

BRONISŁAW KŁOS  
WSP w Bydgoszczy  
ROMAN OWSIANIAK  
IBMER – Poznań–Strzeszyn

## OBLICZANIE OPORÓW PRZEPEŁYWU PŁYNNY KARMY W RUROCIĄGACH PASZOWYCH

### Wstęp

W technologii żywienia trzody chlewnej paszami płynnymi, najbardziej rozpowszechniony jest transport karmy przy pomocy pomp przewodami rurowymi. W transporcie tego typu powstają opory przepływu zależne od wielu czynników definiowane jako straty ciśnienia. Ze względu na złożoność przepływu karmy płynnej, gdzie zachodzi wzajemne oddziaływanie części stałych, nośnego płynu oraz kształtu, przeprowadzenie obliczeń napotyka obecnie na poważne trudności.

W niniejszym artykule postanowiono problem ten rozwiązać w oparciu o wyniki eksperymentalne.

### Obliczanie oporów przepływu w rurociągu wydatkującego karmę po drodze

Rozważaniom podlega przewód paszowy o stałej średnicy  $d$ , który na długości  $L$  w szeregu punktach równomiernie wydatkuje karmę w miejscach jej zadawania do koryt.

Przy dużej ilości takich punktów można z dostateczną dla praktyki dokładnością założyć, że wydatkowanie karmy wzdłuż rurociągu dokonuje się ze stałą intensywnością o przypadającą na 1 m bieżący rurociągu.

Rozpatrzmy przypadek przedstawiony na Rys. 1, kiedy w rurociągu oprócz równomiernego wydatkowania karmy  $Q = q \cdot L$  ma miejsce również wydatek tranzytowy  $Q_T$ , czyli wydatek całkowity wyniesie:

$$Q_c = Q + Q_T = q \cdot L + Q_T \quad (1)$$

Obliczamy teraz stratę jednostkowej energii na odcinku  $L$ . Dlatego rozpatrzmy element odcinka  $dx$ , przez który przepływa wydatek tranzytowy  $Q_T$  i również ta część wydatku, która przypada na odcinku o długości  $(L - x)$ .

W rozpatrywanym miejscu wydatek wyniesie:

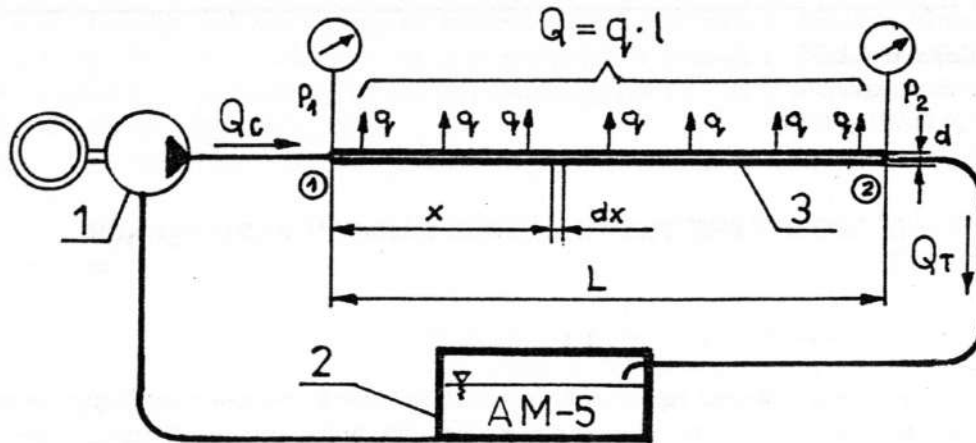
$$Q_x = (L-x)q + Q_T \quad (2)$$

Dla wyznaczania strat ciśnienia na odcinku  $dx$  skorzystamy z równania:[1]

$$d\Delta h_T = A^* \cdot Q_x^2 \cdot dx \quad (3)$$

gdzie:  $A^*$  – oporność właściwa rurociągu[2]

$Q_x$  – przepływ w przekroju w odległości  $x$ .



$$L - \text{długość pomiarowa} \\ L = 175 \text{ m} \\ d - \text{średnica rurociągu} \\ d = 82 \text{ mm} \\ q = \frac{Q}{L} \left[ \frac{\text{m}^2}{\text{s}} \right]$$

Rys. 1. Schemat instalacji rurociąkowej do zadawania karmy płynnej

- 1 – agregat pompowy z pompą DTS-100
- 2 – mieszalnik pasz AM-5
- 3 – rurociąg paszowy

Stratę energii na całej długości rurociągu okreśmy, całkując otrzymane wyrażenie w granicach od 0 do L.

$$\Delta h_T = \int_0^L A^* \cdot Q^2 dx = \int_0^L A^* \left[ (L-x)q + Q_T \right]^2 dx \quad (4)$$

Zakładając, że przepływ karmy odbywa się w strefie kwadratowego prawa oporów, dla którego  $A^* = \text{Const}$  oraz mając na uwadze, że o  $L = 0$ , po scałkowaniu ostatecznie otrzymamy:

$$\Delta h_T = A^* \cdot L \left( Q_T + Q \cdot Q_T + \frac{1}{3} Q^2 \right) \quad (5)$$

Przy wyprowadzeniu wzoru (5) nie uwzględniono wszystkich czynników mających wpływ na opory przepływu [4].

Rzeczywiste opory obliczamy ze wzoru:

$$\Delta h_{rz} = \alpha \cdot \Delta h_T \quad (6)$$

Współczynnik  $\alpha$  wyznaczmy w oparciu o dane liczbowe uzyskane z doświadczenia.

## Wyniki badań

W celu weryfikacji wyprowadzonych wzorów przeprowadzono badania linii technologicznej zadawania karmy płynnej dla trzody chlewnej zamontowanej w Kombinacie PGR—Rybno [3]. Karmę przygotowano w dwóch zestawach.

Pomiaru spadku ciśnienia dokonano w punktach (1) i (2) – Rys. 1 oraz obliczono wg wzoru:

$$h_{rz} = \frac{P_1}{\gamma} - \frac{P_2}{\gamma}$$

Wyniki badań zestawiono w Tabeli 1.

Tabela 1. Zestawienie wyników pomiarów spadków ciśnień w rurociągu o długości 175 m i średnicy wewnętrznej  $d = 82$  mm

Lp.	$\Delta h_{rz}$	$Q_c$	$Q$	$Q_T$	Skład karmy
	m H <sub>2</sub> O	m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /h	
1	20	35	19	16	Zestaw I
					Zawartość suchej masy – 17 %
					Pasze treściwe – 700 kg
					Ziemniaki parowane – 300 kg
					Płyny (mleko+woda) – 2700 kg
razem: 3700 kg					
2	30	34	20	14	Zestaw II
					Zawartość suchej masy – 18 %
					Pasze treściwe (mieszanki T) – 800 kg
					Płyny (woda+mleko) – 3000 kg
					razem: 3800 kg

Do obliczeń teoretycznych przyjęto rury stalowe, będące w kilkuletniej eksploatacji, dla których można przyjąć współczynnik chropowatości bezwzględnej  $k = 1,2 \text{ } 1,5$  mm [2]. Na podstawie wyników otrzymanych z pomiarów obliczono współczynnik  $\alpha$  wynoszący dla zestawu I karmy  $\alpha_1 = 1,82$ , natomiast dla zestawu II  $\alpha_2 = 3,05$ .

W pracy niniejszej przedstawiono metodę obliczeń teoretycznych i rzeczywistych oporów przepływu płynnej karmy w rurociągach paszowych. Wyprowadzone wzory (5) i (6) można stosować przy projektowaniu linii do zadawania pasz płynnych z rurociągu.

Przy obliczaniu rzeczywistych oporów przepływu należy przyjmować wyznaczony doświadczalnie współczynnik  $\alpha$  w granicach  $1,8 \div 3,0$ .

## LITERATURA

- [1] Rabinowicz E.: Hydraulika. Moskwa Niedra 1980
- [2] Stefański W., Wyszowski K.: Tablice i wykresy do obliczeń z mechaniki płynów. Warszawa WPW 1988
- [3] Kłos B., Owsianiak R.: Założenia technologiczne i konstrukcyjne do przygotowania karmy płynnej. Poznań IBMER 1987
- [4] Mkrumian W., Periwiedencew W.: Transportирование по́лужидких кормов по трубам. Механизация и Электрификация Sielskovo Choziajstwa nr 4—1966

**BERECHNEN DER ENTGEGENWIRKENDEN KRAFT BEI DEM DURCHFLUSS DES FLUSSIGEN FUTTERS IN DEN FUTTERROHRLEITUNGEN****Zusammenfassung**

In der Arbeit wurde die Methode der theoretischen Berechnungen für die entgegengerichtete Kraft bei dem Durchfluss des flüssigen Futters in der Futterrohrleitung dargestellt. Dank der durchgeführten Messungen in der technologischen Linie konnte man den Koeffizienten  $\alpha$  bestimmen, der in den Grenzen  $1,8 \div 3,0$  enthalten ist. Die ausgeführten Formeln können bei dem Projektieren der Rohrleitung für das flüssige Futter nützlich sein.