



FOT. 1
Oczyszczalnia po
modernizacji
(źródło: Wodociągi
Miejskie w Radomiu
Sp. z o.o.)

Optymalizacja gospodarki osadowej

Zbigniew Głogowski

Wodociągi Miejskie w Radomiu Sp. z o.o.

W następstwie wieloetapowej modernizacji Oczyszczalni Ścieków w Radomiu modyfikacji uległy procesy technologiczne związane z gospodarką osadową, co pozwoliło na obniżenie wydatków spółki. Przy realizacji inwestycji zastosowano autorskie rozwiązania.

Układ technologiczny części osadowej Oczyszczalni Ścieków w Radomiu obejmuje następujące procesy technologiczne:

- zagęszczanie osadu wstępnego w zagęszczaczu grawitacyjnym,
- zagęszczanie osadu nadmiernego na zagęszczarkach bębnowych oraz wirówce dekantacyjnej,
- fermentację metanową mezofilową osadu zmieszanego (osad surowy, osad nadmierny oraz tłuszcz) w zamkniętych komorach fermentacyjnych (ZKF) w temperaturze około $36\pm 38^{\circ}\text{C}$,
- ujęcie, oczyszczenie (osuszenie, odsiarczenie, usunięcie związków krzemu), zmagazynowanie i spalanie biogazu w kogeneratorze w celu uzyskania

energii elektrycznej w ilości max. 496 kW_e oraz ciepła technologicznego w ilości max. 540 kW_c,

- mechaniczne odwadnianie osadu przefermentowanego na prasach ciśnieniowych lub taśmowych,
- suszenie osadu odwodnionego w suszarce taśmowej średniotemperaturowej.

Jest to dosyć typowy układ technologiczny dla nowoczesnej oczyszczalni ścieków tej wielkości (360 tys. RLM). W obiekcie dobudowano węzeł fermentacji metanowej oraz węzeł energetyczno-ciepłny. Sam pomysł nie jest ani nowy, ani nowatorski – znany od dziesięcioleci z powodzeniem pomniejsza koszty zużywanej energii elektrycznej w oczyszczalniach. Jednak przy realizacji inwestycji zastosowano ciekawe urządzenia i rozwiązania. W procesie odwadniania wykorzystano prasy tłokowe, spaliny z agregatu prądotwórczego wspomagają suszenie osadów w suszarce, a ciepło odzyskane ze ścieków chłodzących gazy odlotowe z suszarki podgrzewa wstępnie osad do fermentacji.

Odwadnianie osadu na prasach ciśnieniowych

Od roku 2015 na Oczyszczalni Ścieków w Radomiu do odwadniania osadów ściekowych, poza dotychczas eksploatowanymi prasami taśmowymi, korzysta się także z pras tłokowych BUCHER. Głównym elementem prasy jest tłok oraz cylinder. Pomiędzy tłokiem a cylindrem umiejscowione są specjalne dreny odprowadzające odciek z odwadnianych osadów. Dreny zostały tak zaprojektowane, aby w trakcie tłoczenia (sprężu) wyginały się wewnątrz cylindra wypełnionego osadem, odprowadzając odciek. Urządzenie pracuje w cyklu automatycznym, bezobsługowym z pomiarem suchej masy na wejściu, w trakcie pracy i po odwodnieniu.

Osady do odwadniania wprowadzane są do cylindra, wypełniając jego przestrzeń zamkniętą tłokiem. Cykl napełniania i dopełniania komory następuje kilkakrotnie przy wstępnym ściskaniu osadów z zachowaniem ruchu obrotowego komory. W fazie drugiej następuje ściskanie i rozprężanie osadów przez posuwisty ruch tłoka, przy jednoczesnym obracaniu się komory. Faza ta jest powtarzana cyklicznie, przy czym każdorazowy posuw tłoka jest większy o kilka milimetrów od poprzedniego. Rozprężanie następuje zawsze po cyklu sprężania i ma za zadanie spowodować przemieszczenie odwodnionych osadów wewnątrz komory oraz oczyszczenie porów tkaniny filtracyjnej na drenach. Oczyszczenie następuje poprzez przedmuch powietrzny przez dreny powstający przy zasysaniu powietrza przy wstępnym ruchu tłoka (podciśnienie).

Po zakończeniu cykli sprężania i rozprężania sterownik uruchamia cykl wyładunku osadów. W fazie tej cylinder odłączany jest od głowicy przy jednoczesnym zachowaniu ruchu obrotowego całości. Tłok przesuwa się w kierunku głowicy, zapewniając kruszenie placków osadowych i ich wypadanie na zewnątrz.

DANE TECHNICZNE PRASY TŁOKOWEJ (ZAŁ. KONTRAKTOWE):

• wydajność	380 kg s.m./h
• odwodnienie	min. 30% s.m.
• zużycie polielektrolitu	max. 10 kg AS/t s.m.
• zużycie koagulantu	max. 0,4% nadawy
• pojemność cylindra	7500 litrów
• ilość drenów	120 (50 m ²)
• moc zużywana	16 kWh
• ciśnienie w komorze	ok. 5 bar

Odwadnianie osadów na prasach tłokowych wynosi proces odwadniania na wyższy poziom technologiczny. Proces odwadniania odbywa się w trybie automatycznym. Komora odwadniająca jest zamknięta, przez co obsługa nie ma fizycznego kontaktu z osadem. W praktyce przy dawce 7-8 g AS/kg s.m.o. osiągamy odwodnienie ok. 28% s.m., przy czym proces jest powtarzalny. Odwodnienie na tym poziomie zmniejsza masę osadów kierowanych do suszenia, a co za tym idzie – mniej wody do odparowania.

Suszenie osadów za pomocą spalin z agregatu kogeneracyjnego

Procesy fermentacji oraz suszenia osadów są procesami energochłonnymi. Jednocześnie uzyskany biogaz może być potężnym źródłem energii. Praca generatora prądotwórczego oraz suszarni osadów wytwarza pewną ilość ciepła odpadowego możliwą do wykorzystania w procesach technologicznych. Zamierzeniem zastosowania rozwiązania było zminimalizowanie strat ciepła w układzie technologicznym, przekierowując i wykorzystując do maksimum wszystkie dostępne jego źródła.

Uzyskany w procesie fermentacji metanowej biogaz jest spalany przede wszystkim w agregacie kogeneracyjnym o mocy 496 kW_e, wyposażonym w moduł odzysku ciepła w ilości 540 kW_c z chłodzenia korpusu silnika i spalin wylotowych. Jest to ciepło zawarte w dwóch nośnikach:

- spaliny – temp. 475°C w ilości ok. 22 GJ/d,
- płyn z chłodzenia bloku silnika – temp. 85/65°C w ilości ok. 19 GJ/d.

Ilość ciepła jest uzależniona od mocy, z jaką pracuje generator. Największa jej część odzyskana z generatora w postaci spalin – max. 16778 MJ/d, jest kierowana do suszarni osadów. Strumień gorących spalin o temperaturze 475°C w ilości max. 5700 m³/h włączony jest bezpośrednio w obieg powietrza suszącego. Pozwala na to konstrukcja suszarki, gdzie osady suszone są metodą bezpośrednią – strumieniem spalin, powstającym ze spalania gazu ziemnego w palniku suszarki. Spaliny z agregatu do suszarni skierowane są rurociągiem o dł. 66,0 m i śr. DN 300 mm.

Długość rurociągu spowodowana jest dużym oddaleniem obydwu urządzeń.

Skierowanie strumienia spalin do suszarni zmniejszyło zapotrzebowanie na gaz ziemny o ok. 20 m³/h – w zależności od obciążenia agregatu.

Ciepło z chłodzenia bloku silnika

Całe ciepło z chłodzenia bloku (max. 18 854 MJ/d) jest wykorzystane do podgrzewania osadu w komorach fermentacyjnych. Pozostałe pochodzi ze spalin (max. 5 497 MJ/d), a w razie konieczności z 2 szt. kotłów opalanych biogazem o mocy 800 + 400 kW. Z tego źródła ogrzewane są pomieszczenia w budynku socjalno-biurowym oraz budynku operacyjnym.

Podgrzewanie osadu

Odciek ze skraplacza – chłodzenia gazów wylotowych suszarki taśmowej – jest źródłem ciepła niskotemperaturowego w ilości ok. 20 GJ możliwego do odzysku. Stanowi to ok. 1/3 ilości ciepła zawartego w odcieku ze skraplacza suszarki. Niezbędna była przebudowa węzła istniejącego skraplacza na układ dwustopniowy. Taki układ pozwolił na uzyskanie stałej ilości ciepła (niezależnie od pory roku) o wyższych parametrach temperaturowych (45°C zamiast istniejących dotychczas 37°C). Takie ciepło może być już wykorzystane do wstępnego podgrzania osadu zagęszczonego kierowanego do fermentacji.

Plany na przyszłość

W ramach modernizacji wykonany zostanie nowy ciąg krat i piaskowników, pracujących równolegle do istniejących obiektów. Węzeł oczyszczania wstępnego zostanie przebudowany tak, aby był w stanie przyjąć i oczyścić ścieki ze skratek i piasku dla przepływów do ok. 15 000 m³/h. To pozwoli na

pozbycie się problemów z okresowym piętrzeniem ścieków w kanale dopływowym, gromadzeniem się piasku na dnie kanału, a następnie przetrzucaniem go na kraty i sita, znacznie utrudniając prace urządzeń. Przykrycie zbiornika piaskownika i zastosowanie biofiltra spowoduje zmniejszenie uciążliwości zapachowej dla otoczenia.

Na oczyszczalni powstanie także węzeł hydrolizy termicznej osadów. Oczekiwanym efektem zastosowania procesu hydrolizy termicznej osadu jest:

- zwiększenie stopnia przefermentowania osadu – proces hydrolizy zachodzący w komorze fermentacyjnej zostanie skrócony, oraz zostanie ułatwiony rozkład związków trudnorozkładalnych do prostych związków organicznych,
- zwiększenie produkcji biogazu – w wyniku wzrostu ilości substancji organicznej podlegających fermentacji,
- zwiększenie stopnia przefermentowania osadu i w związku z tym zmniejszenie jego ilości wyrażonej jako sucha masa,
- poprawa odwadnialności osadu, związana ze wzrostem stopnia przefermentowania osadu i związanym z tym zwiększeniem udziału części mineralnych.

Zastosowanie procesu hydrolizy oznacza, że przy pojemnościach komór fermentacyjnych (2 x 3800 m³) będzie możliwość przyjmowania większej ilości substratów do fermentacji, co spowoduje wzrost produkcji biogazu.

Nadwyżka biogazu, po zaspokojeniu potrzeb związanych z zasileniem agregatu kogeneracyjnego i ciepła technologicznego, zostanie użyta do suszenia osadów w istniejącej suszarce taśmowej pracu-

FOT. 2

Realizując inwestycję, wybudowano m.in. dwie komory fermentacyjne o pojemności 3,8 tys. m³ każda
(źródło: Wodociągi Miejskie w Radomiu Sp. z o.o.)





FOT. 3

W przyszłości na oczyszczalni ma zostać m.in. zastosowany proces hydrolizy termicznej oraz budowa składowiska operacyjnego osadów (źródło: *Wodociąg Miejskie w Radomiu Sp. z o.o.*)

jącej dotychczas na gazie ziemnym jako głównym paliwie. W celu realizacji tego zamierzenia należy przebudować palnik suszarki z dwumedialnego (gaz ziemny/olej opałowy) na palnik trójmedialny (gaz ziemny/olej opałowy/biogaz), co umożliwi spalanie zarówno gazu ziemnego dostarczonego z sieci zewnętrznej, jak i nadwyżek biogazu. W efekcie zmniejszy się zużycie gazu ziemnego do suszenia osadów, a co za tym idzie zmniejszenie kosztów eksploatacyjnych oczyszczalni.

W okresach zwiększonych napływów w czasie deszczowym, czasami występują problemy z sedymentacją w osadnikach wtórnych. Aby złagodzić uderzenia hydrauliczne, przyjęliśmy rozwiązanie polegające na wyposażeniu istniejącej kolumny centralnej w urządzenie umożliwiające zmianę głębokości, na której wypływają ścieki. Zmiana poziomu wypływu ścieków osiągnięta jest dzięki regulowanej konstrukcji na kolumnie centralnej. Optymalny poziom wypływu ścieków ustalany jest na podstawie pomiarów:

- wielkość przepływu ścieków przez osadniki,
- stężenia osadu w dopływie,
- wielkość recyrkulacji,
- stężenie osadu w recyrkulacji,
- temperatura ścieków.

I jeszcze składowisko operacyjne osadów

Pomimo dobrze rozwiniętego węzła osadowego na oczyszczalni w Radomiu ostateczne zagospodarowanie osadów ściekowych nadal jest obciążone przeróżnymi problemami. Praktycznie każdy sposób zagospodarowania ma jakieś wady. Coraz trudniej znaleźć odbiorcę na osad wysuszony, pozbawiony w dużej mierze wartości opałowej w procesie fermentacji. Przy współspaleniu tracony jest poza tym potencjał nawozowy osadu. Rozsądniejsze wydaje się zagospodarowanie osadu po odwodnieniu pod rekultywację i uprawę roślin, lecz

ta metoda obciążona jest problemami natury prawnej, administracyjnej i organizacyjnej.

Na oczyszczalni w Radomiu część osadów jest suszona, a część po odwodnieniu stosowana na grunty pod uprawę roślin nieprzeznaczonych do spożycia i do produkcji pasz. Zagospodarowanie osadów zarówno wysuszonych, jak i odwodnionych następcza coraz więcej problemów związanych z sezonowością stosowania, a co za tym idzie z nieregularnością w odbiorze osadów. Aby zminimalizować problemy z przetrzymaniem osadów do momentu odbioru, w planach jest budowa składowiska operacyjnego składającego się z wiaty o pow. 1000 m² i wys 6,5 m oraz placu składowego o pow. 6 800 m².

Wszystkie elementy kolejnej rozbudowy oczyszczalni są wkomponowane w istniejący układ technologiczny. Celem poszczególnych punktów modernizacji jest wspomaganie pracy istniejących obiektów dla polepszenia pracy oczyszczalni lub optymalizacja procesu prowadząca do obniżenia kosztów eksploatacji.

Ważnym efektem modernizacji jest także poprawa wizerunku oczyszczalni ścieków – nowe, ciekawie zaprojektowane, estetyczne budynki i obiekty techniczne, uporządkowany i zagospodarowany teren oraz ograniczenie do minimum uciążliwości zapachowej. Program edukacyjny prowadzony na oczyszczalni w czasie realizowanych wycieczek przybliży młodzieży szkolnej problematykę gospodarki wodno-ściekowej w mieście, a także uświadamia znaczenie słowa ekologia. Wszystkie te aspekty powodują, że oczyszczalnia jest postrzegana społecznie jako nowoczesne, proekologiczne przedsiębiorstwo pracujące w oparciu o najnowsze technologie i rozwiązania techniczne dla polepszenia jakości życia w regionie.