

Technologie uszlachetniania biogazu do jakości gazu ziemnego

Większość z obecnie produkowanego w Europie biogazu spalana jest w agregatach kogeneracyjnych w celu produkcji energii elektrycznej i ciepła. Ponieważ biogazownie budowane są najczęściej na terenach rolniczych bądź w znacznym oddaleniu od terenów zabudowanych, poziom wykorzystania ciepła jest często niesatysfakcjonujący.

Jednym ze sposobów zwiększenia efektywności wykorzystania biogazu jest jego przesyłanie siecią gazową do miejsc, w których wykorzystanie energii elektrycznej i ciepła z jednostek kogeneracyjnych jest bardziej korzystne. Jest to możliwe dzięki technologiom uszlachetniania, a następnie wtlaczania uzyskanego w procesie biometanu do sieci gazowej.

Stężenie metanu w surowym biogazie wynosi 40-70% obj. Natomiast w procesie uszlachetniania surowego biogazu uzyskuje się tzw. biometan o zawartości metanu nawet do 99,9% obj. Głównym celem tego procesu jest oddzielenie dwutlenku węgla od metanu. W tabeli 1 przedstawiono uśredniony skład biogazu, biometanu oraz gazu ziemnego.

Aby podwyższyć wartość kaloryczną biometanu i tym samym zbliżyć się zarówno składem, jak i jakością do gazu ziemnego, dodaje się czasami do niego gaz LPG bądź powietrze. Konieczne jest również dostosowanie ciśnienia biometanu do tego panującego w sieci gazu ziemnego.

W procesie uszlachetniania biogazu wyeliminowane zostają z niego również siarkowodor, amoniak, woda, związki tlenu oraz azotu. Jednak ponieważ najbardziej wymagającym pod względem zastosowanej technologii i najdroższym procesem jest oddzielenie dwutlenku węgla od metanu, w artykule skupiono się głównie na technologiach umożliwiających ten rozdział.

Tab. 1. Porównanie składu biogazu, biometanu oraz gazu ziemnego

Składnik	Biogaz	Biometan	Gaz ziemny
Metan	45-70%	94-99,9%	93-98%
Dwutlenek węgla	25-40%	0,1-4%	1%
Azot	< 3%	< 3%	1%
Tlen	< 2%	< 1%	-
Wodór	ślady	ślady	-
Siarkowodor	< 10 ppm	< 10 ppm	-
Amoniak	ślady	ślady	-
Etan	-	-	< 3%
Propan	-	-	< 2%
Siloksany	ślady	-	-

Technologie uszlachetniania biogazu

Znanych jest obecnie kilka technologii uszlachetniania biogazu. Do najczęściej stosowanych należą: adsorpcja zmiennociśnieniowa (PSA — Pressure Swing Adsorption), płuczki wodne, płuczki z zastosowaniem innych rozpuszczalników (np. amin), separacja membranowa oraz separacja kriogeniczna. Przegląd tych technologii przedstawia tabela 2.

W Europie najczęściej stosowanymi technologiami są adsorpcja zmiennociśnieniowa PSA oraz płuczki wodne. Obie znalazły zastosowanie w ponad 60 instalacjach, z czego większość zlokalizowana jest w Niemczech i Szwecji. Pozostałe technologie wdrożono w pojedynczych obiektach w Europie.

Żadna z technologii dostępnych na rynku nie jest idealna. Każda posiada zarówno zalety, jak i wady, których trzeba być świadomym. Dlatego też wybór którejkolwiek z opcji do uszlachetniania biogazu z danej biogazowni powinno być poprzedzone szczegółowymi analizami.

• Adsorpcja ciśnieniowa PSA

W tym najbardziej popularnym nie tylko w Europie procesie produkcji biometanu, prowadzonym pod ciśnieniem ok. 3 — 7 barów, wykorzystuje się zjawisko adsorpcji dwutlenku węgla i innych molekuł w złożu węgla aktywnego bądź na sitach molekularnych z zeolitu. Częsteczki metanu, jako większe od cząsteczek dwutlenku węgla, nie zatrzymują się na mikroporach adsorbentu i są usuwane z instalacji w fazie gazowej.

Po ekstrakcji metanu, ciśnienie w kolumnie zostaje obniżone

i dwutlenek węgla ponownie przechodzi w fazę gazową. W celu zapewnienia ciągłości procesu praktykuje się budowę kilku równoległych połączonych ze sobą kolumn adsorpcyjno-desorpcyjnych.

Ponieważ na węglu aktywnym może również dochodzić do adsorpcji siarkowodoru i pary wodnej, co mogłoby doprowadzić do dezaktywacji złoża, zaleca się wstępne oczyszczenie biogazu przed podaniem go na kolumny.

W większości z 33 obecnie eksploatowanych instalacji PSA w Europie uzyskuje się gaz o zawartości metanu 96-98% obj. Do największych z nich należą obiekty

Tab. 2. Technologie uszlachetniania biogazu

Technologia	Efekt	Stężenie metanu po procesie	Straty metanu
Adsorpcja ciśnieniowa (PSA)	Adsorpcja CO ₂ pod ciśnieniem na węglu aktywnym	> 96%	2-4%
Płuczka wodna	Rozpuszczenie CO ₂ w wodzie pod wysokim ciśnieniem	> 96%	1-3%
Wymywanie Setexol, Rectisol, Purisol	Rozpuszczenie CO ₂ w rozpuszczalniku pod wysokim ciśnieniem	> 96%	ok. 2%
Płuczka aminowa	Chemiczna reakcja CO ₂ z MEA (monoetanolamina)	> 99%	< 0,1%
Separacja membranowa	Różna prędkość permeacji molekuł gazowych	> 95%	ok. 2%
Separacja kriogeniczna	Warunki agregacji w zależności od temperatury	> 99%	-

w Nuenen w Holandii o mocy przerobowej 1500 m³ surowego biogazu/h oraz w Terpen i Rothenow w Niemczech, w których co godzinę uszlachetnia się ok. 500 m³ surowego biogazu.

• Płuczki wodne

Drugą pod względem popularności w Europie technologią produkcji biometanu jest zastosowanie płuczek wodnych. W procesie rozdziału metanu i dwutlenku węgla w tego rodzaju instalacji, wykorzystywane jest zjawisko większej rozpuszczalności dwutlenku węgla w wodzie w porównaniu z metanem. Proces ten przeprowadza się w warunkach ciśnienia ok. 7 barów, co powoduje, iż oprócz CO₂ również inne składniki gazowe, takie jak siarkowodor czy amoniak, rozpuszczają się w wodzie.

Metan w fazie gazowej ekstrahowany jest w szczytowej części kolumny. Wodę z rozpuszczonymi w niej cząsteczkami gazów pompuje się do drugiej kolumny, w której po obniżeniu panującego tam ciśnienia