

BADANIA WYDAJNOŚCI TRANSPORTU ŚLIMAKOWEGO

1. Cel i zakres ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest poznanie budowy, zasady działania i wyznaczania podstawowych charakterystyk przenośników śrubowych, w zakresie transportu wewnętrznego i dozowania materiałów rolniczych.

2. Podstawy teoretyczne

Mieszanki paszowe mogą składać się z bardzo wielu komponentów. Występują w handlu w postaci luźnej lub zaglomerowanej. Pasze te, są bardzo wygodne w użyciu, a przede wszystkim w dawkowaniu. Pasze zestalone nie wymagają żadnych operacji przygotowawczych poza dozowaniem.

Jeżeli gospodarstwo wytwarza pasze we własnym zakresie, to musi mieć, poza maszynami do przygotowania podstawowych składników, również odpowiednie urządzenia mieszające zwane mieszalnikiem lub mieszarką [13.2]. Urządzenia te powinny zapewniać mieszance jak najbardziej jednorodną strukturę. W wielkich gospodarstwach, w których ilość przygotowanych pasz liczy się w tonach, do odmierzenia określonej ilości składników używa się dozowników. Maszyny te z mieszarkami i różnego rodzaju środkami transportowymi, tworzą całe linie przygotowania pasz, które instaluje się w pomieszczeniach specjalnie do tego celu przeznaczonych - paszarniach.

Przenośniki śrubowe wchodzi w skład grupy przenośników beźciągnowych. Przenośniki beźciągnowe są to urządzenia przemieszczające w sposób ciągły materiały transportowane luzem lub w postaci ładunków jednostkowych bez użycia ciągnia, lecz za pomocą innego elementu (np. wału śrubowego).

Przenośniki śrubowe (ślimakowe) dzieli się na:

- przenośniki z obracającym się wałem (poziome, pionowe),
- z wałem giętkim,
- z obracającą się obudową (rurą).

Przenośniki śrubowe stosuje się do transportu materiałów sypkich, miążkich, pylistych oraz drobnokawałkowych, głównie w przemyśle materiałów budowlanych, zbożowo-młynarskich itd. Służą one do przemieszczania materiałów luzem w kierunku poziomym lub nieznacznie pochylonym względem poziomu, a także w pewnych przypadkach - w kierunku pionowym.

Przenośniki śrubowe nie nadają się do transportu materiałów o dużych wymiarach, materiałów silnie ścierających, łatwo przylepiających się oraz łatwo kruszących się gdyż ten rodzaj transportu wpływałby na obniżenie ich własności. Mogą odbierać materiał transportowany spod lejów zasypowych, zasobników rozładowniczych i zbiorników lub innych przenośników i podawać go do innych zbiorników lub na inne przenośniki. Można też je ustawiać w szeregi.

Do przenośników śrubowych poziomych zalicza się również przenośniki pochylone względem poziomu w górę lub w dół pod kątem nie przekraczającym 20° . Przenośniki o kącie pochylenia $20^\circ < \alpha < 90^\circ$ znajdują zastosowanie głównie jako podajniki w określonych warunkach pracy.

Do zalet przenośników śrubowych należą: łatwa obsługa i konserwacja, niewysoki koszt inwestycji i eksploatacji poprzez łatwość uszczelniania, w wyniku czego istnieją możliwości transportowania materiałów pyłących i toksycznych oraz materiałów o wysokiej temperaturze.

Wadami zaś są: stosunkowo duże zużycie energii, wynikające ze sposobu pracy, znaczne opory ruchu wskutek tarcia materiału transportowanego o powierzchnię śrubową i obudowy, znaczne zużycie powierzchni śrubowej.

Przenośniki śrubowe stanowią jeden z typów przenośników najczęściej stosowanych w technice rolniczej. Są one używane jako samodzielne urządzenia stacyjne, przewoźne lub też przenośne oraz wchodzi w skład wielu maszyn do zbioru i przeróbki płodów rolnych. Przenośniki śrubowe poza transportem materiału są również wykorzystywane jako elementy linii technologicznych przeróbki i zadawania pasz do wykonywania takich operacji jak mieszanie różnych komponentów paszowych, gniecienie, prasowanie, mycie oraz czyszczenie na sucho i inne.

Parametry konstrukcyjne przykładowych przenośników rolniczych, przedstawiono w tabeli 1. Wybrane rozwiązania przenośników śrubowych stosowanych w rolnictwie przedstawione są na rys. 13.1.

W praktycznych obliczeniach konstrukcyjnych i użytkowych, posługujemy się uproszczonymi wzorami [13.1], wprowadzając odpowiednie współczynniki oparte na wynikach badań doświadczalnych.

- Prędkość przesuwu materiału w korycie wynosi:

$$V = \frac{sw}{2\pi} \quad (\text{m/s}) \quad (13.1)$$

- Wydajność objętościowa przenośnika poziomego z pełną powierzchnią śrubową:

$$Q_o = 450 [(OD + 2\lambda)^2 - d^2] s w \rho \quad (\text{m}^3/\text{h}) \quad (13.2)$$

- Wydajność masowa wyraża się wzorem:

$$Q_m = 450 [(OD + 2\lambda)^2 - d^2] s w \phi \rho_s k \quad (\text{t/h}) \quad (13.3)$$

gdzie:

- D - średnica zewnętrzna powierzchni śrubowej (m),
- λ - luz promieniowy pomiędzy ślimakiem a obudową koryta (m),
- d - średnica wału ślimaka (m),
- s - skok ślimaka (m),
- w - prędkość kątowna ślimaka (rad/s),
- ρ_s - masa nasypowa (t/m^3),
- ϕ - współczynnik napełnienia koryta,
- k - współczynnik uwzględniający pochylenie przenośnika względem poziomu.

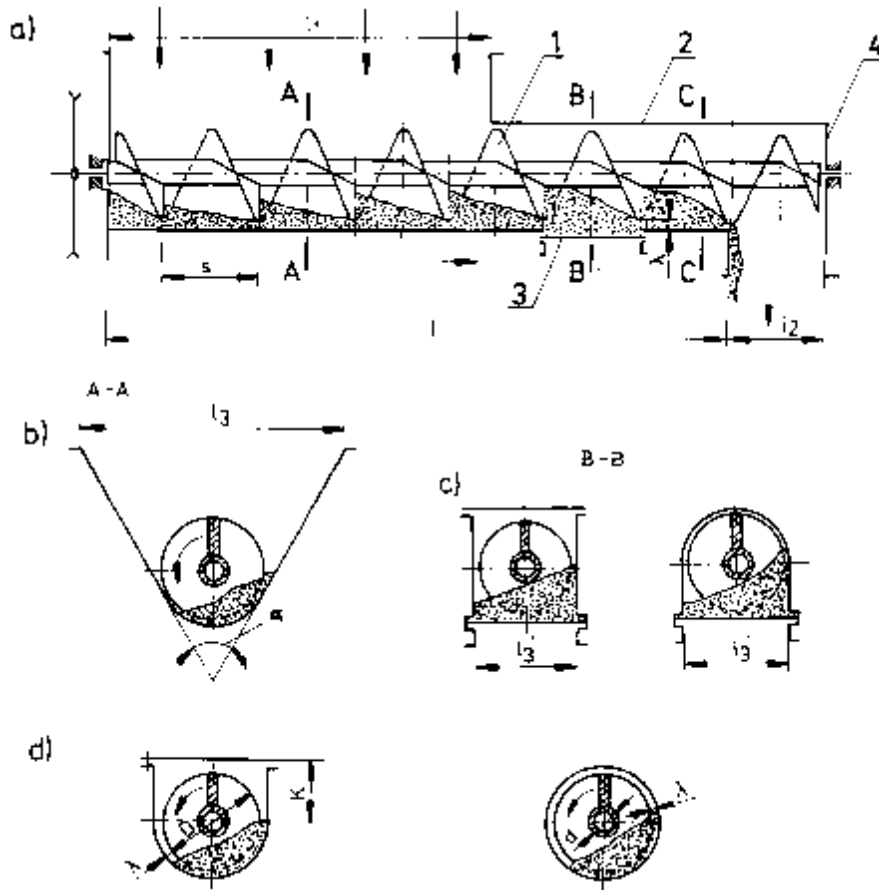
Dane liczbowe potrzebne do obliczeń przenośników śrubowych poziomych zawarte są w tabeli 13.1, zaś pochyłonych pod kątem większym niż 20° w tabeli 13.2.

Jak wynika z przedstawionych danych w literaturze, w przenośnikach śrubowych poziomych stosunek skoku do średnicy wynosi najczęściej $S/D = 0,8 - 1,2$. Jedynie w przypadkach, kiedy chodzi o zapewnienie równomiernego transportu materiału bez zakłóceń, zaleca się $S/D = 0,6 - 0,8$. Wartość $S/D < 0,6$ można stosować tylko wyjątkowo w przenośnikach do transportu materiałów łatwo zsypanych (ziarno, żyta, pszenicy, nasiona lnu i inne) nie zawierających plew, resztek słomy i innych domieszek.

Przy przenośnikach pochyłych, podczas obliczenia uwzględnia się zmniejszenie wydajności przez wprowadzenie współczynnika k, którego wartości zamieszczono w tabeli 13.1.

Wydajność przenośnika śrubowego nie zależy od jego długości. Na moc potrzebną do napędu przenośnika śrubowego składają się:

- 1 - moc na pokonanie oporów tarcia transportowanego materiału o wewnętrzną powierzchnię obudowy,
- 2 - moc zużywana na mieszanie i ewentualne kruszenie materiału podczas transportu,
- 3 - moc na pokonanie sił bezwładności przy przyspieszaniu cząstek podawanego materiału od zera do prędkości poruszania się w przenośniku.



Rys. 13.1. Schemat poziomego przenośnika śrubowego:

a - przekrój podłużny, b-d - różne warianty kształtu koryta, 1 - powierzchnia śrubowa, 2 - koryto, 3 - zasuw, 4 - ściana tylna, d_s - średnica wału, s - skok, powierzchni śrubowej, l - luz promieniowy

W praktyce przy obliczaniu mocy posługujemy się wzorami uproszczonymi.

- Siła pociągowa na wale napędowym wynosi:

$$P = q L (w \pm \sin \alpha) \quad (\text{N}) \quad (13.4)$$

gdzie:

- q - jednostkowe obciążenie przenośnika (N/m),
- L - długość przenośnika (m),
- w - współczynnik oporów ruchu (tabela 1),
- α - kąt pochylenia przenośnika.

- Moc potrzebna do napędu:

$$N = \frac{Q_0 \cdot \gamma \cdot L}{3,6 \cdot 10^6} (w \pm \sin \alpha) \quad (\text{kW}) \quad (13.5)$$

gdzie:

- Q_0 - wydajność objętościowa przenośnika (m^3/h),
 γ - ciężar nasypowy materiału (N/m^3).

Wartość empiryczna wyznaczonego współczynnika oporu ruchu w zależy od rodzaju transportowanego materiału.

Moc potrzebna do napędu wzrasta ze zwiększeniem kąta pochylenia, osiągając maksimum w zakresie $\alpha = 50^\circ - 60^\circ$. Przy większych kątach α moc z kolei maleje, co jest spowodowane znacznym obniżeniem wydajności. Maksymalna długość seryjna budowanych poziomych przenośników śrubowych nie przekracza 30 - 50 m.

Tabela 13.1. Wartość współczynnika oporów ruchu „w”

Rodzaj materiału	Współczynnik „w”
Nasiona i produkty ich przemiału, materiały drobnoziarniste nie ścierające	1,15 - 1,2
Okopowe zanieczyszczone ziemią	1,5 - 1,7
Mieszanka torfowo-nawozowa, nawozy mineralne	1,7 - 2,5
Pylisty nie ścierający	1,2 - 1,5
Drobnoziarnisty mało ścierający	2,5
Drobnoziarnisty ścierający	3,2
Drobnoziarnisty oraz kawałowy, lepki i silnie ścierający	4

Tabela 13.2. Wartość współczynnika „k” w zależności od kąta pochylenia

k	1	097	094	092	088	082	078	070	064	058	052	046
kąt	0°	5°	10°	16°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°

3. Opis stanowiska badawczego

Stanowisko badawcze do pomiaru charakterystyk użytkowych przenośnika ślimakowego, przedstawionego schematycznie na rys. 13.1, stanowi:

- przenośnik ślimakowy $f = 250$ mm i $L = 2000$ mm,
- układ pomiarowy sterowania czasem pracy i rejestracją prędkości obrotowej ślimaka,
- waga stanowiskowa max. 25 kg,
- materiały o różnej gęstości i sypkości.

4. Przebieg ćwiczenia

Po zapoznaniu się z budową i schematem pomiarowym stanowiska badawczego, należy przystąpić do wykonywania pomiaru cech geometrycznych układu ślimakowego a także doboru stałych w i k niezbędnych do obliczeń charakterystyk według załączonych wzorów. Pomiary wydajności transportu ślimakowego należy wykonać dla czterech kątów nachylenia układu transportowego do poziomu.

5. Analiza wyników i wnioski

Na podstawie uzyskanych wyników pomiarów i obliczeń należy wykonać wykres zależności wydajności transportu ślimakowego od kąta nachylenia układu ślimakowego do poziomu. Należy również wykonać zestawienie wyników pomiaru cech geometrycznych układu ślimakowego i przyjętych do obliczeń współczynników.

6. Literatura

- [13.1] Dmitrewski J.: Teoria i konstrukcja maszyn rolniczych. Tom III. PWRiL. Warszawa 1978
- [13.2] Grochowicz J.: Technologia produkcji mieszanek paszowych. WriL. Warszawa 1985
- [13.3] Kłassien P.W., Griszajew I.G.: Podstawy techniki granulacji. WNT. Warszawa 1989