

Zespół kogeneracyjny firmy CES dla Oczyszczalni Kuchary

Andrzej Pluta

Krakowska firma CES oferuje systemy kogeneracyjne – CHP (Combined Heat and Power) wytwarzające energię elektryczną i ciepło w skojarzeniu z paliw gazowych (gazu ziemnego, biogazu, gazu oczyszczalnianego, składowiskowego, kopalnianego, itp.). Artykuł prezentuje parametry i sposób wykonania zespołu kogeneracyjnego zbudowanego dla Oczyszczalni Ścieków Kuchary i podłączonego do sieci elektroenergetycznej Energia-Operator w Kaliszu.

Podstawową istotą skojarzonego wytwarzania energii jest możliwość uzyskania energii elektrycznej i ciepłej bez marnowania blisko 50% energii pierwotnej (w porównaniu do rozdzielnej produkcji prądu i ciepła) oraz ograniczenie w istotny sposób emisji gazów cieplarnianych (powstających w przypadku konwencjonalnej produkcji energii w elektrowniach i ciepłowniach).

Energetyczne wykorzystanie biogazu obejmuje zarówno produkcję energii elektrycznej, jak i wykorzystanie ciepła odpadowego wytwarzanego przez agregat prądotwórczy. Takie podejście może zwiększyć rentowność przedsięwzięcia związanego z energetycznym wykorzystaniem paliw. Zastosowanie biogazu lub gazu ziemnego

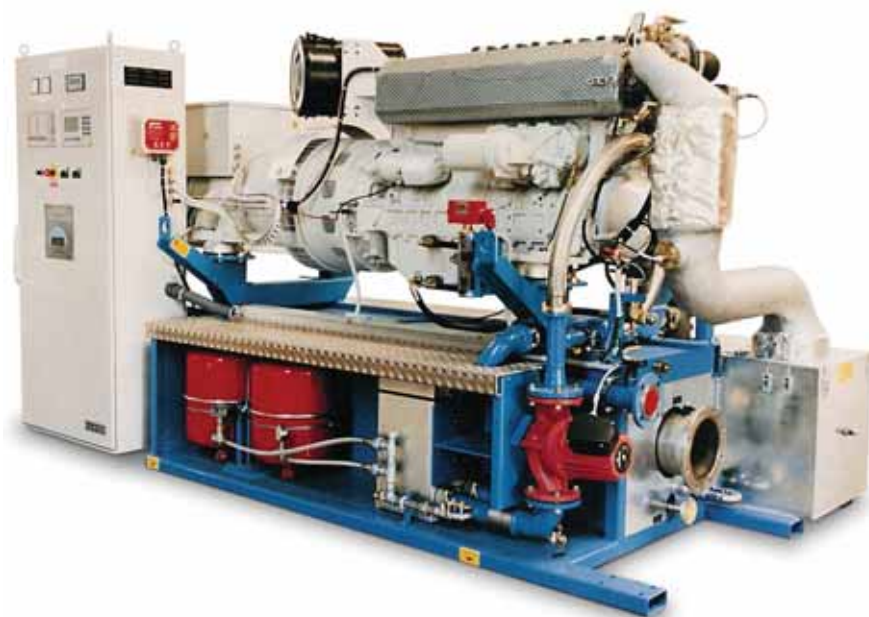
do produkcji elektryczności i ciepła na sprzedaż może także stanowić cenne źródło dochodu dla wielu przedsiębiorstw prywatnych i samorządowych.

Firma CES oferuje agregaty prądotwórcze/moduły kogeneracyjne CHP z silnikami gazowymi w zakresie mocy od 50 kW do 9 MW oraz kompletne instalacje biogazowe (tj. zbiorniki gazu, analizatory, ssawy, urządzenia do dezintegracji, przepływomierze biogazu itp.). Dostarczane agregaty prądotwórcze i gazowe moduły kogeneracyjne mogą pracować na gaz ziemny GZ-50, biogaz oczyszczalniany, wysypiskowy, z biogazowni oraz na gaz kopalniany i koksowniczy. Systemy w zależności od aplikacji osiągają sprawność całkowitą do 92,5%.

Podstawowy system kogeneracyjny

Podstawowy system kogeneracyjny składa się z modułu wytwarzania energii elektrycznej i ciepła, energetycznego układu zabezpieczeń, rozdzielnic napędów pomocniczych oraz automatycznej instalacji uzupełniania oleju. Moduł kogeneracyjny zbudowany jest w oparciu o silnik tłokowy najczęściej zasilany gazem ziemnym, propanem lub biogazem powstałym na skutek fermentacji osadów ściekowych, odpadów komunalnych, biomasy itp. Silnik gazowy posadowiony jest na wspólnym wale z prądnicą synchroniczną, praca tych elementów umożliwia produkcję energii elektrycznej. Na skutek spalania gazu w silniku powstaje ciepło składające się na całkowitą produkcję energii cieplnej urządzenia. Odbierane jest ono przez układ wymienników ciepła. Natomiast jego pozostała część wypromieniowywana zostaje z korpusu silnika do atmosfery. Ciepło poprzez układ wodny (90/70°C), zintegrowany z modułem CHP, odprowadzane jest do zewnętrznej instalacji grzewczej i wykorzystywane jako ciepło użytkowe (dla potrzeb socjalnych, procesów technologicznych, itp.). Przykładowy wygląd modułu kogeneracyjnego obrazuje rysunek 1.

W zależności od wymagań użytkownika moduły CHP mogą być wyposażone w obudowy dzwinkochłonne, wewnętrzne lub kontenerowe, tłumiki hałasu na spalinach i na wylocie powietrza, jak również szafę sterowania nadrzędnego umożliwiającą monitoring i wizualizację parametrów pracy systemu CHP.



Rys. 1. Moduł kogeneracyjny z panelem sterującym pozwalającym na synchronizację z siecią energetyczną

Realizacja w Gołuchowie

Zespół kogeneracyjny opisany w dalszej części publikacji został wykonany na potrzeby Oczyszczalni Ścieków Kuchary w Gołuchowie – w celu wykorzystania powstającego w procesie oczyszczania ścieków biogazu - oraz podłączony do sieci elektroenergetycznej Energia-Operator w Kaliszu.

W skład powstałej instalacji wchodzi:

- kontener do zabudowy silnika biogazowego wraz z prądnicą synchroniczną (moduł kogeneracyjny),
- chłodnica wentylatorowa montowana na dachu kontenera,
- instalacja odprowadzenia spalin z silnika,
- odsiarczalniki biogazu,
- przyłącza do istniejących sieci uzbrojenia terenu oczyszczalni: biogaz, sieć ciepła i energia elektryczna.

Moduł kogeneracyjny

Dla energetycznego wykorzystania biogazu do produkcji skojarzonej energii elektrycznej i ciepłej wykorzystano moduł kogeneracyjny typu MB 3066 L4 (90/70°C) na bazie silnika biogazowego z generatorem synchronicznym 230/400 V AC, 50 Hz o parametrach pracy ciągłej przy trybie pracy równoległej z siecią:

- moc elektryczna $Q_e = 192$ kWel,
 - moc cieplna $Q_c = 214$ kWth,
 - moc wejściowa $Q = 499$ kW,
- oraz przy trybie pracy samotnej:
- moc elektryczna $Q_e = 172$ kWel,
 - moc cieplna $Q_c = 198$ kWth,
 - moc wejściowa $Q = 452$ kW.

Zużycie biogazu przez moduł kogeneracyjny wynosi 90,7 m³/h dla wartości opałowej biogazu 6,2 kWh/m³.

Moduł kogeneracyjny złożony z silnika przystosowanego do spalania biogazu napędzającego generator synchroniczny oraz układu odzysku ciepła z chłodzenia silnika i mieszanki paliwowej oraz wymiennika spalin/woda do odzysku ciepła ze spalin zabudowany został w 30-stopowym kontenerze o wymiarach: 900 x 300 x 320 cm (długość x szerokość x wysokość). Kontener umiejscowiono w odległości 4 m od strony południowo-zachodniej istniejącego budynku zaplecza warsztatowego wraz z kotłownią biogazowo-olejową. Wykorzystano kontener o konstrukcji stalowej,

ze ścianami z ociepleniem warstwowym, stanowiącym izolację cieplną i akustyczną.

Odprowadzenie spalin z modułu kogeneracyjnego odbywa się za pomocą typowego kominu dostarczonego wraz z agregatem z zamontowanym tłumikiem akustycznym w kontenerze. Na dachu kontenera umieszczono chłodnicę awaryjną silnika pozwalającą na pracę urządzenia przy braku odbioru energii cieplnej. Kontener ustawiono na żelbetowej płycie fundamentowej o wymiarach 898 x 298 cm, na poziomie terenu.

W kontenerze wykonano instalacje:

- technologiczną cieplną,
- instalacje elektryczne do wyprowadzenia mocy i włączenia do sieci elektroenergetycznej oczyszczalni ścieków,
- instalacje elektryczne wewnętrzne,
- instalację biogazową.

Kontener nie kwalifikuje się do wyznaczenia stref wybuchu. Jest chroniony poprzez aktywny system wykrywania metanu. W przypadku wykrycia metanu wewnątrz kontenera następuje automa-

tyczne odcięcie zasilania biogazu (zawór odcinający zlokalizowany w skrzynce na zewnątrz kontenera).

Odsiarczalniki biogazu

Instalacja odsiarczalni biogazu dla projektowanych parametrów technologicznych 200 m³/h, umiejscowiona została w żelbetowej komorze i przykryta rozbiegalnym zadaszaniem. Komora odsiarczalni o gabarytach (dł. x szer. x wys.) 405 x 240 x 180 cm, zagłębiona została 170 cm w gruncie. Głównym elementem odsiarczalni biogazu jest stalowy adsorber wypełniony masą czyszczącą, o wymiarach 2500 x 1900 x 1400 mm oraz układ króćców przyłączeniowych do sieci biogazu. Lokalizacja odsiarczalni poniżej gruntu zapobiega zamarzaniu masy czyszczącej w okresie zimowym oraz przegrzaniu masy czyszczącej w okresie letnim.

Przykrycie komory mieszczącej instalację odsiarczalni zaprojektowano jako rozbiegalne zadaszanie z prefabrykowanych

CES – przykładowe realizacje w ostatnich latach

Rok 2006

- Aqua Park Wrocław – uruchomienie instalacji kogeneracyjnej opartej na dwóch modułach typu ME 3042L1 o mocy elektrycznej 2 x 357 kW i mocy cieplnej 2 x 529 kW. W pełni zautomatyzowany układ kogeneracyjny pracuje równoległe z siecią ZE;

Rok 2007

- Oczyszczalnia Ścieków w Mielcu – dostawa, montaż i uruchomienie instalacji CHP opartej na module typu MB3066L4 o mocy elektrycznej 192 kW i mocy cieplnej 214 kW (moduł zasilany biogazem oczyszczalnianym i gazem ziemnym GZ-50). W pełni zautomatyzowany układ wyposażony jest w opcję pracy wyspowej i zsynchronizowany z siecią ZE;
- Zakład Gospodarki Komunalnej „Bolesław” – budowa instalacji technologicznej pozyskiwania i energetycznego wykorzystania biogazu na składowisku odpadów w Ujkowie Starym – całkowite odgazowanie składowiska wraz z dostawą i uruchomieniem jednostki prądowłórczej o mocy elektrycznej 370 kW. Agregat jest zsynchronizowany z siecią ZE. Realizacja zakończona w 2008 r.
- PWiK w Gorzowie Wielkopolskim – dostawa i montaż zespołu kogeneracyjnego zasilanego biogazem, dla ilości wytwarzanego biogazu 2800 – 3600 m³/doba wraz z dokumentacją techniczną na terenie Oczyszczalni Ścieków w Gorzowie Wlkp. – elektrociepłownia w oparciu o moduł CHP o mocy elektrycznej 370 kW i mocy cieplnej 426 kW;

Rok 2008

- Regionalne Centrum Gospodarki Wodno-Ściekowej w Tychach – dostawa drugiego modułu kogeneracyjnego o mocy elektrycznej 345 kW i mocy cieplnej 531 kW. Obecnie system CHP oczyszczalni posiada moc elektryczną 690 kW oraz moc cieplną 1,06 MW;
- Oczyszczalnia Ścieków w Krośnie – budowa elektrowni biogazowej – elektrociepłownia o mocy elektrycznej 2 x 192 kW oraz modernizacja układu grzewczego komór WKF;
- Oczyszczalnia Ścieków „Załęże” w Rzeszowie – dostawa trzeciego modułu kogeneracyjnego o mocy elektrycznej 350 kW i mocy cieplnej 475 kW. Obecnie system CHP oczyszczalni posiada moc elektryczną 1040 kW oraz moc cieplną 1535 kW.

Rok 2009

- Tłocznia gazu ziemnego w Jarosławiu – dostawa i instalacja agregatu prądowłórczego o mocy elektrycznej 772 kW;
 - Oczyszczalnia Ścieków w Opolu – budynek pod trzy moduły CHP, wykonanie sieci instalacyjnych, dostawa i uruchomienie dwóch modułów CHP o mocy elektrycznej 1 x 370 kW oraz 1 x 192 kW;
 - Składowisko odpadów w Krosniewicach (k. Łodzi) – agregat prądowłórczy o mocy elektrycznej 716 kW,
- Instalacje w realizacji:**
- Oczyszczalnia Ścieków „Pomorzany” w Szczecinie, 3 x 350 kW;
 - Zabudowa układu kogeneracyjnego w Oczyszczalni ścieków w Rabczynie (k. Ostrowa Wlkp.), 2 x 192 kW.

Oczyszczalnia Ścieków Kuchary w Gołuchowie



Mechaniczno-biologiczna oczyszczalnia ścieków o przepustowości hydraulicznej projektowanej 40 000 m³/dobę. W skład systemu oczyszczania wchodzi także: kanał odprowadzający ścieki oczyszczone do rzeki Proсны o długości 0,95 km, kolektory przerzutowe ścieków z Kalisza i Nowych Skalmierzyc o łącznej długości 14,1 km, miejskie kolektory ściekowe: Główny, Winiary i Winiary-Nestle o łącznej długości 11 km.

Oczyszczalnia spełnia wszystkie wymogi eksploatacyjne i uzyskuje wymagane parametry oczyszczania. Wywiera korzystny wpływ na wody rzeki Proсны, bowiem odprowadzane do niej ścieki mają lepsze parametry fizyko-chemiczne niż woda płynąca w rzece.

segmentów umożliwiające wymianę masy czyszczącej w adsorberze. Zadaszenie wykonane jest jako dwuspadowe o wysokości w kalenicy 1,20 m powyżej poziomu gruntu. Zadaszenie instalacji chroni przed opadami atmosferycznymi do komory odsiarczalni i stanowi izolację cieplną w okresie zimowym i letnim. Odsiarczalniki zlokalizowano w odległości 8,5 m od kontenera modułu kogeneracyjnego.

Proces odsiarczania

Wiązanie siarkowodoru następuje w czasie przepływu biogazu przez wielowarstwowe złożo masy czyszczącej umieszczone w adsorberze. Ilość warstw złoża czyszczącego oraz ich grubość zapewnia najkorzystniejsze oczyszczenie biogazu oraz minimalne straty ciśnienia. Kubatura adsorbera odsiarczalni jest tak dobrana, aby czas przepływu biogazu przez odsiarczalnice pozwalał na całkowite usunięcie siarkowodoru z biogazu. Masa czyszcząca przygotowana jest na bazie rudy darniowej. Ruda darniowa jest masą mineralną pochodzenia naturalnego z pewną ilością związków żelaza powstałych w wyniku procesów oksydacyjnych i biochemicznych nagromadzonych pod nadkładem warstwy ziemi najczęściej bez znaczenia rolniczego. Ruda darniowa jest sypką masą o kolorze od brązowego do czerwonego i jest podatna do bezpośredniego wykorzystania jako masa czyszcząca w procesie odsiarczania. Ruda darniowa po wyjęciu z odsiarczalni poddawana jest regeneracji i stanowi zapas na następną wymianę. Składowana ruda darniowa nie podlega procesowi starzenia się i jest bezterminowo przydatna do stosowania w procesie odsiarczania biogazu. Ilość masy czyszczącej w adsorberze instalacji odsiarczalni wynosi 4200 kg. Adsorber odsiarczalni

wykonany jest ze stali kwasoodpornej OH18N9.

Biogaz po odsiarczeniu kierowany jest do dmuchawy podwyższającej ciśnienie biogazu do wartości wymaganej przez agregat prądowłoczy. Dmuchawa biogazu zlokalizowana jest w komorze instalacji odsiarczania biogazu. Przyłączenie instalacji odsiarczania do sieci biogazu spełnia wymagania Rozporządzenia Ministra Gospodarki Przemysłowej i Budownictwa z dnia 1. X. 1993, w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy w oczyszczalniach ścieków. Dz. U. Nr 96 z 1993, poz. 438.

Przyłącza zewnętrzne

Linie kablowe nN

Do modułu kogeneracyjnego doprowadzone zostały trzy niezależne linie kablowe:

- kabel 1 kV YKXS 4 x 240 mm² – 221/240 (trasa/kabel) – kabel energetyczny do wyprowadzenia wyprodukowanej energii elektrycznej do istniejącej rozdzielni głównej nN oczyszczalni,
- kabel 1 kV YKY 5 x 50 mm² – 221/240 (trasa/kabel) – kabel energetyczny do zasilania potrzeb własnych modułu kogeneracyjnego,
- kabel sterowniczy YKSY 14 x 2,5 mm² – 221/240 (trasa/kabel) – kabel do zabezpieczenia generatora i sieci.

Kable ułożono w ziemi na głębokości 0,7 m we wspólnym wykopie, w odległości 25 cm od siebie.

Przyłącze biogazu

Przyłącze biogazu, o długości 16,3 m, wykonano z rur PE80 SDR11 ϕ 160 x 14,6 mm. Przyłącze wyprowadzono z istniejącego rurociągu biogazu zasilającego kotłownię i ułożono w ziemi na głębokości około 1 metra.

Przyłącze ciepłe

W celu wyprowadzenia ciepła wyprodukowanego w module kogeneracyjnym do instalacji cieplnej kotłowni wykonano przyłącze ciepłe z rur preizolowanych ϕ 88,9/160 mm. Długość przyłącza, ułożonego w ziemi na głębokości około 1,2 metra, wynosi 4,5 metra.

Włączenie modułu kogeneracyjnego do instalacji cieplnej oczyszczalni

Układ odzysku ciepła z modułu kogeneracyjnego został włączony do istniejącej kotłowni oczyszczalni ścieków przystosowanej do spalania biogazu i lekkiego oleju opałowego. Energia cieplna przekazywana jest do kotłowni za pomocą sieci cieplnej wykonanej z rur preizolowanych 88,9/160 mm.

Przepływ czynnika grzewczego przez sieć cieplną wymusza pompa PS typu UPS 50-120 F. Jest ona uruchamiana automatycznie po załączeniu modułu kogeneracyjnego. Przepływ czynnika grzewczego w sieci regulowany jest zaworem stałego przepływu typu ZQ1. Moduł kogeneracyjny podnosi temperaturę wody powrotnej do kotłowni i w przypadku pokrycia zapotrzebowania na ciepło przez oczyszczalnię, blokowana jest praca kotłów (termostat blokujący pracę kotłów znajduje się w ich sterowniku z zewnątrz). W przypadku większych poborów ciepła woda po modułach kogeneracyjnych podgrzewana jest w kotłach. Praca obiegu grzewczego przebiega na parametrach 90/70°C.

Andrzej Pluta

Autor jest pracownikiem działu sprzedaży systemów kogeneracyjnych w firmie CES



KONTAKT

**Centrum Elektroniki Stosowanej
CES sp. z o.o.**

ul. Wadowicka 3
30-347 Kraków

tel. (12) 269 00 11
fax (12) 267 37 28

e-mail: mwaciak@ces.com.pl
www.ces.com.pl