

УДК 631.862.1

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ НАВОЗОПРИЕМНИКА И РЕЖИМОВ РАБОТЫ НАСОСА ДЛЯ ПЕРЕКАЧИВАНИЯ ЖИДКОГО НАВОЗА

Капустин В.П., д.т.н., профессор

Прохоров А.В., к.т.н., доцент

ФГБОУ ВПО "Тамбовский государственный технический университет" (ФГБОУ ВПО "ТГТУ"), г. Тамбов

Ключевые слова: навозоприемник, транспортирование жидкого навоза, насос, режим работы.

Key words: manure collector, liquid manure transportation, pump, operating mode

Аннотация: В статье представлены результаты экспериментальных исследований параметров навозоприемника и режимов работы насосной станции для перекачивания жидкого навоза, определены оптимальные параметры навозоприемника по технико-экономическим показателям. Полученные результаты исследований могут быть полезными для конструкторов, занимающихся проектированием гидротранспорта сточных вод и навоза, а также практикам, использующих гидротранспорт.

Summary: In this article the results of the experimental studies of manure collector parameters and operating modes of pump station for repumping a liquid manure are presented, optimum parameters of manure container in terms of techno-economic characteristics are determined. Obtained research results can be useful for designers dealing with the construction of the hydro-transport of waste water and manure, as well as for experts using the hydro-transport.

Для перемещения жидкого навоза гидротранспортированием необходимо правильно определять параметры насосных агрегатов, вместимость навозоприемника и режимы движения его по трубам, так как от этого зависит не только надежность работы, но и технико-экономические показатели.

Процесс выделения экскрементов животными носит случайный характер, т.е. выход навоза в течение суток неравномерен. Для уменьшения влияния неравномерности притока на режим работы насосной станции, строят навозоприемники, вместимость которых ограничивается условиями эксплуатации. При длительном хранении жидкий навоз рас-

слаивается, что приводит к образованию слоя осадка, который не удаляется фекальными насосами. Для разрушения осадка используют различного рода устройства (мешалки, барботеры и т.д.) на привод которых дополнительно затрачивается энергия.

В типовых проектах предусматривается для одного и того же количества животных и принятой системы удаления навоза строительство навозоприемников вместимостью 60...400 м³. Поэтому вопрос оптимизации сборников жидкого навоза имеет важное значение.

Существующие методы расчета, основанные на графическом анализе режимов притока и откачки практически несовершенны, дают завышенные результаты и не позволяют выбрать оптимальный типоразмер насоса.

Научно-обоснованные и проверенные в производственных условиях рекомендации по выбору параметров навозоприемников для ферм и комплексов с гидравлическими способами уборки навоза в специальных литературных источниках отсутствуют [1,2].

Нами предлагается способ выбора параметров навозоприемников жидкого навоза на основе технико-экономического анализа и использовании теории многофакторных экспериментов. При этом использовался свиной навоз влажностью 90...96%, полученный при самотечном способе уборки.

В качестве критерия оценки эффективности были приняты удельные приведенные затраты. В качестве факторов приняты: годовой выход навоза на комплексе – X₁ (W, %), вместимость навозоприемника – X₂ (V, м³), подача насоса X₃ (Q м³/ч), таблица 1.

Таблица 1. Факторы, интервалы и уровни варьирования

Тип плана	Уровни и интервалы варьирования	Факторы		
		X ₁ , тыс. м ³	X ₂ , м ³	X ₃ , м ³ /ч
Некомпозиционный	+1	182,5	150	250
	0	109,5	100	150
	-1	36,5	50	50
		73,0	50	100

В результате вычисления коэффициентов регрессии уравнение поверхности отклика имеет вид:

$$\hat{y} = 0,21 - 0,201X_1 + 0,1X_2 + 0,53X_3 - 0,19X_1X_2 - 0,015X_1X_3 + 0,075X_2X_3 - 0,061X_1^2 - 0,06X_2^2 - 0,056X_3^2. \quad (1)$$

Результаты расчетов дисперсий коэффициентов регрессии и доверительных интервалов показали, что коэффициенты значимы, модель второго порядка адекватна. Формула (1) справедлива при $W=36...182$ тыс. m^3 ; $V=50...150m^3$; $Q=50...200 m^3/ч$.

Анализ уравнения (1) показывает, что с увеличением фактора X_1 (выход навоза) критерий оптимизации уменьшается. Возрастание факторов X_2 и X_3 вызывает повышение критерия оптимизации, т.к. увеличение вместимости навозоприемника обуславливает рост капитальных вложений, а также эксплуатационных расходов.

Для нахождения оптимальных значений критерия оптимизации и действующих факторов была составлена система дифференциальных уравнений, решение которой позволило определить эти значения (таблица 2).

Таблица 2. Значение критерия оптимизации, кодирования и именованные значения факторов.

Параметр	Факторы			Параметр оптимизации, у, руб/ m^3
	X_1	X_2	X_3	
Кодированное значение	-0,5	-0,74	-0,076	120
Именованное значение	73	63	144	120

Каноническое преобразование уравнения (1) позволило отобразить изучаемую поверхность отклика геометрически с помощью двумерных сечений, рисунок 1, по которым можно определить оптимальные значения критерия оптимизации и интересующие факторы.

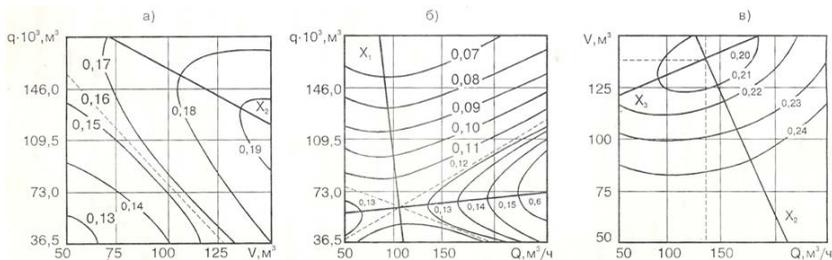


Рисунок 1 – Двумерные сечения для определения удельных приведенных затрат в зависимости от: а) выхода навоза q и вместимости навозоприемника V ; б) выхода навоза q и производительности насоса Q ; в) вместимости навозоприемника V и производительности насоса Q .

Анализ графических зависимостей показывает, что на комплексах, где выход навоза составляет более 146 тыс. м³/год (поголовье свиней свыше 4 тыс.) и использовании насосов с подачей до 144 м³/ч, экономически оправдано строить навозоприемник вместимостью 125...137 м³.

Для приближенных расчетов вместимость навозоприемника жидкого навоза принимается равной 35...45 минутной подаче насоса [1].

Для определения вместимости навозоприемника с учетом поголовья свиней при установке насосных агрегатов с подачей до 150 м³/ч можно использовать формулу:

$$V = 2,5n + 25, \quad (2)$$

где n – число животных, тыс. шт.

В зависимости от подачи насоса Q насоса при поголовье свиней до 30 тыс. вместимость навозоприемника можно определить по таблице 3.

Таблица 3. Вместимость навозоприемника в зависимости от подачи насоса

Q, м ³ /ч	100	200	300
V, м ³	до 80	137	150

Расчеты показывают, что при использовании рекомендуемых параметров навозоприемников минимальные удельные приведенные затраты составляют 200...240 руб/м³.

В результате проведенных экспериментальных исследований по транспортированию жидкого навоза выявлено, что оптимальными являются скорость перемещения 1,5...2,0 м/с при степени заилиения не более 14%.

Полученные результаты исследований могут быть полезными для конструкторов, занимающихся проектированием гидротранспорта сточных вод и навоза, а также практикам, использующих гидротранспорт.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Методические рекомендации по технологическому проектированию систем удаления и подготовки к использованию навоза и помета. Рекомендательные документы. РД-АПК 1.10.15.02-08. М.: МСХ РФ, 2008. -97 с.
2. Морозов Н.М., Денисов В.А., Дурдыбаев С.А. «Рекомендации по системам удаления транспортирование, хранения и подготовки к использованию навоза для различных производственных и природно-климатических условиях», М.:ФГНУ «Росинформагротех», 2005. - 180с.