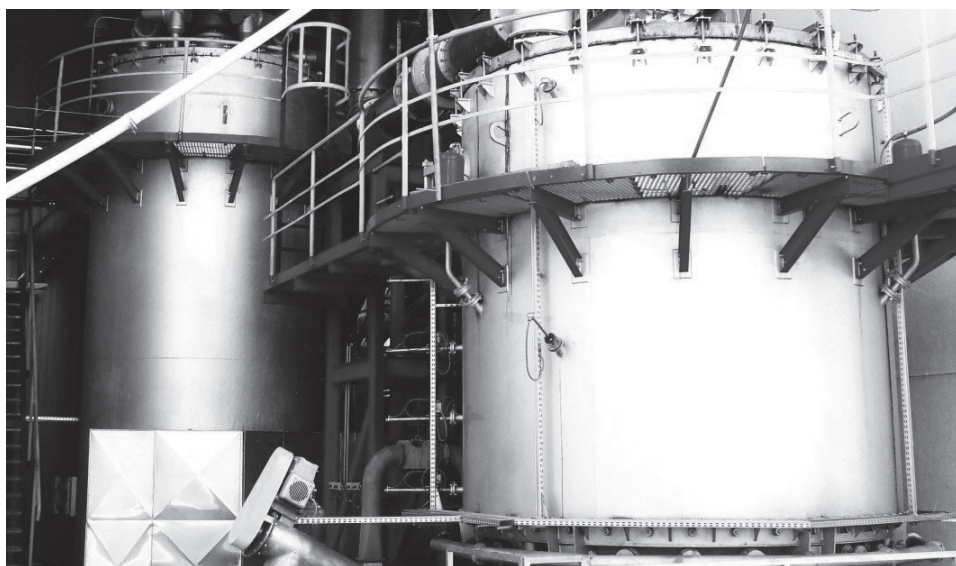
Rys. 1. Schemat procesu zgazowania osadów ściekowych w zgazowarce QM16

Fig. 1. Sewage sludge gasification inside QM16 gasifier

Karbonizat podlega spalaniu podczas reakcji z dostarczonym tlenem (z powietrza). W wyniku tych reakcji powstaje tlenek i dwutlenek węgla oraz wytwarzana jest energia cieplna, konieczna dla procesu zgazowania. Karbonizat wchodzi w reakcje zwaną zgazowaniem z dwutlenkiem węgla i parą wodną, której efektem jest powstawanie tlenku węgla oraz wodoru. Zasadniczym elementem procesu jest utrzymywanie fluidalnej warstwy reakcyjnej o grubości około 1 m, w której podawany osad miesza się z gorącym powietrzem doprowadzając do opisanych powyżej procesów. Efektem procesu zgazowania jest palny gaz, który jest nośnikiem energii odzyskiwanej w dalszym etapie ciągu technologicznego. Oprócz najważniejszych substancji, czyli tlenku węgla oraz wodoru powstaje szereg substancji pobocznych.

Komora zgazowania ma budowę cylindryczną. Jej zewnętrzna część wykonana jest z blachy kotłowej a część wewnętrzna jest wymurowana cegłą żaroodporną. Pomiedzy blachą i wymurówką została zastosowana warstwa izolacyjną np. z betonu izolacyjnego. Konstrukcja ta zapewnia z jednej strony odporność na wysokie obciążenia cieplne i jednocześnie gwarantuje obniżenie temperatury zewnętrznej aparatu do poziomu 60°C. Konstrukcja walcowa mocno ogranicza zjawisko zawieszania się na ścianach aparatu elementów żuźlowych zawartych w paliwie. W części walcowej zabudowany jest pierścień powietrza wtórnego, którego celem jest możliwość pełniejszej regulacji procesu zgazowania.

Cześć dolna komory zgazowania również ma konstrukcję cylindryczną o średnicy wewnętrznej identycznej jak część górna. W dolnej części aparatu zabudowany jest system podawania gorącego powietrza, umożliwiający utrzymanie warstwy fluidalnej przy jednoczesnym prowadzeniu procesu zgazowania.



Rys. 2. Zasilana pierzem zgazowarka QM12 wraz z komorą spalania w zakładzie Indykpol S.A.

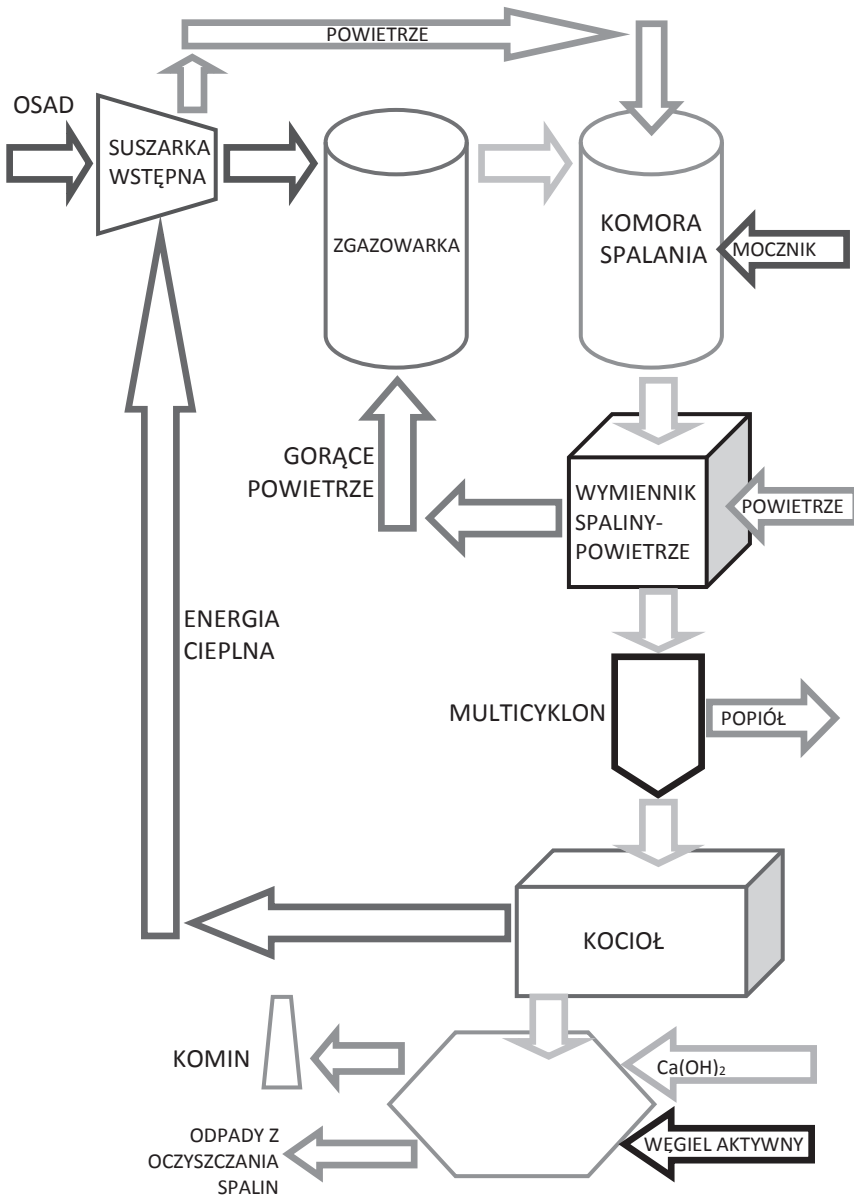
Fig. 2. Feathers fueled QM12 gasifier and combustion chamber at Indykpol S.A.

4. Instalacja zgazowania osadów

Proponowana instalacja składa się z następujących elementów:

1. Suszarka wstępna.

Do suszarki podawany jest mokry osad ściekowy o zawartości suchej masy na poziomie 20%. Nominalny strumień osadu wynosi 1,5 t/h. W suszarce, ciepło odzyskane ze spalin w kotle, wykorzystywane jest do suszenia paliwa. Osad na wyjściu zawiera ok. 30-35% suchej masy. Powietrze wyprowadzane z suszarki kierowane jest do komory spalania, dzięki czemu cała instalacja jest bezdoporna.



Rys. 3. Schemat instalacji zgazowania osadów ściekowych
 Fig. 3. Sewage sludge gasification plant diagram

2. Zgazowarka QM16.

Wstępnie osuszony osad podawany jest do zgazowarki, gdzie pod wpływem gorącego powietrza podawanego przez dno, następuje proces zgazowania. Uzyskany syngaz wraz z odparowaną wodą i niepalnymi cząstkami stałymi kierowany jest do komory spalania.

3. Komora spalania.

W komorze następuje spalanie syngazu. Wielostopniowe, regulowane podawanie powietrza umożliwia precyzyjną kontrolę procesu spalania, tak aby uzyskać optymalnie niskie poziomy emisji substancji szkodliwych. W celu zagwarantowania spełnienia wymogów odnośnie poziomu emisji tlenków azotu, komora spalania wyposażona jest w układ podawania mocznika.

4. Wymiennik spaliny-powietrze.

Ciepło odbierane od gorących spalin wykorzystywane jest do podgrzewu powietrza pierwotnego podawanego do zgazowarki. Ze względu na poziom wilgotności paliwa, konieczne jest podawanie powietrza o temperaturze ok. 600°C.

5. Multicyklon.

Większość popiołów niesionych przez spaliny wychwytywana jest w multicyklonie. Popiół ten, w przeciwieństwie do odpadów z instalacji oczyszczania spalin, nie jest odpadem niebezpiecznym, co istotnie obniża koszt jego utylizacji.

6. Kocioł.

W kotle odzyskiwana jest energia cieplna ze spalin, która jest wykorzystywana do wstępnego suszenia osadu.

7. Instalacja oczyszczania spalin.

Półsucha instalacja odsiarczania w połączeniu z dozowaniem węgla aktywnego oraz filtrami workowymi zapewnia oczyszczenie spalin do poziomu wymaganego dla spalarni odpadów. Skład oczyszczonych spalin kontrolowany jest poprzez system ciągłego monitoringu emisji.

Układ wykorzystuje całą energię do utrzymania procesu. Jest to układ autonomiczny wymagający dostarczania energii cieplnej jedynie na etapie rozruchu instalacji. Całe ciepło produkowane w układzie wykorzystywane jest ponownie w procesie w celu odparowania wody z osadu.

Konstrukcja naszej instalacji zapewnia ograniczenie odoru do minimum. Wilgotne powietrze odprowadzane z suszarki wstępnej, zamiast do otoczenia, kierowane jest do komory spalania, co eliminuje główne źródło odoru w instalacji.

Przedstawiony układ zapewnia redukcję masy podawanego osadu na poziomie 90% (wartość zależna od składu i wilgotności osadu). Co istotne, ok. 80% generowanego odpadu stanowi popiół (kod 19 01 14), który ze względu na wysoką zawartość fosforu oraz brak jakichkolwiek substancji organicznych, idealnie nadaje się do zagospodarowania w rolnictwie jako nawóz. Obecne uwarunkowania prawne nie dopuszczają takiej możliwości, jednak trwają badania nad sposobami odzysku fosforu z popiołu, co pozwala spodziewać się możliwości komercyjnego wykorzystania popiołu. Odpad z oczyszczania spalin (kod 19 01 07*), jako odpad niebezpieczny, nie może być na obecną chwilę w żaden sposób wykorzystany, w związku z czym konieczne jest przekazanie go na składowisko. Ograniczona do minimum produkcja tego odpadu, wpływa na obniżenie kosztu jego utylizacji. Instalacja spełnia wszystkie wymagania stawiane tego typu instalacjom i jest zgodna z rozporządzeniem dot. termicznej utylizacji odpadów.

Tabela 1. Dane techniczne zgazowarki QM16
Table 1. QM16 gasifier specifications

Średnica	ok. 2,5 m
Wysokość	ok. 5,0 m
Czynnik zgazowujący	gorące powietrze
Strumień osadu na wejściu suszarki	ok. 1500 kg/h
Strumień popiołów odprowadzanych w multicyklonie (kod 19 01 14)	ok. 120 kg/h
Strumień odpadów stałych z instalacji oczyszczania spalin (kod 19 01 07*)	ok. 30 kg/h

5. Referencje

Do 2016 roku wdrożyliśmy, razem z firmą MTF Sp. z o.o., 6 kompletnych układów zgazowania.

- System zgazowania odpadów drzewnych dla Klose Czerska Fabryka Mebli Sp. z o.o.
 - Kompletny system o mocy 2,5 MW. Instalacja zgazowania działa nieprzerwanie od 1996 roku. Energia cieplna używana jest do suszenia drewna i innych zastosowań technologicznych.
- System zgazowania odpadów drzewnych dla Holzwerk Sp. z o.o. w Warszawie, Oddział w Drygałach.
 - Kompletny system o mocy 7 MW składający się z dwóch zgazowarek zintegrowanych w jeden system. Układ wykorzystywany jest do suszenia drewna.
- System zgazowania odpadów garbarskich dla Lubuskich Zakładów Garbarskich.
 - Zgazowarka pozwala na bezpieczną utylizację uciążliwego odpadu w połączeniu z niską emisją substancji niebezpiecznych oraz niskimi kosztami eksploatacji.
- System zgazowania biomasy dla firmy ENPAL Sp. z o.o. w Słubicach.
 - Układ o mocy cieplnej do 8 MW używany jest jako jedyne źródło ciepła dla suszarni trocin.
- System zgazowania biomasy dla firmy EMG Sp. z o.o. w Szepietowie.
 - Układ o mocy cieplnej do 5 MW używany jest jako jedyne źródło ciepła dla suszarni trocin.
- System zgazowania pierza dla firmy Indykpol S.A. w Olsztynie.
 - Układ o mocy cieplnej 3,5 MW używany do utylizacji odpadu jakim jest pierze indyckie z pobliskiego zakładu produkcyjnego. Rocznie utylizowanych jest 12 000 ton piór a produkowanych jest 30 000 ton pary technologicznej.

