

ANALIZA PRACY URZĄDZEŃ DOZUJĄCYCH SYPKIE SUROWCE PASZOWE

Józef Grochowicz

Instytut Eksploatacji Maszyn Przemysłu Rolno-Spożywczego
Zakład Maszynoznawstwa Przemysłu Rolno-Spożywczego

WPROWADZENIE I CEL BADAŃ

Jedną z podstawowych charakterystyk jakościowych sypkich mieszanek paszowych jest ich jednorodność, wyrażająca się stabilnością proporcji składników w każdej jednostce objętości produktu, wytwarzanego w ciągu dowolnie długiego okresu. Wymaganie co do jednorodności dotyczy wszystkich produktów przemysłu paszowego, ale przede wszystkim mieszanek pełnoporcjowych oraz mieszanin mikrododatków, tzw. premiksów. Osiągnięcie pożądanej jednorodności produktów możliwe jest przy zachowaniu wielu warunków, jednakże dwie podstawowe operacje są tu decydującymi, tj. odpowiednie dozowanie surowców oraz ich wymieszanie.

Dalsze rozważania ogranicza się jedynie do pierwszego z tych procesów, pomijając zagadnienie błędów mieszania, jak i zjawiska wtórne go rozwarstwiania się mieszanek sypkich w transporcie wewnętrznym i zewnętrznym, które mogą spowodować, iż mimo precyzyjnego dozowania i wymieszania produkt nie będzie dostatecznie jednorodny. Oprócz surowców sypkich przemysł paszowy na świecie stosuje także surowce w stanie ciekłym (melasa, tłuszcze, zagęszczone odpady przemysłu rolno-spożywczego, hydrolizaty itp.), jednakże ich dozowanie także nie było przedmiotem badań. Tak więc praca dotyczy wyłącznie procesu dozowania sypkich surowców i składników przemysłowych mieszanek paszowych. W przemyśle paszowym znanych jest wiele systemów dozowania surowców, które najogólniej można sprowadzić do dwóch podstawowych, tj. dozowania objętościowego oraz dozowania wagowego, opisanych w dalszej części pracy.

Celem badań było ustalenie przyczyn i zakresu występujących w praktyce rozbieżności między teoretycznym i rzeczywistym składem

mieszanek paszowych, tj. między teoretycznym wydatkiem urządzeń dozujących a wielkościami uzyskiwanymi w praktyce, zarówno dla dozowania wagowego jak i objętościowego.

CHARAKTERYSTYKA UKŁADÓW DOZOWANIA I WARUNKÓW ICH PRACY

Badany system ciągłego dozowania objętościowego złożony jest z dwóch zestawów (po 11) dozowników bębnowych umieszczonych pod zbiornikami surowców. Regulacja wydatku dozowników napędzanych wspólnym wałem uzyskiwana jest poprzez zmianę obrotów bębnowych dozujących. W tym systemie materiał z poszczególnych dozowników wysypuje się bezpośrednio do przenośnika ślimakowego, gdzie następuje wstępne rozmieszanie surowców podczas transportu. Mieszanina przechodzi następnie do redlera i dalej do podnośnika czerpakowego, z którego poprzez separator magnetyczny i odsiewacz przechodzi grawitacyjnie do dwuwałowej poziomej mieszarki przelotowej.

Drugi badany system to znany układ porcjowego dozowania wagowego typu „Select-O-Weigh”, realizowanego automatycznie za pośrednictwem ślimakowych aparatów wybierających, umieszczonych pod komorami dozownikowymi, a dostarczających materiał do zbiornika wagi sumującej. W układzie dozowania wagowego zwykle występują dwie wagi: jedna o nośności do 500 kg, która służy do precyzyjnego odważania składników występujących w niewielkich ilościach, druga — o nośności 2000 kg — służąca do naważania składników o większym udziale wagowym w danej mieszance paszowej.

Zawartość zbiorników obydwu wag tworzy jedną porcję, która kierowana jest do jednej mieszarki wstępowej o działaniu okresowym. Opisany system dozowania jest praktycznie niezależny od fizycznych właściwości dozowanych materiałów, jako że warunkiem rozpoczęcia dozowania kolejnego surowca jest wprowadzenie dostatecznej ilości surowca poprzedniego. Mogą tu jednak występować przesypy materiału, który w momencie zatrzymania urządzeń wybierakowych znajduje się w drodze między wybierakiem a zbiornikiem wagi, co wymaga odpowiedniego wyboru momentu wyłączenia napędu wybieraków. Niedokładności dozowania mogą w zasadzie powstawać tylko w opisanym momencie, gdzie obiektywną przyczyną błędu może być zmienność fizycznych cech dozowanych surowców. Cechy te odgrywają natomiast zasadniczą rolę w procesie dozowania objętościowego, które oparte jest na założeniu, że istnieje ścisła zależność między rodzajem surowca, a jego ciężarem nasypowym.

Dozowanie objętościowe polega na odmierzaniu objętości surowca zgodnie z obliczeniem, tak, by w każdej jednostce czasu składniki dozo-

wane były w ilości zgodnej z proporcjami ustalonymi w recepturze. Zatem wynikiem uzyskania strumienia mieszanki o pożądanym składzie jest uzyskanie i ciągle utrzymywanie strumieni składników o stałej intensywności wpływu z komór dozownikowych, ale zwykle o różnym wydatku każdego z dozowników (stosownie do procentowego ich udziału w tworzonej mieszance).

Podstawowym warunkiem utrzymania stabilnej wydajności każdego z dozowników jest stabilna wartość ciężaru nasypowego każdego z tych surowców. W rzeczywistości wartość tej cechy dla każdego surowca waha się w dość szerokim przedziale, co wynika z dwóch powodów:

— po pierwsze — jako rezultat zmienności składu chemicznego, stopnia rozdrobnienia i wilgotności surowców,

— po drugie — ze zmieniających się warunków wysypu surowców, o czym decydują zarówno inne jeszcze fizyczne ich cechy, jak: sypkość, podatność na zgniatanie i tendencja do zbrylania się, spójność (wywołujące chwilowe wahania gęstości nasypowej surowców), jak też i występujące przy tym zjawiska w komorach dozownikowych, np. chwilowe zawieszanie się surowców czy samosegregacja.

Dodać należy, że dotychczas brak jest szerszych badań w tym obszarze.

METODYKA BADAŃ

Pomiary przeprowadzone zostały w dwóch wytwórniach mieszanek paszowych, tj. w Zamościu (dozowanie wagowe) i Szamotułach (dozowanie objętościowe). Dla porównywalności wyników przyjęto w obydwu układach dozowania takie same mieszanki paszowe, tj. mieszankę P, DKA Finiszer oraz KB-1. Przed rozpoczęciem pomiarów określono w obydwu przypadkach te same cechy surowców, tj. ciężar nasypowy, wilgotność, stopień rozdrobnienia i kąt zsypania. Przyjęto jednakowe zasady pobierania próbek: dla określenia cech surowców próby pobierano przy dozownikach, natomiast dla określenia jednorodności mieszanek próby pobierano możliwie najbliżej mieszarki.

Do oznaczania jednorodności mieszanek próby pobierano zgodnie z obowiązującymi zasadami wg PN-69/R-64769. Jednorodność mieszanek określano metodą gazometryczną, która polega na pomiarze ilości CO_2 wydzielającego się z węglanów znajdujących się w próbce, potraktowanej kwasem solnym. Jako wskaźnik charakteryzujący niejednorodność mieszanki przyjęto wielkość odchylenia (wyrażonego w procentach) między największą i najmniejszą zawartością dwutlenku węgla jaka wystąpiła w pięciu próbach pierwotnych, tj.:

$$\% \text{ odchylenia} = \frac{\text{max ilość CO}_2 - \text{min ilość CO}_2}{\text{min. ilość CO}_2} \cdot 100$$

Według BN-72/9160-06 przyjmuje się do analizy naważki 3,5 lub 11 g, zależnie od przewidywanego poziomu węglanów. Zgodnie z tym przyjęto próby po 5 g (ważone z dokładnością do 0,01 g), przy czym dopuszczalne odchylenia oznaczane na podstawie tej naważki wynoszą 25%.

Wydajność dozowników objętościowych obliczano najpierw teoretycznie, po czym sprawdzano, ważąc materiał wysypany przez każdy z nich w określonym czasie. Kontrolę rzeczywistych wydajności wybieraków ślimakowych przeprowadzono drogą szczegółowej rejestracji ilości każdego z surowców, po przejściu na dozowanie półautomatyczne. Po zgromadzeniu tych wyników przeprowadzono obliczenia rozbieżności między teoretyczną a faktyczną ilością dozowanych surowców, określając błąd względny i bezwzględny.

WYNIKI BADAŃ I ICH ANALIZA

Bogaty materiał liczbowy uzyskany w doświadczeniach pozwolił na rozpatrzenie współzależności między cechami fizycznymi surowców oraz na określenie zakresu ich oddziaływania na przebieg procesu dozowania. W tym opracowaniu ogranicza się uwagi do następujących zagadnień, tj.:

- wpływu cech fizycznych materiału na wydajność dozowników,
- wyznaczenia zakresu odchylenia w jednorodności składu mieszanek,
- oceny porównawczej obydwu instalacji dozujących.

CECHY FIZYCZNE SUROWCÓW A PRZEBIEG PROCESU DOZOWANIA

W badanych trzech mieszankach wystąpiło 17 różnych surowców*, których cechy fizyczne oznaczono zgodnie z powszechnie obowiązującą metodyką. Badany materiał cechował się na ogół wyrównaną (dla poszczególnych rodzajów surowca) wilgotnością, stąd nie była ona czynnikiem wywołującym dodatkową zmienność cech fizycznych. Podstawową cechą w procesie dozowania objętościowego jest — jak wspomniano — ciężar nasypowy i stąd interesującą rzeczą było wyznaczenie zakresów jego zmienności dla poszczególnych surowców. Z przeprowadzonych pomiarów wynika, że ciężar nasypowy jest cechą zmienną u wszystkich badanych surowców, chociaż zakres różnic wartości tej cechy jest różny dla

* Były to śrut: kukurydziana, pszenna, jęczmienna, owsiana i sojowa; mączki: rybna, mięsno-kostna i z krwi; składniki mineralne: sól, kreda, dwufosfat; premiksy: Mikro P, Polfamiks DKA, Polfamiks KB-1 oraz mleko w proszku, drożdże i koncentrat tłuszczowy „Celat”.

każdego z surowców. Spośród badanych surowców stabilnością wartości tej cechy wyróżniały się śruta pszena i kukurydziana, dla których wahania nie przekraczały kilku procent. Największe natomiast różnice wystąpiły dla śruty jęczmiennej, sojowej oraz mieszanki witaminowo-mineralnej (tzw. zaprawy), sporządzanej oddzielnie i stanowiącej potem jeden ze składników w dozowaniu.

Stwierdzono, że w trakcie dozowania objętościowego występują znaczne wahania wydajności dozowników (rozpatrywane w pewnym odcinku czasu), wyraźnie wpływające na proporcję między składnikami, która wtedy ciągle się zmienia. Uwaga ta dotyczy przede wszystkim surowców dozowanych w największych ilościach (bo zmiana ich ilości wyraźnie zmienia cały skład mieszanki) oraz surowców dozowanych w ilościach praktycznie najmniejszych (jak, np. Polfamiksy) gdyż ich zawartość nie może zmaleć poniżej określonego poziomu, a co chyba jednak się zdarza i tylko będzie wymagać potwierdzenia analitycznego. W większości dozowników objętościowych wystąpiła wyraźnie różnica na plus między wydatkiem obliczonym teoretycznie (według określonego eksperymentalnie ciężaru nasypowego) a wydatkiem rzeczywistym, co było spowodowane przede wszystkim chwilowymi wahaniami w gęstości surowców. Rezultatem tych zmian były wyraźne różnice w chwilowej wydajności procesu dozowania (wyrażanej w kg/min), wyznaczonej każdym pomiarem pojedynczym (przed obliczeniem wydajności średniej), które dochodziły do 50% i więcej w stosunku do ilości najmniejszej.

BADANIE ZMIAN JEDNORODNOŚCI MIESZANEK

W tabeli 1 podano wielkości odchyień między poziomem zawartości węglanów w poszczególnych próbkach oznaczone według zasad opisanych

Tabela 1

Ocena jednorodności badanych mieszanek paszowych

Rodzaj dozowania	Nr kolejny pomiaru uśrednionego	Wielkość różnic w oznaczeniu poziomie węglanów		
		mieszanka P	mieszanka DKA Finiszer	mieszanka KB-1
Objętościowe (przed mieszarką główną)	1	41,09	222,22	24,33
	2	97,43	66,66	53,09
	3	36,43	196,87	55,05
Objętościowe (po mieszaniu)	4	4,35	15,71	10,89
	5	7,32	9,09	13,08
	6	5,51	30,00	14,61
Wagowe	7	5,68	12,50	6,24
	8	6,67	9,61	6,12
	9	3,61	6,25	5,88

w metodyce. Z tabeli 1 wynika, iż w procesie dozowania objętościowego materiał wychodzący ze ślimaków (tj. po wstępnym rozmieszaniu w przenośnikach ślimakowych) umieszczonych pod dozownikami jest wymieszany w bardzo różnym stopniu, bowiem odchylenia zawierają się w przedziale od 24,23% dla mieszanki KB-1 do 222,22% przy mieszance DKA Finiszer. Te same odchylenia dla pasz po przejściu przez mieszarkę mają znacznie mniejsze wartości, bo wahają się w przedziale od ok. 4% do 30%, ale wykraczają poza granicę dopuszczalną określoną normą branżową (25%), co dyskwalifikuje produkt jako paszę. Można stąd wysnuć także wniosek, że różne mieszanki są w różnym stopniu podatne na mieszanie, gdyż np. mieszanka P wykazuje odchylenia tylko na poziomie ok. 70%, podczas gdy u pozostałych te różnice są znacznie większe.

Jeśli chodzi o dozowanie wagowe, to występujące różnice są wyraźnie mniejsze (3,61-12,50%) ale i tutaj mieszanka DKA Finiszer jest pod względem jednorodności najgorszą. Odnotować należy brak skutecznej metody badania jednorodności mieszanek i stosowana u nas metoda węglanowa jest tylko metodą przybliżoną.

PORÓWNANIE JAKOŚCI PRACY UKŁADÓW DOZOWANIA

Z tabeli 1 wynika, że dozowanie wagowe jest wyraźnie lepsze niż objętościowe, jednakże wyniki badania jednorodności uzyskane przy systemie wagowym świadczą, że tutaj błąd nie wynika z procesu mieszania ale tkwi głównie w dozowaniu. Przeprowadzone pomiary kontrolne wykazały, że występujące przesypy jednych składników powodują ograniczenie jakości innych, co wyraża się zwykle nadmierną ilością składników o dużym udziale procentowym, kosztem pozostałych i jest zjawiskiem szczególnie niekorzystnym. Potwierdza to analiza błędów względnych dozowania, które występowały przy dozowaniu składników dodawanych w niewielkiej ilości i dochodziły nawet do 8%. W procesie dozowania objętościowego różnice w wydajności dozowników były znacznie większe, a obliczone błędy względne dochodziły do 20% (masy) planowanego udziału poszczególnych surowców.

WNIOSKI

W procesie dozowania objętościowego należy większą uwagę zwracać na precyzyjną regulację wysypu materiału z poszczególnych dozowników, a także kontrolować ciągłość wysypu wszystkich surowców. Ponadto należy unikać dłuższego składowania komponentów w komorach dozownikowych, zwłaszcza tych które się łatwo zlegają. Wydaje się także, że z uwagi na ciągłe wahania wydajności poszczególnych dozowników objętościowych w WP Szamotuły korzystniej by było tam zainstalować zamiast

jednej mieszarki przelotowej dwie duże mieszarki o działaniu okresowym, pracujące na przemian. Układ taki pozwoliłby zachować ciągłość procesu dozowania, a duża pojemność mieszarek (np. po 3000 l) umożliwi zgromadzenie dostatecznie dużej ilości mieszanki, by skład jej był w miarę wyrównany, bo w mniejszym stopniu uzależniony od chwilowych zaburzeń w równomierności dozowania.

W procesie dozowania wagowego należy zwracać uwagę na wielkość przesypu surowców w momencie zatrzymania wybieraków ślimakowych, gdyż tutaj tkwi główne źródło zmienności składu mieszanek.

LITERATURA

1. Ćudra K. i in.: Technologia przetwórstwa paszowego PWRiL, Warszawa 1977.
2. Grochowicz J., Laskowski J.: Badania nad objętościowym i wagowym systemem dozowania składników mieszanek paszowych. Biul. Inf. CLPP, nr 2-3, 1977.
3. Grochowicz J., Tyłżanowski J.: Budowa, eksploatacja oraz konserwacja maszyn i urządzeń w wytwórniach pasz. Skrypt cz. I. Wyd. Czasopism Techn. NOT, Warszawa 1976.
4. Praca zbiorowa: Feed Manufacturing Technology. Wyd. Feed Prod. Council, American Feed Manufacturers Association, Inc. 1970.

Юзеф Грохович

АНАЛИЗ РАБОТЫ УСТРОЙСТВ ДОЗИРУЮЩИХ СЫПУЧЕЕ КОРМОВОЕ СЫРЬЕ

Резюме

В статье приводятся результаты измерений проведенных в двух разных заводах кормозаготовительной промышленности, касающихся действия установленных в них дозирочных линий. Одна из этих линий основана на объемной, другая — на весовой системе.

Проверяли равномерность дозировки сырья отдельными объемными дозаторами, при взвешивании и сравнении полученных образцов в одинаковых промежутках времени. Исследовали также влияние неравномерности объемной дозировки и неточности весовой дозировки на однородность получаемых кормосмесей, которые для сравнения были приняты как идентичные для обеих линий.

Исследования показали, что объемная дозировка в существующей системе слишком мало точная, в связи с чем качество кормосмесей очень неодинаковое, что м.пр. приводит к необходимости другого решения способа смешивания. В весовой дозировке разницы меньше и связаны прежде всего с неточным регулированием времени работы выбирателей установленных под дозирующими камерами.

Józef Grochowicz

WORK ANALYSIS OF BATCHERS FOR FRIABLE FODDER RAW MATERIAL

Summary

The results of measurements carried out in two different fodder industry plants of functioning of the batching lines established in them are presented in the paper. One batching line is based on voluminal, another — on the weight system.

The batching uniformity of raw materials with voluminal batchers was tested while weighing and comparing the samples obtained at equal time intervals. Also the influence of inequality of voluminal batching on the uniformity of fodder mixtures was investigated; it has been assumed for comparison that either line is identical.

The investigation have proved that the voluminal batching is at the existing arrangement too inaccurate, and thus the quality of the fodder mixtures tested is exceedingly differentiated, what requires, among other things, another solution of the mixing way. In the weight batching the differences are less; they result mainly from an inaccurate work time regulation of selectors installed under the batcher's chambers.