

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА МЕХАНИЧЕСКОГО ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ ПОЛУЖИДКОГО НАВОЗА ПО КАНАЛУ КРУГЛОГО ПОПЕРЕЧНОГО СЕЧЕНИЯ

П. Ю. КРУПЕНИН, А. К. РЕНДОВ

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: pavel@krupenin.com

(Поступила в редакцию 29.05.2020)

Существенная часть животноводческих предприятий как Республики Беларусь, так и стран Западной Европы практикуют бесподстилочное содержание крупного рогатого скота, что обусловлено экономией затрат труда на операциях по уборке и удалению навоза. Однако наряду с преимуществами технологии, основанной на использовании полужидкого навоза, в таких животноводческих помещениях практически полностью исключается применение подстилки, что неизбежно ухудшает условия содержания животных и негативно сказывается на их здоровье.

В вышеприведенном контексте особую важность приобретает своевременная и качественная очистка навозных и кормонавозных проходов в коровнике от экскрементов. Однако используемые для выполнения этой операции стандартные дельта- и комбискреперы имеют общий недостаток: перед рабочим органом формируется из экскрементов тело волочения толщиной 10...15 см и длиной до 2 м, в которое вынуждены наступать животные.

Указанный недостаток скреперного оборудования может быть устранен при использовании в коровнике навозных проходов с подпольным каналом, соединенным с поверхностью пола узкой щелью. Несмотря на тот факт, что подобное скреперное оборудование предлагается рядом известных зарубежных компаний, в научно-методической литературе отсутствует методика обоснования его параметров в зависимости от физико-механических свойств полужидкого навоза.

В статье приводятся результаты теоретических исследований по адаптации реологической модели вязкопластической среды Шведова – Бингама к рабочему процессу скреперного оборудования с подпольным каналом. Полученные математические выражения позволяют определять размеры тела волочения навозной массы, рассчитывать его объем и силу сопротивления движению в зависимости от конструктивно-кинематических параметров скреперного оборудования и физико-механических свойств полужидкого навоза.

Разработанная математическая модель процесса механического транспортирования полужидкого навоза в цилиндрическом канале может быть использована студентами, магистрантами, инженерами-конструкторами, а также научными работниками для обоснования рациональных параметров скреперного навозоуборочного оборудования с центральным каналом.

Ключевые слова: полужидкий навоз, скреперное оборудование, реология, модель Шведова – Бингама, неньютоновская жидкость.

A significant part of livestock enterprises in both the Republic of Belarus and the countries of Western Europe practice bedding-free keeping of cattle, which is due to the savings in labor costs on operations for cleaning and removing manure. However, along with the advantages of the technology based on the use of semi-liquid manure, in such livestock buildings the use of bedding is almost completely excluded, which inevitably worsens the conditions for keeping animals and negatively affects their health.

In the above context, timely and high-quality cleaning of manure and feed manure passages in the barn from excrement is of particular importance. However, the standard delta and combiscrapers used for this operation have a common drawback: in front of the working body, a dragging body 10 ... 15 cm thick and up to 2 m long is formed from excrement, into which animals are forced to step.

This disadvantage of scraper equipment can be eliminated by using manure passages in the barn with an underground channel connected to the floor surface by a narrow gap. Despite the fact that such scraper equipment is offered by a number of well-known foreign companies, in the scientific and methodological literature there is no method for substantiating its parameters depending on the physical and mechanical properties of semi-liquid manure.

The article presents results of theoretical studies on the adaptation of rheological model of Shvedov-Bingham viscoplastic medium to the working process of scraper equipment with an underground channel. The obtained mathematical expressions make it possible to determine the dimensions of the body for dragging the manure mass, to calculate its volume and force of resistance to movement, depending on the constructive and kinematic parameters of scraper equipment and the physical and mechanical properties of semi-liquid manure.

The developed mathematical model of the process of mechanical transportation of semi-liquid manure in a cylindrical channel can be used by students, undergraduates, design engineers, as well as scientists to substantiate the rational parameters of scraper manure removal equipment with a central channel.

Key words: semi-liquid manure, scraper equipment, rheology, Shvedov-Bingham model, non-Newtonian fluid.

Введение

GEA Farm Technologies

Jamesway Farm Equipment (

Основная часть

$$\tau = \tau_0 + \eta \frac{du}{dy},$$

0

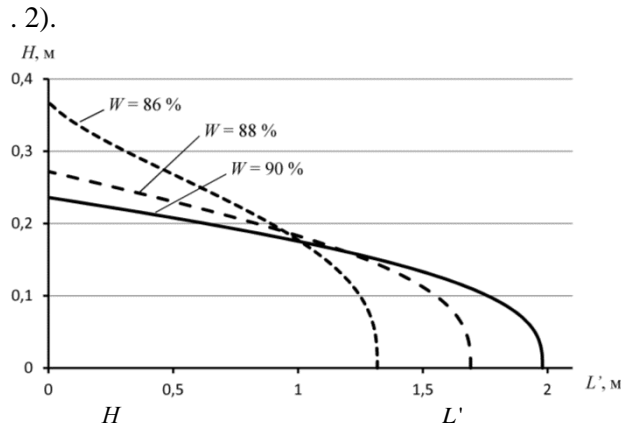
[5]:
(1)

$$\begin{cases} L_0 = \frac{1}{10R} \int_0^{H_0} \sqrt{2+H-\frac{H^2}{4}} dS (H)dH; \\ V_0 = \frac{R}{20} \int_0^{H_0} \sqrt{2+H-\frac{H^2}{4}} [\psi(H) - \sin \psi(H)] dS (H)dH. \end{cases} \quad (14)$$

$\nu = 0,05$
 $= 1030$
 $H_0 = 0,38$ $L_0 = 1,32$
 $L_0 = 1,98$

$V_0 = 0,1^3$ $R = 0,2$
 $= 0,01$
 H_0 L_0 $H_0 = 0,27$ $L_0 = 1,69$ $H_0 = 0,24$
 % % % % %

H $V_0 = 0,1^3$ $L' = L_0 - L$ σ



. 2.

W

L_0 %.

H_0

F_c

$$F = \left(\tau + \eta \frac{\nu}{\delta} \right) S, \quad (15)$$

S

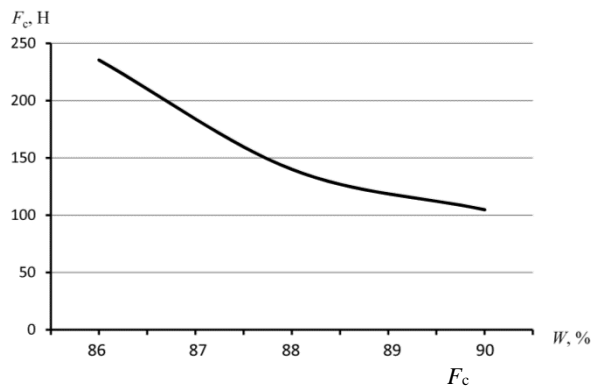
S (H

$H = H_0^2$.

W

F_c

. 3.



. 3.

F_c

W

86

$$N = F_c \nu. \quad (16)$$

Заклучение

-

ЛИТЕРАТУРА

1.

2-

-

2.

2014.

38 41.

3.

4.

5.

8. 2013. 37 41.

6.

7.

-