

# PODSTAWOWE ZAGADNIENIA MECHANICZNYCH SYSTEMÓW TRANSPORTU BIOMASY

Mgr inż. Józef FURDAK

Podążając za światowymi trendami w energetyce, również w Polsce występuje dążenie do korzystania z odnawialnych źródeł energii. Praktyka sprowadza się do współpalania z węglem jednak pojawiają się pierwsze rozwiązania oparte o zasilanie paleniska wyłącznie biomasą. W przeciwieństwie do długoterminowych skutków tych decyzji tematem bieżącym dla przemysłu jest rozwiązanie zagadnień związanych z procesem technologicznym nowego paliwa. Wprowadzenie nowego, patrząc pod kątem transportu materiału wywołało wiele nieznanymi lub występujących wcześniej w innej postaci trudności. Zdarzenia mające miejsce podczas eksploatacji poszczególnych systemów zmusiły producentów do zmiany podejścia w kwestiach bezpieczeństwa oraz wpływu na środowisko i nie tylko.

## 1. TRANSPORTOWANY MATERIAŁ

Oprócz materiałów opisanych normami – brykietu (PN-EN 14961-3:2011; PN-EN 15210-2:2011) i peletu (PN-EN 15210-1:2010) w zasadzie brak tu systematyzacji. Nawet dla wyżej wspomnianych rodzajów różny może być ich skład i stopień trwałości postaciowej. Gama dostarczanych rodzajów biomasy jest praktycznie nieograniczona i sięga od calizny, ścinków zieleni miejskiej, przez odpady poprodukcyjne i rolnicze do produktów ubocznych uzyskiwanych z oczyszczalni ścieków i biogazowni. Najczęściej brak jest danych na temat własności procesowych i transportowych materiału. Każdorazowo konieczne jest wykonanie specjalistycznych badań określających skład chemiczny, poziom generowanego zagrożenia wybuchowego i pożarowego, spodziewaną postać fizyczną, ciężar usypowy, wilgotność i inne. Niezbędnym elementem tego procesu jest ustalenie dostawców przed rozpoczęciem procesu projektowania. Jest to podstawą do utrzymania założonych parametrów podczas późniejszej eksploatacji.

W przypadku, kiedy surowcem dostarczanym jest półprodukt i zadanie jego wstępnego przetworzenia należy do dostawcy systemu transportowego sytuacja staje się prostsza, ponieważ postać geometryczna w ciągu transportowym jest generowana samodzielnie i jednoznacznie. Jedynym założeniem jest przetworzenie i przetransportowanie materiału wejściowego w określone miejsce i w wyznaczonej postaci. Uproszczenie jest jednak pozorne. Uwagę należy zwrócić na pewne fakty ważne dla procesu. Pierwszy aspekt jest identyczny z tym, jaki występuje w dostawie materiału gotowego – zmienność parametrów wejściowych materiału. Najczęściej instalowaną grupą urządzeń dodatkowych są różnego rodzaju rozdrabniacze, których wydajność będąca jednym z najważniejszych założeń jest silnie uzależniona od postaci geometrycznej i parametrów fizycznych wsadu. Przykładowo dla drewna inna będzie wydajność dla gatunków o małej twardości (np. sosna) a inna dla twardszych (np. dąb). Również ze względu na sposób podawania istotny jest sposób dostarczania materiału (calizna, luźne konary z przecinki...).

Niezmiernie ważnym parametrem będzie wilgotność, zwłaszcza w przypadku materiałów, dla których zmienia ona w drastyczny sposób ich zachowanie się podczas rozdrabniania i transportu (słoma, trawy...).

Szczególną uwagę użytkownika końcowego należy zwrócić na dokładne określenie postaci geometrycznej na wyjściu. Jest to istotny parametr dla kolejnych urządzeń przerobczych (młyny, sita, suszarnie, nietypowe urządzenia transportujące), których charakterystyczna budowa może uniemożliwić uzyskanie parametrów nominalnych przy niewłaściwym materiale zasilającym. Taka sytuacja ma często miejsce przy zrębcie drewnianej, gdzie w zależności od zastosowanego rębaka możliwe jest uzyskanie różnorodnej postaci („chipsy”, zwitki, troty i inne).

## 2. URZĄDZENIA TRANSPORTOWE

Generalną zasadą mechanicznych środków transportu bliskiego jest nie sprawdzanie się większości rozwiązań adaptowanych z najpopularniejszego do tej pory przemysłu węglowego. Naturalną konsekwencją znacznie różniącej się postaci fizycznej materiału jest zupełnie inne zachowanie się podczas transportu. Niestety wielu producentów i użytkowników zdaje się nie zauważać tego faktu, co nierzadko skutkuje awariami urządzeń lub całych systemów.

Podstawowym problemem limitującym zastosowanie danego urządzenia jest wspomniana forma postaciowa samej biomasy, gdzie zdawało by się identyczny bo znajdujący się w tym samym zakresie rodzajowym materiał (pelet, zrębki...) może zachowywać się w skrajnie różny sposób w zależności od charakterystycznego dla danego przypadku przygotowania wstępnego nawet warunków atmosferycznych. Mankamentu tego były pozbawione systemy zasilające w węgiel, kiedy głównym parametrem (oczywiście pod kątem transportowym) różnicującym jego postać była wielkość bryły. Nie mniejszy wpływ na możliwości transportu (i przeróbki) ma poziom wilgotności materiału, który w skrajnych przypadkach prowadzi do utraty funkcjonalności urządzeń, bądź ich awarii.

Co ciekawe, materiał o tak niewielkim ciężarze usypowym (zwykle nie przekraczającym 0,5 t/m<sup>3</sup>), nie generuje typowych obciążeń transportowych ze względu na przemieszczenie, czy podnoszenie ale ma skłonność do zapychania i klinowania, co prowadzi do niedrożności i prawdopodobieństwa mechanicznego uszkodzenia urządzenia. Znane są przypadki zerwania łańcuchów przenośników zgrzeblowych o gabarytach sprawdzających się w przypadku transportu węgla ale już nie biomasy. Osobnego omówienia wymaga kwestia trudnego do opanowania generowania niebezpiecznego pyłu podczas transportu materiałów silnie wysuszonych.

Elementem niezbędnym każdej instalacji jest węzeł separacji. Oprócz nadgabarytu, niezależnie od rodzaju dostarczanej biomasy będziemy mieć do czynienia z zanieczyszczeniami pochodzenia metalicznego i niemetalicznego. Oprócz możliwych uszkodzeń mechanicznych urządzeń transportujących i przeróbczych, metal przemieszczający się w zsuwni stanowi poważne potencjalne źródło iskrzenia, co przy występującej strefie wybuchowej będzie bezpośrednią przyczyną eksplozji.

Wykluczyć ze stosowania należy wszelkie tradycyjne, nieckowe przenośniki taśmowe, zgrzeblowe oparte na łańcuchu technicznym oraz rozwiązania wrażliwe na pył lub powodujące jego powstawanie jego dużych obłoków. Użyte mogą być przede wszystkim metody transportu oparte na ślimacznicach, przenośnikach taśmowych typu zamkniętego, przenośnikach zgrzeblowych specjalnego przeznaczenia oraz – o ile charakterystyka materiału na to pozwala – transporcie pneumatycznym. Wszelkie elementy konstrukcyjne urządzeń powinny być zaprojektowane tak, aby minimalizować możliwość gromadzenia się pyłów osiadłych.

### **3. SZCZELNOŚĆ, ZAGROŻENIE WYBUCHOWE I POŻAROWE**

Materiał, którego pylność i wybuchowość jest znacznie wyższa od węgla (przykładowo dla drewna DGW=55g/m<sup>3</sup>) nastęrcza wielu problemów eksploatacyjnych. W świetle obowiązującego prawa, dla takich warunków pracy dostawca instalacji zobowiązany jest zapewnić maksymalny możliwy poziom bezpieczeństwa użytkownika, a w razie wypadku minimalizację szkód mienia i osób przebywających w pobliżu. Projektant może obrać dwie drogi:

- Wykonanie szczelne

Rozwiązanie słuszne pod kątem minimalizacji zagrożenia wokół instalacji. Skutkuje odcięciem granicy strefy niebezpiecznej kosztem wytworzenia jej podwyższonej wartości na zawężonym obszarze (najczęściej wewnątrz urządzeń transportujących). Możliwe staje się zastosowanie tańszych, powszechnie znanych rozwiązań technicznych w otoczeniu systemu transportowego oraz nie jest wymagane przestrzeganie przez obsługę zaostrożonych procedur. Wadą rozwiązania jest wyższy, wymagany poziom zabezpieczeń zapobiegających lub ograniczających skutki ewentualnego wybuchu. Występuje potrzeba stosowania specjalistycznych rozwiązań tłumiących, co generuje znaczne koszty dodatkowo podwyższone przez konieczność jednoczesnego wzmocnienia konstrukcji samych urządzeń, tak aby kontrolować kierunek upustu wytwarzanego przez wybuch ciśnienia.

- Wykonanie otwarte

Wykonanie urządzeń i budynków otwartych powoduje zmniejszenie natężenia strefy lub jej całkowitą eliminację. Możliwe jest to przede wszystkim przy konstrukcjach zabudowanych na otwartym powietrzu i w terenie o małej gęstości zaludnienia. Ograniczeniem jest poziom zapylenia otoczenia. Skutkiem ubocznym redukcji punktowego poziomu zagrożenia jest

przeniesienie go na większy obszar. Jedynie w przypadku stref o niskim natężeniu może nastąpić ich całkowita neutralizacja. Pylenie powoduje konieczność dbania o ilość pyłów osiadłych oraz nie może przekroczyć poziomów emisji określonych przepisami. W przypadku budynków konieczne staje się stosowanie wydajnych systemów wentylacji.

Niezależnie od wykonania zasadą jest konieczność utrzymywania czystości i nie doprowadzenia do powstawania krytycznej grubości warstwy pyłu będącego potencjalną bezpośrednią przyczyną powstania zarzewia ognia (ze względu na temperaturę zapłonu warstwy pyłu osiadłego przykładowo na gorących elementach napędu), a przy wzburzeniu – wybuchu chmury pyłu (tu ważnym parametrem będzie minimalna energia zapłonu i stężenie zawiesiny). W prawie każdym przypadku konieczne jest zastosowanie instalacji aspiracji, co z kolei wymusza potrzebę odprowadzania zebranych pyłów. Znanym problemem wielu placówek jest gospodarka tak zebrany materiałem. Bezzasadne byłoby zawracanie go na ciąg transportowy, ponieważ wymagałoby to ponownego zebrania w innym punkcie. Z drugiej strony jest to materiał dobrej jakości, z którym należy obchodzić się ze szczególną ostrożnością. Rozwiązaniem może być bezpośrednio podanie do paleniska.

W każdym wariancie wykonania zastosowana może być instalacja zamglawiania w znaczny sposób ograniczająca wzbijanie kurzu. Szczególnie często aplikowana jest w urządzeniach rozładowniczych w naturalny sposób znajdujących się w większości ciągów transportowych. Uwagę należy zwrócić na dobór dysz, aby dodatkowo nie napowietrzać aspirowanej mieszaniny.

Warunkiem nadrzędnym jest spełnienie obowiązków wynikających z obowiązujących przepisów (Rozporządzenie w sprawie minimalnych wymagań dla maszyn, ATEX 99/92/EC, 94/9/EC i zharmonizowane) zarówno pod kątem wyposażenia (elektrycznego i mechanicznego), konstrukcji i odpowiedniego poinstruowania i przeszkolenia obsługi.

Ilość zmiennych dla potencjalnych źródeł zagrożeń i mnogość możliwości ich rozwiązania sprawiają, że mamy do czynienia z często spotykanym w technice przypadkiem, gdzie wymagane jest znalezienie złotego środka pozwalającego na minimalizację stref niebezpiecznych przy jednoczesnej racjonalizacji kosztów przeznaczonych na zapewnienie niezbędnego poziomu bezpieczeństwa. Wybór zależał będzie przede wszystkim od warunków miejscowych i doświadczenia projektanta.

#### **4. SKŁADOWANIE**

Element systemu występujący zawsze, w celu gromadzenia materiału do późniejszego wykorzystania lub jako bufor ciągu transportowego równoważący nieciągłości wydajności. W technice stosuje się kilka sposobów składowania biomasy, przy czym zebrać je można na dwie główne grupy:

- **Hałdowanie**

Najprostsza z metod. Pozwala na łatwy rozładunek przy pomocy prostych narzędzi i wymaga niewielkiego wkładu finansowego. Niestety w przypadku biomasy wiąże się z koniecznością zapewnienia ochrony przed warunkami atmosferycznymi (przede wszystkim duża wrażliwość na wilgoć), co często sprowadza się do budowania konstrukcji zamkniętej, wygenerowanie strefy niebezpiecznej i konieczności instalacji wiążących się z nią systemów bezpieczeństwa. Kolejnym zagrożeniem jest możliwość fermentacji beztlenowej występującej we wszystkich materiałach pochodzenia organicznego, produktem której jest metan oraz podwyższona temperatura. Oprócz oczywistego pogorszenia własności wywołuje to bezpośrednie zagrożenie pożarowe i wymaga stałego monitorowania.

- **Magazynowanie w zbiorniku**

Najczęściej w postaci silosu, choć do tej grupy można zaliczyć wszelkiego rodzaju zasobniki, w tym worki typu big bag. W odróżnieniu od hałdowania trudność tej metody zaczyna się już w momencie napełniania zbiornika, ponieważ wymaga względnej jednorodności materiału oraz najczęściej nie może przebiegać w sposób gwałtowny. Samo składowanie wiąże się z niebezpieczeństwami występującymi przy poprzedniej metodzie oraz dodatkowymi, w postaci możliwości zbrzylenia mogącego powodować awarię lub katastrofę budowlaną. Również

opróżnianie musi odbywać się przy pomocy wyspecjalizowanych narzędzi przystosowanych do konkretnego typu biomasy i mogących nie poradzić sobie w przypadku zastosowania przez użytkownika innego.

Głównymi niebezpieczeństwami w magazynowaniu biomasy będą zawsze: wilgotność i reaktywność biochemiczna. Zarówno przy zbyt wysokiej jak i bardzo niskiej wilgotności będziemy mieć problem z jednej strony ze sklejeniem, zamrażaniem w obniżonych temperaturach a z drugiej z dużą ilością pyłu emitowaną i zanieczyszczeniem otoczenia lub wygenerowaniem atmosfery wybuchowej.

Bioreaktywność, która dodatkowo zwiększana jest zawartością wody i odcięciem dostępu tlenu. Z wyjątkiem celowego dążenia do zapoczątkowania reakcji bakterii beztlenowych – należy jej zapobiegać przede wszystkim przez unikanie składowania biomasy w przedłużonych okresach czasu.

Największe problemy występują w przypadku materiałów pochodzenia rolniczego o dużym rozdrobnieniu (<2mm<sup>2</sup>) z powodu ich odkładania się i tworzenia zbitych mas zakłócających wszelkie procesy transportowo/przetwórcze.

## 5. WAŻENIE

Ograniczenia dla sektora energetycznego wynikające z obowiązujących przepisów pośrednio zawężają metody używane w wazeniu rozliczeniowym biomasy do wag montowanych na przenośnikach taśmowych. Urządzenia te nie najlepiej sprawdzają się w tym zastosowaniu. Charakterystyka budowy tego typu przenośnika praktycznie uniemożliwia szczelność w jego standardowym wykonaniu. Ponadto wymagany jest ustabilizowany, najlepiej poziomy odcinek, co w niektórych warunkach zabudowy może być kłopotliwe w realizacji. Kolejną wadą rozwiązania jest możliwość przystosowania do ograniczonego zakresu ciężaru właściwego, co wymusza stosowanie kilku wag u użytkowników przetwarzających materiał o bardzo rozbieżnych właściwościach. Warunkiem koniecznym legalizacji jest uzyskanie dokładności ważenia w zakresie klasy I. Procedura przewidująca 10 pomiarów kontrolnych przy tak niewielkim ciężarze właściwym materiału jest bardzo wrażliwa na zaburzenia nie zawsze wynikające z winy urządzenia ważącego, a z charakterystycznego zachowania się biomasy podczas transportu i przeładunku. Dla bardzo wysuszonej, o niskim ciężarze właściwym i dużej zawartości pyłów lotnych – typowym efektem transportu jest ich poderwanie skutkujące brakiem możliwości ich zważenia. Nawet tak niewielka ilość może być wystarczająca do zafałszowania pomiaru, ze względu na niewielką masową ilość materiału poddawanego wazeniu w jednostce czasu.

Na rynku pojawiają się metody pozwalające rozwiązać te i inne problemy techniczne związane z wazieniem na przenośniku taśmowym, jednak najlepszym wyjściem z sytuacji wydaje się pomiar ciężaru samych zasobników z materiałem, bądź rozwinięcie metod ważenia na innego typu urządzenia transportujące. Niestety, aby stało się to możliwe konieczne jest stworzenie adekwatnych norm prawnych i idących za nimi rozwiązań technicznych.

## BASICS OF BIOMASS MECHANICAL TRANSPORT

Following worldwide trend in energy sector also Polish industry aim to use renewable sources of energy. Reality is biomass being co-combusted with coal but first pure green energy powered solution appears. Apart from long range consequences of this decision, the casual industry problem is how to deal with this new kind of fuel. For transportation matters this completely new material causes many so far unknown or appearing in other form problems. What is more incidents occurred that enforced – along on manufacturers and exploiters – new look on safety and environment influence matters.