



Studia Podyplomowe

EFEKTYWNE UŻYTKOWANIE ENERGII ELEKTRYCZNEJ

w ramach projektu
Śląsko-Małopolskie Centrum Kompetencji
Zarządzania Energią

**Alternatywne źródła energii elektrycznej
- rozwiązania praktyczne**

Dr inż. Tadeusz Żaba

1. Wytwarzanie energii elektrycznej w układach skojarzonych.

Przykładem takich działań może być produkcja energii elektrycznej i ciepła na oczyszczalniach ścieków.

Opis działania oczyszczalni ścieków.

Dopływające do oczyszczalni ścieki poddawane są oczyszczaniu mechanicznemu polegającemu na wytrącaniu zawiesiny mineralnej /piasku/ i tłuszczu w napowietrzanych piaskownikach a następnie oddzielaniu zanieczyszczeń pływających na kratkach oraz wytrącaniu zawiesiny łatwo opadającej poprzez sedimentację w osadnikach wstępnych. Ścieki pompowane są do osadników wstępnych poprzez komorę rozdzielczą a następnie przepływają do komór osadu czynnego, gdzie prowadzony jest proces w reaktorze przepływowym z wydzielonymi komorami beztlenową, niskotlenową i tlenową z wewnętrzną recyrkulacją. Osad wtórny jest częściowo zawracany pompami recyrkulacyjnymi na początek komór osadu czynnego stanowiąc żywą czynną biologicznie kulturę bakteryjną, dla której źródłem pożywienia są świeże napływające z osadników wstępnych ścieki. Nadmiar osadu wtórnego jest zagęszczany mechanicznie. Podobnie też osad wstępny z osadników wstępnych jest zagęszczany w zagęszczaczu grawitacyjnym. Oba osady tj. wstępny i wtórny zagęszczone do uwodnienia ok. 95 % pompowane są do wydzielonych komór fermentacyjnych i poddawane fermentacji trwającej średnio ok. 22 dni. Podczas biologicznego procesu rozpadu w trakcie fermentacji substancje organiczne przetwarzane są na wartościowy gaz pofermentacyjny. Odbywa się to w tzw. procesie fermentacji metanowej, który następuje po zajściu procesu fermentacji kwaśnej. Jest to proces, w którym rozkładają się wolne kwasy tłuszczowe powstałe w poprzednim okresie, a odczyn zaczyna być bardziej zasadowy. Wskutek rozkładu kwasów tłuszczowych do: CO_2 i metanu, ilość metanu wzrasta bo uwolniony poprzednio wodór tworzy z węglem metan. Gaz z fermentacji zawiera wówczas metan i CO_2 .

Przefermentowany osad poddawany jest końcowemu odwadnianiu na prasach taśmowych i transportowany do stacji termicznej utylizacji, natomiast biogaz ujmowany zostaje w górnej części komór fermentacyjnych. Po odsiarczeniu gromadzony jest w zbiorniku i może być użyty do zasilania generatorów pracujących w układzie kogeneracji.

Przykładowy skład biogazu:

- metan [CH_4] - od 63,96% do 65,45%
- dwutlenek węgla [CO_2] - od 34,35% do 35,86%

- zawartość siarkowodoru [H₂S] - 46,75 mg/ m³

Wartość opałowa biogazu pozwala na uzyskanie z 1 m³ gazu 23,8 MJ energii. W związku z powyższym z 1 m³ biogazu możemy otrzymać 4,6 kW energii elektrycznej lub cieplnej.

Generatory zasilane biogazem.

Jednostki kogeneracyjne zwykle posiadają silniki gazowe z zapłonem iskrowym z turbosprężarką oraz układ chłodzenia gazu.

Silnik gazowy pracuje w oparciu o mieszanekę zubożoną. Gaz jest dostarczany do układu mieszania gaz/powietrze. Generator wymaga gazu o stałym ciśnieniu. Powietrze do spalania jest pobierane z pomieszczenia przez filtr powietrza. Do filtra powietrza dołączone jest również odpowietrzenie skrzyni korbowej. Powietrze przepływa przez układ mieszania gaz/powietrze, którego zadaniem jest stworzenie mieszanki o stałej zawartości gazu i powietrza niezależnie od obciążenia. Zawór lambda reguluje przepływem powietrza w funkcji sygnały uzyskanego z sondy lambda. Następnie mieszanka przepływa do turbosprężarki gdzie jest sprężane do ciśnienia 0,14 MPa. Po sprężeniu mieszanka jest kierowana do chłodnicy w celu obniżenia temperatury. Na wejściu instalacji poboru mieszanki przed silnikiem zainstalowana jest blokada ogniowa zapobiegająca przedostaniu się ognia do systemu mieszania. Pracujący silnik jest źródłem napędu dla generatora oraz źródłem ciepła.

W silniku gazowym energia cieplna może być odzyskiwana z:

- układu chłodzenia
- układu spalinowego
- układu olejowego

Produkcja energii elektrycznej.

Generatory zwykle są wyposażone w układ regulacji prędkości obrotowej pracujący w oparciu elektroniczny układ regulacji i siłownik elektromechaniczny. Regulator prędkości jest zaprojektowany dla wyłącznej regulacji prędkości podczas fazy rozruchu (bieg jałowy) oraz w czasie pracy w trybie izolowanym, jak również do kontroli mocy przy stałej prędkości w trybie pracy równoległej z siecią energetyczną.

Kogeneratory mogą pracować równoległej z siecią zasilającą. W związku z powyższym generatory synchroniczne mogą być przyłączone do pracującej sieci zasilającej tylko przy

zapewnieniu zgodności faz, częstotliwości oraz kąta napięcia. Aby te warunki mogły zostać spełnione w generatorze zastosowano urządzenie synchronizujące. Urządzenie to przy udziale regulatora prędkości powoduje nastawę częstotliwości i prędkości generatora, umożliwiając podłączenie do systemu. Sygnały regulujące powstają w mechanizmie różnicowym, a zmiany nastaw są przekazywane do regulatora prędkości obrotowej poprzez zdalny regulator. Po podłączeniu do sieci jednostka synchronizująca zostaje wyłączona. W czasie pracy z siecią prędkość jest regulowana poprzez układ sieciowy. Po ustaleniu połączeń sieciowych regulator prędkości jest sterowany automatycznie przez regulator mocy. Energia elektryczna jest przesyłana do systemu energetycznego oczyszczalni za pośrednictwem odpowiedniego układu pomiarowego, który pozwala na uzyskiwanie tzw, świadectw pochodzenia. Rozliczeniowy pomiar energii umożliwia jej dwukierunkowe zliczanie. Z uwagi na wielkość mocy pobieranej przez oczyszczalnię nie ma przypadku sprzedawania energii do sieci przedsiębiorstwa energetycznego.

Przykładowe parametry kogeneratora o mocy elektrycznej 800 kW.

Waga jednostki 12 500 kg. Szesnasto cylindrowy silnik gazowy z turbodoładowaniem, który zużywa 290 m³/h biogazu przy pełnym obciążeniu, a jego moc cieplna wynosi 810 kW. Jednostka kogeneracyjnejna składa się z następujących głównych elementów:

- zespołu prądowórczego zabudowanego wewnątrz obudowy dźwiękochłonnej, składający się ze spalinowego silnika biogazowego i prądnicy synchronicznej,
- modułu cieplnego zawierającego zestaw wymienników ciepła oraz pompy obiegowe.
- rozdzielnicy energetycznej dla wyprowadzenia energii elektrycznej produkowanej przez zespół prądowórczy,
- systemu odprowadzenia spalin składającego się z dwóch tłumików montowanych szeregowo ponad modułem cieplnym oraz chłodnicy wentylatorowej awaryjnego chłodzenia obiegu pierwotnego silnika oraz chłodnicy wentylatora obiegu intercoolera.

2. Odzysk energii z grawitacyjnego splywu wody – turbina na magistrali wodociągowej.

Po zakończeniu skomplikowanego procesu technologicznego, który odbywa się na zakładzie uzdatniania otrzymujemy wodę przeznaczoną do spożycia. Należy ją jeszcze tylko wtłoczyć do rurociągów tranzytowych, a następnie za ich pośrednictwem doprowadzić do systemu dystrybucji. Zadanie to realizujemy za pośrednictwem układów pompowych. Pompowanie jest niezbędne aby pokonać naturalne uwarunkowania terenowe oraz zapewnić odpowiednie

ciśnienie w sieci wodociągowej. Zwykle na trasie przepływu wody zachodzi następnie konieczność dławienia ciśnienia. Można do tego wykorzystać turbinę ze zmienną geometrią łopat. Przykładem takim może być zamontowana na trasie grawitacyjnego spływu wody z Zakładu Uzdatniania Raba w kierunku Krakowa turbina z możliwością zmiany kąta nachylenia łopat, dzięki czemu uzyskano płynną regulację napływu wody do zbiorników wody uzdatnionej zlokalizowanych w Sierczy oraz możliwość odzysku energii z istniejącej nadwyżki ciśnienia. Montaż turbiny został dokonany w ten sposób, iż wybudowano odcinek rurociągu tzw. „bypass” na którym zabudowano układ turbiny. Natomiast w miejsce istniejącej na rurociągu 1400 mm zasuwy regulacyjnej zamontowano zasuwę sprzężoną z turbiną. Podczas, gdy turbina jest zatrzymana, zasuwa ta się otwiera na zadany stopień otwarcia. Jeśli turbina pracuje, wówczas system sterowania dokonuje samoczynnego zamknięcia zasuwy.

Praca turbiny.

Po uruchomieniu turbiny system automatyki dokonuje jej stopniowego rozpędzenia do prędkości 600 obr/min, jednocześnie zmniejszając stopień otwarcia zasuwy na rurociągu Raby II. Po rozruchu turbiny układ synchronizacyjny automatycznie dokonuje jej synchronizacji z siecią energetyczną dostawcy energii, gdyż całość wyprodukowanej energii elektrycznej jest sprzedawana do systemu elektroenergetycznego. W związku z faktem, iż turbina wytwarza energię elektryczną o napięciu 400 V należało dodatkowo wybudować stację transformatorową, która przetworzy ją na napięcie 15 000 V. Stacja ta wyposażona jest również w system zdalnego monitoringu pozwalającego na podgląd pracy systemu przez odbiorcę energii elektrycznej. Na rysunku przedstawiono ekran obrazujący parametry pracy generatora oraz stan połączenia z siecią energetyczną.

Sterowanie pracą turbiny.

Cały system pracy turbiny sterowny jest automatycznie w oparciu o dwa układy sterowników PLC. Jeden do sterowania samą turbiną pracujący w oparciu o sterownik Siemens S7-300, a drugi typu Horner ze zintegrowanym panelem operatorskim stanowi element łączący sterownik turbiny z istniejącym układem monitoringu pracy tranzytu. Zadaniem tego sterownika jest również sterowanie i monitoring zasuw, pomiar ciśnień wody w rurociągach oraz komunikacja ze sterownikiem turbiny. Sterowanie i monitoring z ZUW Raba został zrealizowany drogą radiową z wykorzystaniem radiomodemu firmy SATEL oraz poprzez łącze DSL.

