

Jan Barwicki

Agencja Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa w Warszawie

TENDENCJE ROZWOJU NOWYCH KONSTRUKCJI WOZÓW PASZOWYCH MIESZAJĄCYCH I ICH WYKORZYSTANIE DO UPOWSZECHNIANIA ROLNICTWA ZRÓWNOWAŻONEGO

Streszczenie

Przedstawiono aktualne trendy rozwoju konstrukcji wozów paszowych ze szczególnym uwzględnieniem zmian zespołu mieszającego i budowy skrzyni ładunkowej. Pasza pełnodawkowa jest elementem upowszechniania rolnictwa zrównoważonego wpływającym na prawidłowy rozwój produkcji zwierzęcej oraz uniknięcia negatywnego wpływu odchodów zwierzęcych na ochronę środowiska naturalnego. Przedstawione zależności matematyczne pozwalają opisać przebieg procesu mieszania, a wykorzystując program komputerowy ułatwiają przeprowadzenie symulacji zapotrzebowania na energię dla różnych rozwiązań konstrukcyjnych wozów mieszających. Zapotrzebowanie na energię do mieszania pasz wiąże się z kolei z masą wozów mieszających, czyli materiałochłonnością konstrukcji tych maszyn. Energochłonność procesu mieszania pasz objętościowych z paszami sypkimi w wozach z pionowymi mieszadłami jest mniejsza niż w tradycyjnych konstrukcjach z mieszadłami poziomymi.

Słowa kluczowe: wóz paszowy mieszający, konstrukcja, nowość, produkcja zwierzęca, rozwój, energochłonność, materiałochłonność, prognozowanie, rolnictwo zrównoważone

Wstęp

W latach 1960-1995 większość firm zajmujących się produkcją wozów paszowych mieszających opierało się na jednolitym schemacie umiejscowienia mieszadeł, a mianowicie były to najczęściej trzy lub cztery wały śrubowe mieszające, rozmieszczone wzdłuż najdłuższego boku skrzyni ładunkowej. Ich zadaniem było mieszanie pasz objętościowych z treściwymi oraz wyładunek jednorodnej mieszaniny pasz do koryt w celu bezpośredniego skarmiania [Romaniuk 1996]. W ostatniej dekadzie nastąpił gwałtowny rozwój konstrukcji całkowicie nowych koncepcji wozów paszowych mieszających. Poziome usytuowanie mieszadeł w skrzyniach ładunkowych wozów zmieniono na pionowy układ mieszadeł. Pozwoliło to na przejście z napędu wałów mieszających za pomocą zawodnych łańcuchów drabinkowych na napęd za pomocą wałów przegubowych połączonych z kątowymi przekładnia-

mi zębatymi. Inną nowością jest zmiana kształtu wałów śrubowych mieszających, ich prędkości obrotowych oraz zastosowanie nowych typów noży docinających dłuższe cząstki paszy objętościowej. Pionowe usytuowanie wałów śrubowych mieszających pozwala na znaczne obniżenie materiałochłonności konstrukcji, pozwala obniżyć zapotrzebowanie energii na mieszanie oraz daje możliwość rozdrabniania wszelkiego rodzaju bel objętościowych.

Zbiór pasz oraz słomy w bele prasowane staje się coraz powszechniejszy i zalecany w technologiach rozwoju rolnictwa zrównoważonego [Szeptycki, Wójcicki 2003]. Dotychczasowe konstrukcje wozów paszowych mieszających o poziomym usytuowaniu skrzyni ładunkowej oraz poziomym układzie mieszadeł praktycznie uniemożliwiały rozdrabnianie objętościowych bel siana i słomy – nieodzownych składników przygotowywanej w nich mieszaniny paszy pełnodawkowej, zawierającej ponadto pasze treściwe, składniki mineralne oraz witaminowe.

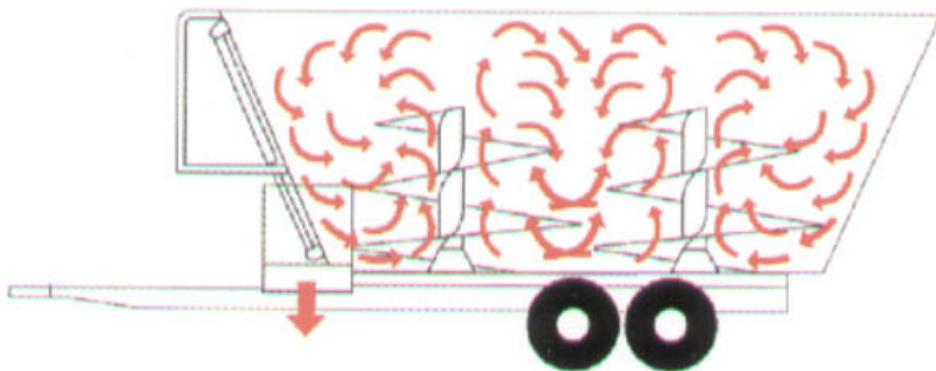
Pasza pełnodawkowa stanowi podstawowy element żywienia zwierząt gospodarskich rolnictwa zrównoważonego. Dzieje się tak dlatego, ponieważ ta technologia zapewnia wykorzystanie wszystkich pasz znajdujących się w gospodarstwie tych bogatych odżywczo, jak i tych, które niekiedy traktujemy jako odpadowe, jak plewy i słoma. Ponadto badania żywieniowe dowiodły, że pasza pełnodawkowa jest lepiej wykorzystywana przez zwierzęta i w związku z tym jest mniej problemów z późniejszym wykorzystaniem odchodów z produkcji inwentarskiej w uprawach polowych [Romaniuk 2004].

Celem badań było przeprowadzenie symulacji przy wykorzystaniu programu komputerowego [Barwicki 1993] różnych rozwiązań nowych konstrukcji wozów paszowych mieszających w aspekcie energochłonności ich pracy. Jednocześnie oceniono prostotę konstrukcji, niezawodności pracy oraz materiałochłonność konstrukcji [Szeptycki, Wójcicki 2003]. Ponadto postawiono hipotezę stwierdzającą, że wozy paszowe z pionowym układem mieszadeł zużywają mniej energii w porównaniu z wozami z mieszadłami poziomymi.

Przedmiot badań i podstawy teorii mieszania pasz

Konstrukcje wozów mieszających, mające tylko dwa wały śrubowe umiejscowione na dnie poziomej skrzyni ładunkowej, dawały możliwość rozdrabniania bel objętościowych, ale odbijało się to na jakości mieszania składników pasz oraz znacznie wydłużał się czas mieszania, co w wielu przypadkach prowadziło do degradacji struktury niektórych składników pasz o delikatnej budowie łądyg [Barwicki 2003]. W związku z tym aktualnie większość konstrukcji wozów mieszających wyposażona jest obecnie w pionowy układ mieszadeł.

Na rysunku 1 przedstawiono schematycznie budowę wozu paszowego mieszającego z dwoma pionowymi wałami śrubowymi mieszającymi. Takie usytuowanie mieszadeł powoduje, że istnieje możliwość rozdrabniania bel objętościowych siana i słomy.



Rys. 1. Schemat działania wozu paszowego mieszającego z dwoma mieszadłami śrubowymi usytuowanymi w płaszczyźnie pionowej

Fig. 1. Operation scheme of feed mixing carriage with two helical agitators situated in a vertical plane

Mieszanie składników pasz odbywa się również prawidłowo dzięki eliptycznym torom, po jakich krążą cząstki paszy w skrzyni ładunkowej. Jednocześnie konstrukcja mieszadeł jak i skrzyni ładunkowej nie musi być tak bardzo materiałochłonna jak w przypadku mieszadeł poziomych. Mniejsza masa wozu wiąże się z zaangażowaniem do współpracy ciągnika rolniczego o mniejszej mocy a co za tym idzie mniejszym zużyciu paliwa.

Napęd mieszadła odbywa się od WOM ciągnika za pomocą wału przegubowego i zębatej przekładni kątovej. Jest to tanie i proste rozwiązanie, gwarantujące mało awaryjną pracę wozu. Wyładunek wymieszanych pasz do żłobu odbywa się za pomocą poprzecznego przenośnika.

Na podstawie rysunku 2 istnieje możliwość obliczenia prędkości ruchu cząstki paszy w kierunku osi z, czyli wzdłuż osi mieszadła:

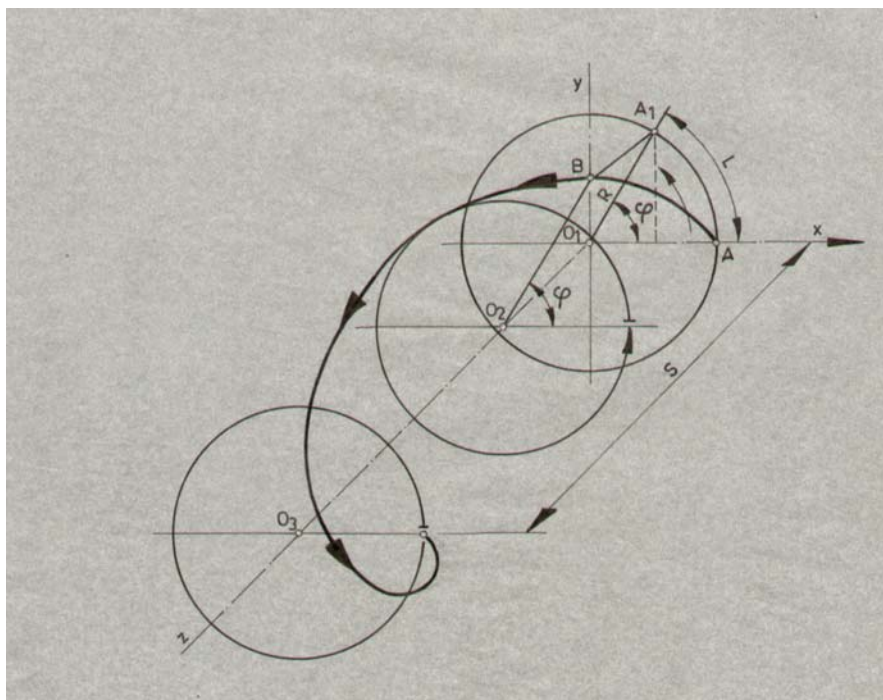
$$V_z = \frac{dz}{dt} = \frac{S \cdot \omega}{2\pi} \quad (1)$$

gdzie:

ω – prędkość kątovej mieszadła,

S – skok śruby mieszadła.

Biorąc pod uwagę gęstość paszy, prędkość kątovej mieszadeł, współczynnik tarcia paszy o elementy metalowe konstrukcji wozu, liczbę mieszadeł, powierz-



Rys. 2. Ruch pojedynczej cząstki paszy w komorze skrzyni ładunkowej wozu mieszającego wzdłuż osi mieszadła śrubowego (opracowanie własne)

Fig. 2. The motion of single feed particle in a load case of feed mixing carriage along the axis of helical agitator (own elaboration).

chnię zespołu mieszającego oraz średnicę skrzyni ładunkowej, można obliczyć zapotrzebowanie na moc do mieszania pasz, korzystając z następującego wzoru [Nienow 1988]:

$$N = \frac{C \cdot \zeta \cdot R^3 \cdot A \cdot n \cdot \omega}{2000} \quad (2)$$

gdzie:

C – współczynnik tarcia cząstki paszy o elementy metalowe,

ζ – gęstość cząstek paszy,

ω – prędkość kątowa mieszadła,

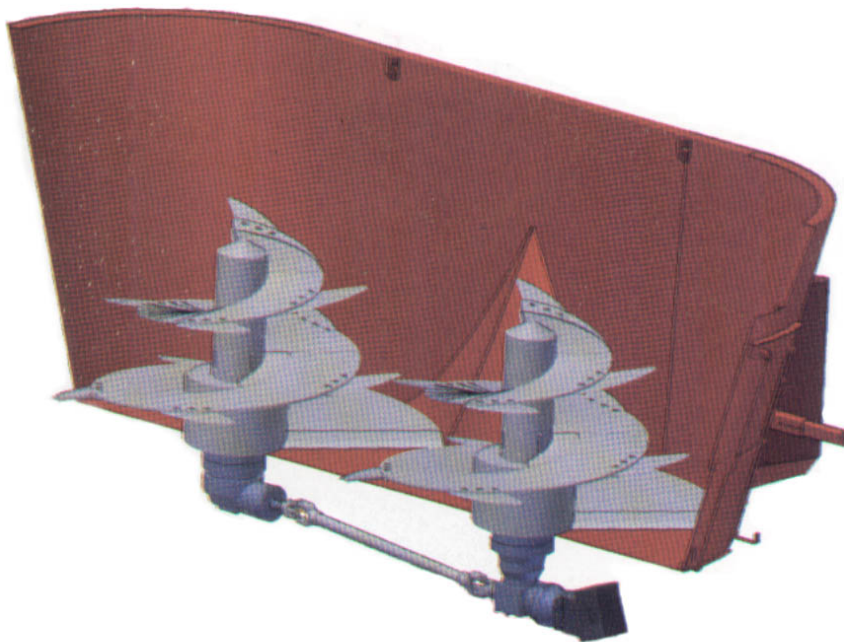
n – ilość mieszadeł,

R – średnica komory skrzyni ładunkowej,

A – powierzchnia zespołu mieszającego.

Na rysunku 3 przedstawiono widok wnętrza skrzyni ładunkowej z dwoma pionowymi mieszadłami śrubowymi. Wały śrubowe mają postać stożka ściętego. W przypadku większej liczby mieszadeł, sąsiednie wały śrubowe mieszające obracają się w przeciwnych kierunkach. Na zewnątrz po linii śrubowej mieszadeł przykręcone są wymienne noże docinające dłuższe cząstki

paszy, natomiast pośrodku skrzyni ładunkowej umieszczone są przeciwstrza, które współpracują z wirującymi ostrzami znajdującymi się na obwodzie wałów śrubowych mieszających. Takie usytuowanie mieszadeł z ostrzami docinającymi pozwala na efektywne rozdrabnianie bel objętościowych. Napęd wałów mieszających odbywa się od WOM ciągnika przez dwie przekładnie kątowe oraz wał przegubowy.



Rys.3. Widok wnętrza skrzyni ładunkowej wozu paszowego mieszającego z dwoma śrubowymi mieszadłami pionowymi

Fig. 3. A view of load case in feed mixing carriage with two vertical helical agitators

Proces mieszania przebiega w sposób obiegowy i ma postać trzech wirujących strumieni paszy w kształcie elips, przy czym następuje też przemieszczanie się paszy w całej objętości skrzyni ładunkowej. Konstrukcja skrzyni ładunkowej nie wymaga specjalnych wzmocnień, jak to ma miejsce w przypadku wozu mieszającego z poziomym układem mieszadeł.

Wyniki badań i ich omówienie

Przeprowadzając badania symulacyjne przy wykorzystaniu programu komputerowego przedstawionego w pracy [Barwicki 1993] i stosując w eksperymencie te same pasze, tj. kiszonka z kukurydzy, słoma, siano i pasze treściwe oraz zmieniając tylko układ mieszadeł z poziomego na pionowy uzyskano następujące wyniki:

- jednostkowe zapotrzebowanie na energię wynosiło 0,70-0,95 kWh/t w zależności od rodzaju zestawu pasz,

- badania prowadzono przy prędkości obwodowej mieszadeł w zakresie 0,85–1,05 m/s zgodnie z założeniami przedstawionymi w pracy [Barwicki 1993],
- w zależności od rodzaju zestawu pasz jednostkowe zapotrzebowanie na energię było 15-35% mniejsze w przypadku mieszadeł pionowych w stosunku do tradycyjnych mieszadeł poziomych; tym samym hipoteza opracowania została potwierdzona,
- w odróżnieniu od wozów z poziomym układem mieszadeł, w przypadku mieszadeł pionowych tylko jedna strona wału mieszającego jest ułożyskowana, druga pozostaje swobodna; jest to jedna z przyczyn blokowania się paszy pomiędzy powierzchnią skrzyni ładunkowej a zewnętrznymi krawędziami mieszadeł; aby tę blokadę pokonać, należy przeznaczyć dodatkową ilość energii i tu tkwi przyczyna większego zużycia energii na mieszanie pasz w poziomych wozach paszowych mieszających,
- w przypadku pionowych wozów mieszających zespół napędowy ma bardziej zwartą i prostą konstrukcję, bez wykorzystania przekładni łańcuchowych, co daje większą sprawność dla całej konstrukcji; zapewnia to stabilną i niezawodną pracę maszyny oraz zmniejsza czas poświęcony na jej serwisowanie; ponadto lekka konstrukcja wozu znacznie zmniejsza jego masę w stosunku do tradycyjnych konstrukcji wozów paszowych mieszających, a tym samym mogą one współpracować z ciągnikami o mniejszej mocy.

Wnioski

1. Postawiona hipoteza stwierdzająca, że wozy paszowe z pionowymi mieszadłami śrubowymi zużywają mniej energii aniżeli wozy z poziomym układem mieszadeł została potwierdzona.
2. Wozy paszowe mieszające o pionowym układzie wałów śrubowych pozwalają na rozdrabnianie objętościowych bel siana i słomy oraz zapewniają efektywne przygotowywanie pasz pełnodawkowych, tak bardzo przydatnych do upowszechniania rolnictwa zrównoważonego.
3. Pionowe usytuowanie wałów śrubowych mieszających pozwala na zrezygnowanie z łańcuchowych przekładni do ich napędu, wprowadzając bardziej niezawodny napęd wałem przegubowym oraz zębatymi przekładniami kątowymi.
4. Konstrukcja wozów paszowych mieszających z pionową skrzynią ładunkową jest znacznie prostsza i mniej materiałochłonna aniżeli tradycyjne wozy z poziomym układem zespołu mieszającego.
5. Prostsza i lżejsza konstrukcja wozów paszowych mieszających z pionowymi wałami śrubowymi pozwala na wykorzystanie w procesie żywienia zwierząt ciągników o mniejszej mocy, które zużywają mniej paliwa, a co za tym idzie dają w skali krajowej znaczne oszczędności eksploatacyjne.

Bibliografia

Barwicki J. 1993. Energochłonność procesu mieszania pasz objętościowych z paszami sypkimi w wozach paszowych. Praca doktorska, IBMER, Warszawa

Romaniuk W. 1996. Wpływ funkcjonalno-technologicznych rozwiązań obór na energochłonność i koszty produkcji mleka w gospodarstwach rodzinnych. Rozprawa habilitacyjna. Prace Naukowo Badawcze IBMER, Warszawa

Romaniuk W. 2004. Ekologiczne systemy gospodarki obornikiem i gnojowicą. Wydawnictwo IBMER, Warszawa

Szeptycki A., Wójcicki Z. 2003. Postęp technologiczny i nakłady energetyczne w rolnictwie do 2020 r. Wydawnictwo IBMER, Warszawa

Nienow A.W., Elson T.P. 1988. Aspects of mixing in archeologically complex fluids. Chem. Eng. Res., London