

Serwis biogazowni

– lepiej zapobiegać, niż leczyć

Część 3

Wykorzystanie biogazu do produkcji energii elektrycznej i ciepła w układach CHP (ang. Combined Head and Power) jest obecnie najbardziej popularnym i promowanym rozwiązaniem, szczególnie w zakresie gospodarki i utylizacji biomasy. Niemniej jednak spalanie biogazu w agregacie prądotwórczym jest mocno skorelowane z badaniem oraz wymianą oleju smarowego, który podczas eksploatacji mechanicznej ulega procesowi starzenia, zmieniając swoje parametry fizykochemiczne. Dodatkowo pojawiają się w nim zanieczyszczenia.

GRZEGORZ PIECHOTA, G.P.CHEM. LABORATORIUM

Jak opisano w poprzednim artykule dot. jakości biogazu („Magazyn Biomasa” nr 5 (23), maj 2016 r.), podstawowym problemem gazów powstających w wyniku procesów fermentacyjnych różnego rodzaju biomasy jest ich zanieczyszczenie przez nadmierną wilgoć, siarkowodor, związki chlorowcopochodne, pył, amoniak czy siloksany. Z drugiej strony, gazy takie zawierają jednak względnie wysoką zawartość metanu (50 – 65 proc.), co sprawia, że stanowią kalorycznie atrakcyjne paliwo do procesów spalania w jednostkach CHP.

Oleje płynne do silników spalinowych (w tym także jednostek CHP) w trakcie pracy podlegają nadwyzczaj dużym obciążeniom mechanicznym i termicznym. W wysokiej temperaturze pracy tulei cylindrowych smar płynny nie powinien wyparować, lecz tworzyć odpowiednio lepłą, niezmięszającą się, dobrze przylegającą warstwę

smaru zwaną potocznie filmem. Natomiast w niższej temperaturze olej smarny powinien być na tyle płynny,

Wykonywanie badań oleju oraz ich właściwa interpretacja pozwala na kontrolę zachowania parametrów oleju oraz na staranne i precyzyjne sterowanie procesem fermentacji

aby umożliwić uruchomienie wychłodzonego agregatu, a jednocześnie dawać gwarancję pokrycia filmem powierzchni ślizgowych przy ponownym uruchomieniu silnika.

Patrząc ogólnie na jakość olejów smarowych dedykowanych dla jednostek CHP, powinny charakteryzować się one następującymi właściwościami:

- ▶ stabilną warstwą filmu w każdej temperaturze pracy,
- ▶ optymalną lepkością w każdej temperaturze zakresu pracy,

- ▶ wysoką stabilnością termiczną,
- ▶ dużą odpornością na procesy starzenia,
- ▶ neutralizującym działaniem na substancje korozyjne,
- ▶ względnie niskim stosunkiem substancji popiołotwórczych – na ogół nieprzekraczającym 1 proc.,
- ▶ dużym buforem bezpieczeństwa w celu zachowania długich interwałów wymiany.

O dopuszczeniu stosowania danego oleju w układzie CHP decyduje producent jednostki prądotwórczej, określając dopuszczone klasy płynów smarowych w okólniku technicznym, będącym integralną częścią DTR agregatu. Dopuszczony do obiegu olej musi spełniać konkretne wymagania. Do tych podstawowych można zaliczyć: kompatybilność z dodatkami uszlachetniającymi, odporność na utlenianie, odporność na nitrację, termostabilność, krótki czas rozdziału emulsji olej – woda, niską skłonność do pienienia, odpowiednie właściwości reologiczne w niskich i podwyższonych temperatu-

rach oraz zdolność do niwelowania zanieczyszczeń w postaci jonów i cząstek metali pochodzących z różnych źródeł.

Szczegółowa analiza parametrów oleju jest idealnym narzędziem diagnostycznym badania parametrów płynu smarnego. Wykonywanie badań oleju oraz ich właściwa interpretacja pozwala na kontrolę zachowania parametrów oleju, a ich właściwe skorelowanie z typem wsadu biogazowego oraz jakością biogazu pozwala na staranne i precyzyjne sterowanie procesem fermentacji, co w sposób jednoznaczny przekłada się na wydłużenie obowiązkowych interwałów wymiany oleju. Badania oleju powinny być wykonywane przy udziale wyspecjalizowanego laboratorium oraz opatrzone właściwym komentarzem. W celu ułatwienia interpretacji jakości oleju w tabeli nr 1 zostały zamieszczone szczegółowe znaczenia parametrów wraz z informacjami wynikającymi z badania.



Tab. 1.

Parametr	Znaczenie parametru	Informacje wynikające z badania
Lepkość w temp. 40°C i 100°C	Lepkość to podstawowy parametr oleju smarnego. Jest miarą oporu płynięcia. Zbyt niska lepkość oleju powoduje brak ochrony elementów trących (zbyt cienki film olejowy); zbyt duża może skutkować niedosmarowaniem szybko poruszających się części mechanizmu agregatu.	Istotna zmiana lepkości oleju w 40°C lub 100°C (silnikowe) daje informację na temat potencjalnej oksydacji lub ścinania się oleju w danych warunkach pracy (co w połączeniu z innymi badaniami pozwala wykryć mechanizm degradacji oleju). Znaczna zmiana lepkości oleju w zadanej temperaturze klasyfikuje olej „do wymiany” lub zamiany oleju na ten o lepszych parametrach.
Zawartość wody	Woda jest jednym z najbardziej niekorzystnych zanieczyszczeń w każdym rodzaju oleju serwisowego, prowadzi do degradacji oleju oraz pogarsza ochronę antykorozyjną. Pomiar poziomu wody zazwyczaj dokonywany jest techniką FTIR.	Zbyt duża zawartość wody (>0,1 proc.) może wskazywać na nieefektywną pracę separatorów wody lub nieszczelność układu smarowania; w silniku na przecieki z układu chłodzenia (analiza równoległa w połączeniu z badaniem zawartości glikolu w oleju).
TAN/Liczba kwasowa	Liczba kwasowa jest miarą zakwaszenia oleju. Substancje kwaśne pojawiają się w oleju w wyniku jego oksydacji (każdy olej pod wpływem temperatury, wody, katalizatorów, np. cząstek miedzi, itp.) lub sulfatacji. W procesach utleniania i nitrowania mogą powstawać słabe kwasy organiczne. Są one częściowo zobojętniane dzięki alkalicznym właściwościom smaru płynnego. Jeśli smar płynny ma jeszcze wystarczającą rezerwę alkaliczną, to liczba kwasowa AN obejmuje tylko słabe kwasy.	Zwiększenie zakwaszenia oleju jest procesem nieodwracalnym, chociaż czasami można je znacznie ograniczyć. Liczbę kwasową bada się zawsze w stosunku do świeżego oleju. Niewielkie wzrosty tego parametru są normalne w trakcie eksploatacji surowca, natomiast istotny skok TAN daje zazwyczaj rekomendację do wymiany oleju. Zalecane jest badanie liczby kwasowej systematycznie i obserwowanie trendu (zazwyczaj co 250 – 600 mth).
TBN/Liczba zasadowa	Liczba zasadowa jest miarą rezerwy alkalicznej oleju, czyli jego zdolności do pochłaniania kwaśnych produktów oksydacji czy sulfatacji. Najczęściej jest badana dla oleju silnikowego. Liczba zasadowa TBN oznacza alkaliczną rezerwę smaru płynnego i charakteryzuje chemiczną zdolność do neutralizacji. Jest to właściwość smaru płynnego niezbędna do kontroli zużycia korozyjnego. W trakcie użytkowania smaru płynnego rezerwa alkaliczna zmniejsza się na skutek wchodzenia w reakcje z kwasami. Kwasy są końcowymi produktami reakcji zachodzących w procesie spalania oraz reakcji starzenia/utleniania i nitrowania. Podczas pracy z paliwami gazowymi wytwarzającymi kwasy (szczególnie gaz wysypiskowy, gnilny i biogaz) należy liczyć się z szybkim obniżaniem się liczby zasadowej.	Podobnie jak w przypadku TAN, wartość TBN badana jest w stosunku do oleju świeżego; przeważnie wymiana oleju powinna nastąpić, jeśli TBN spadnie poniżej połowy wartości dla oleju świeżego.

	<p>Gdy obniża się całkowita liczba zasadowa (TBN), rośnie liczba kwasowa (AN). Ponieważ zgodnie z listą wartości granicznych liczba kwasowa zawsze musi być mniejsza niż liczba zasadowa, dlatego w obszarze A nie jest dopuszczalna praca silnika.</p> <p>Oś X: Czas pracy Oś Y: Wartość liczbowe wyniku analizy Obszar A: Niedopuszczalny okres eksploatacji Pozycja 1 – 5: Data analizy smaru płynnego Pozycja 5: Data kolejnej wymiany smaru płynnego</p>	
<p>Zawartość metali poszycia wewnętrznych części agregatu</p>	<p>Nie ma w użyciu idealnych środków smarnych, gdyż nawet przy najlepszej ochronie dochodzi do mikrokontaktu małych powierzchni trących, w wyniku którego powstaje metaliczny ścier. Jego skład pierwiastkowy wskazuje, które z elementów podlegają szczególnemu zużyciu, natomiast po wielkości cząstek wnioskuje się o zaawansowaniu zużycia.</p>	<p>Dla każdego rodzaju oleju określone są limity zawartości jonów metali lub cząstek metalicznych każdego rodzaju. Ich nadmiarowa obecność wskazuje na pogorszenie właściwości smarnych płynu, rekomendując wymianę oleju. Każdy z elementów wewnętrznych poszycia agregatu wykonany jest z osobliwych sobie stopów metali. Po składzie pierwiastkowym ścieru można ustalić, które z elementów mechanizmu ulegają nadmiernemu zużyciu.</p>
<p>Metale poszycia: Fe, Cr, Ni, Al, Cu, Pb, Sn, Cd, Ag, V</p>		
<p>Zawartość dodatków</p>	<p>Prawie każdy środek smarny z nielicznymi wyjątkami jest uszlachetniany dodatkami poprawiającymi konkretne parametry oleju; dodatki te podlegają zużyciu w trakcie eksploatacji, zużycie to można stwierdzić na podstawie badań.</p>	<p>Stopień zużycia poszczególnych dodatków (antyutleniaczy, dodatków AW i EP, przeciwpiennych itp.) w trakcie eksploatacji, w powiązaniu z innymi badaniami, pozwala ustalić interwały wymiany płynu smarnego.</p>
<p>Metale zawartości dodatków: Mg, Ca, Ba, P, Zn</p>		
<p>Zanieczyszczenia oleju</p>	<p>Oleje w trakcie eksploatacji mogą być zanieczyszczone wieloma innymi substancjami, które powodują pogorszenie właściwości smarnych (np. cząstki kurzu działające ściernie na powierzchnie metaliczne) i skracają okres obowiązkowej wymiany oleju.</p>	<p>Badanie obecności zewnętrznych zanieczyszczeń w postaci jonów i cząstek metali oraz zawartości niemetalicznych komponentów daje informację o skuteczności układów filtrowania oleju. Na tej podstawie można określić przyczynę przedostawania się zanieczyszczeń do układu, np. zanieczyszczonego powietrza, słabej skuteczności filtrów przeciwpyłkowych, utraty szczelności układu olejowego czy znacznego zanieczyszczonego gazu pędnego – biogazu.</p>
<p>Metale zanieczyszczeń: Si, Na, K, oraz metale pochodzące z innych źródeł: Ti, Mo, Sb, Mn, Li, B</p>		
<p>Oksydacja</p>	<p>Oksydacja (utlenianie) oleju jest naturalnym procesem jego zużycia w trakcie eksploatacji, pomiar dokonywany jest spektrometrem FTIR, a miarą jest wielkość zaabsorbowanego promieniowania przez produkty oksydacji (np. kwasy karbonylowe) w odpowiednim paśmie widma.</p>	<p>Zbyt duża oksydacja oleju powoduje jego degradację oraz utratę własności smarnych i ochrony antykorozyjnej; wykazanie zbyt dużej oksydacji na długo przed planowanym okresem wymiany środka smarnego jest wskazaniem do zamiany oleju czy smaru na lepszy, a skok oksydacji (od pewnego momentu oksydacja postępuje lawinowo) pozwala ustalić optymalny okres wymiany środka smarnego.</p>
<p>Nitracja</p>	<p>Nitracja oleju to proces tworzenia się rozproszonych w oleju osadów w wyniku reakcji jego komponentów z tlenkami azotu (NOx) zawartymi w mieszance paliwowo-powietrznej, to z kolei prowadzi do powstawania szlamu olejowego. Pomiaru poziomu nitracji dokonuje się techniką FTIR.</p>	<p>Nadmierna nitracja oleju prowadzi do jego degradacji i utraty odpowiedniego smarowania. Znaczny ubytek właściwości antykorozyjnych oleju jest wskazaniem do jego wymiany. Nitracja oleju jest szczególnym problemem dla silników wyposażonych w systemy EGR.</p>
<p>Zawartość cząstek stałych (pyłu)</p>	<p>Pył i sadza rozpraszają się w oleju w wyniku procesu spalania paliwa; ilość pyłu zwiększa się wraz z wydłużaniem pracy oleju oraz ze wzrostem ilości spalanego paliwa; mikrocząsteczki pyłu mają tendencję do tworzenia większych skupisk cząstek, dlatego pyły oznaczają się zależnie od rozmiaru cząstek.</p>	<p>Zbyt duża ilość cząstek stałych w oleju powoduje przyrost jego lepkości, w efekcie obniżając efektywność smarowania szybko poruszających się elementów wewnętrznych agregatu, dając objawy m.in. w postaci spadku siły detergencyjnej i dyspersyjnej oleju, wzrostu temperatury na zapłonie (komora spalania) oraz świecach zapłonowych, finalnie prowadząc do spadku mocy pracującego agregatu. Taka sytuacja wymusza wymianę oleju w trybie pilnym.</p>
<p>Zawartość glikolu w oleju</p>	<p>Badanie wskazuje na obecność w oleju płynu chłodzącego (na bazie glikolu lub poliglikolu).</p>	<p>W oleju silnikowym nie powinno być w ogóle śladów glikolu, jego obecność wskazuje na wadę szczelności silnika (pęknięcie głowicy lub zużycie uszczelki pod głowicą).</p>

Podsumowując, badania oleju silnikowego stanowią o diagnozie zarówno jakości biogazu, jak i kondycji wewnętrznej agregatu. Z drugiej strony, obowiązkiem eksploatatora jest badanie oleju, choć często widać praktyki, w których dostawca oleju jest jedno-

cznie podmiotem analizującym jego jakość. Warto, a nawet zaleca się raz na jakiś czas zweryfikować poprawność dostarczanych analiz przez inne – niezależne laboratorium, które nie ma związku przyczynowo-skutkowego z wymianą płynu smarnego.

W kolejnym artykule z cyklu Serwis biogazowni ukaże się kontynuacja tematu. Szerszej analizie poddane zostaną pierwiastki chemiczne występujące w oleju silnikowym dedykowanym do eksploatacji w jednostkach CHP wraz z ich interpretacją.