

конференції «Перспективи і тенденції розвитку конструкцій та технічного сервісу сільськогосподарських машин і знарядь» 9-10 квітня 2020 року м. Житомир. [96-98с].

59. Д.Ф. Кольга, С.А. Костюкевич, Ф.И. Назаров, УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТЬ ПОТОКА ВО ВРЕМЯ ПЕРЕМЕШИВАНИЯ ЖИДКОГО НАВОЗА.

#### Введение

Производства продукции животноводства на промышленной основе выдвинуло на первый план проблему утилизации отходов крупных животноводческих комплексов и связанные с ней вопросы охраны окружающей среды от загрязнений. Как, правило, на крупных животноводческих комплексах по производству говядины используется гидравлическая система удаления навоза периодического действия. За время хранения навоз расслаивается. В верхней части плавают частицы корма в середине жидкая часть и на дне твердая. При открытии шиберов жидкая фракция быстро сплавляется, а твердая остается, для ее удаления используют воду под большим давлением. Это приводит к увеличению навозохранилища, к нерациональным транспортным затратам по вывозке стоков, а также к заиливанию почвы и загрязнению окружающей среды. Для удаления навоза без добавления воды используют гомогенизаторы, которые позволяют получить однородную массу перед открытием шиберов (рисунок 1) [1].

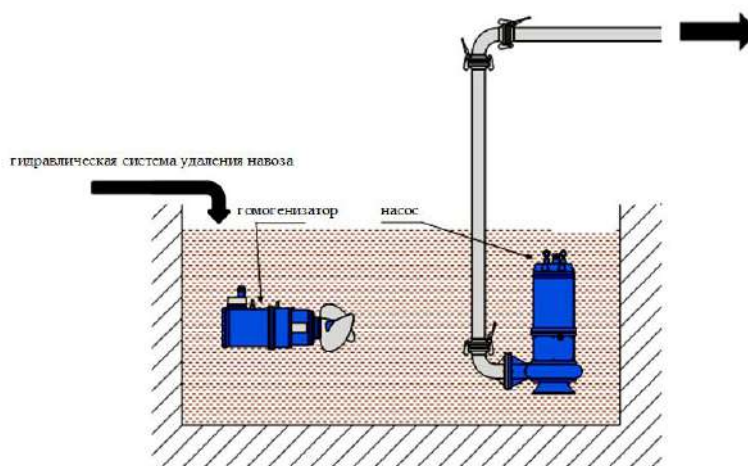
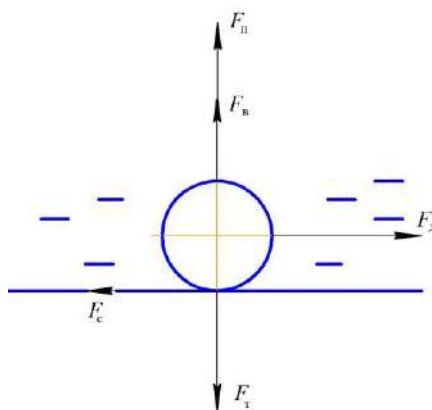


Рис. 1 – Технологическая схема утилизации навоза с использованием погружных насоса и гомогенизатора

#### Основная часть

В расслоившемся жидком навозе твердые частицы преимущественно находятся на дне резервуара (рисунок 2). На частицы действуют сила тяжести  $F_T$ , выталкивающая сила  $F_B$ , подъемная сила  $F_{П}$ , возникающая в результате воздействия потока на частицу, сила сцепления  $F_C$ , движущая сила потока  $F_D$ .



$F_T$  – сила тяжести,  $F_B$  – выталкивающая сила,  $F_{П}$  – подъемная сила,  $F_C$  – сила сцепления,  $F_D$  – движущая сила потока.

Рис. 2 – Силы, действующие на частицу при ламинарном потоке

В резервуаре во время перемешивания жидкая фаза навоза должна течь с такой скоростью  $u$ , чтобы частицы перемещались не только в горизонтальном направлении, но и вертикальном. Для определения необходимой скорости потока при перемешивании рассмотрим, какие силы действуют на частицу, когда она находится на дне резервуара, и имеет, для определенности, форму шара диаметр  $d_0$  и массу  $m$ .

$$F_{\text{п}} + F_{\text{в}} - F_{\text{т}} = 0; \quad (1)$$

$$F_{\text{д}} - F_{\text{с}} - F_{\text{тр}} = 0. \quad (2)$$

Выталкивающая силу можно определить по формуле

$$F_{\text{в}} = gV_{\text{ч}}\rho_{\text{ж}} \quad (3)$$

где  $g$  – ускорение свободного падения,  $\text{м/с}^2$ ,

$\rho_{\text{ж}}$  – плотность жидкости,  $\text{кг/м}^3$ ,

$V_{\text{ч}}$  – объем частицы,  $\text{м}^3$ ,

$$V_{\text{ч}} = \frac{\pi d_0^3}{6}. \quad (4)$$

По формуле (1) с учетом формулы (3) и (4) определим условие движения частицы в вертикальной плоскости

$$F_{\text{п}} \geq gm - gV_{\text{ч}}\rho_{\text{ж}} = g(m - V_{\text{ч}}\rho_{\text{ж}}). \quad (5)$$

По формуле (2) с учетом формулы (3–5) определим условие переноса частиц в горизонтальном направлении

$$F_{\text{д}} \geq F_{\text{с}} + k_{\text{д}}(g(m - V_{\text{ч}}\rho_{\text{ж}}) - F_{\text{п}}), \quad (6)$$

где  $k_{\text{д}}$  – коэффициент трения между частицей и дном.

Вследствие условий (5) и (6) при некоторых естественных допущениях, используя формулы Бернулли и Ньютона, получаем формулу для скорости потока  $u_{\text{к.в}}$ , при котором частица будет перемещается в вертикальной плоскости [2]

$$u_{\text{к.в}} = 2\sqrt{\frac{gd_0}{3} \left( \frac{\rho_{\text{ч}}}{\rho_{\text{ж}}} - 1 \right)}, \quad (7)$$

где  $\rho$  – плотность частицы,  $\text{кг/м}^3$ .

Скорости потока, при которой частица будет перенесена в горизонтальном направлении:

$$u_{\text{к.г}} \geq 2\sqrt{\frac{gd_0 k_{\text{д}}(\rho_{\text{ч}} - \rho_{\text{ж}}) - 12\tau_0}{3\rho_{\text{ж}}(\zeta + 2k_{\text{д}})}}, \quad (8)$$

где  $\tau_0$  – тангенциальное напряжение сдвига,  $\text{кг/м} \cdot \text{с}^2$ ,

$\zeta$  – коэффициент сопротивления.

Сравнив формулы (7) и (8) получаем, что скорость потока, при котором частица будет перемещаться в вертикальной плоскости, больше скорости потока, при котором частица будет перемещаться в горизонтальном направлении. Следовательно, для перемещения твердых частиц во всем объеме резервуара должно соблюдаться условие  $u > u_{\text{к.в}}$ .

Заключение

Получены формулы, позволяющие определить величину скорости потока жидкой фракции навоза, при которой происходит перемещения твердых частиц навоза во всем объеме резервуара.

Список использованных источников

1. Кольга Д.Ф. Переработка навоза в экологически безопасные органические удобрения/ Д.Ф.Кольга, А.С.Васько. – Минск: БГАТУ. – 128с.

**60. Ф.Д. Сапожников, Н.П. Жук, Ф.И. Назаров, Н.В. Булак, УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь**

### **ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ С СИСТЕМАМИ НА ГИДРОФТОРОЛЕФИНАХ**

Введение

В настоящее время для заправки молокоохладительных установок стремятся применять экологически безопасные хладагенты-гидрофторолефины (ГФО). Наиболее часто используемые на