

УДК 631:345:220

ТЕОРЕТИЧНИЙ РОЗРАХУНОК СКРЕПЕРНОЇ УСТАНОВКИ ДЛЯ ПРИБИРАННЯ ГНОЮ ПРИ БЕЗПРИВ'ЯЗНОМУ УТРИМАННІ ВЕЛИКОЇ РОГАТОЇ ХУДОБИ

М. Ікальчик, к. т. н.

ВП НУБіП України "Ніжинський агротехнічний інститут"

Постановка проблеми. Санітарний стан приміщення ферми і тварин залежить від своєчасного й повного видалення гною. Видалення гною з тваринницьких приміщень досить трудомістка й енергоємна операція.

Останніми роками в Україні значного поширення набув безприв'язний боксовий спосіб утримання великої рогатої худоби (ВРХ). При цьому способі утримання гній прибирають за допомогою скреперних установок.

Розрахунки скреперних установок для прибирання гною проводять студенти навчальних закладів під час розроблення курсових і дипломних проектів, а також інженерно-технічні служби під час проектування скреперних установок.

Скреперна установка УСГ-3 складається з приводу, тягових ланцюгів, проміжних штанг, скреперів, поворотних роликів [1]. Привід установки включає два спарені редуктори, електродвигун, механізм реверсування та ведучу зірочку. Скрепер – це робочий орган, що збирає й переміщує гній каналами. Він складається з повзуна, шарніра, натяжного пристрою та двох скребків. Залежно від ширини каналу розсувні скребки виставляють на ширину очищення від 1,8 до 3 м. На кінцях скребків болтами прикріплені гумові чистики, які очищають від гною стінки каналу.

Але життя не стоїть на місці, розробляються нові моделі скреперних установок, які мають форму скребка не прямокутної форми, а у вигляді відвала [2]. У зв'язку з реконструкцією корівників з прив'язного утримання 100 корів на безприв'язне боксове утримання, у реконструйованому корівнику тварини розміщуються в один ряд, оскільки другий ряд тварин не поміщається. Отже, у таких випадках скреперна установка використовується для прибирання гною в одному каналі (рис. 1).

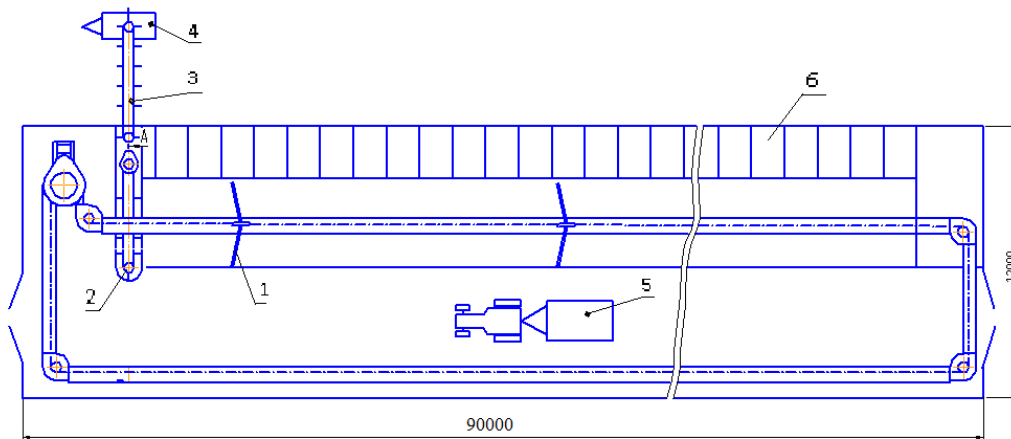


Рис. 1. Схема технологічної лінії прибирання гною за безприв'язного однорядного утримання тварин: 1 – скреперна установка; 2 – поперечний конвеєр; 3 – похилий конвеєр; 4 – причіп; 5 – кормороздавач; 6 – стійло.

Також при детальному вивченні роботи скреперної установки ми побачимо, що в її роботі частково присутній холостий хід. Щоб скрепер міг прибирати крайні стійла, робочий орган повинен виходити за межі стійла на 2 м з таким розрахунком, щоб під час робочого ходу він відкривався перед стійлом.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питаннями теоретичних розрахунків скребоккових конвеєрів колового руху та скреперних установок для прибирання гною при безприв'язному утриманні ВРХ займалися С. В. Мельников [3], І. І. Ревенко [1], І. Г. Бойко [4], І. М. Бендера [5] та інші науковці.

Постановка завдання. Виходячи з викладеного, виникає потреба розробити універсальні формули для визначення продуктивності, тягового опору та вибору потужності електродвигуна, які будуть справедливі для скреперних установок як з дворядним, так і з однорядним варіантом використання.

Виклад основного матеріалу. Для дослідження обрано ферму, на якій утримується 65 дійних корів безприв'язним боксовим способом. Для видалення гною з корівника за даного способу утримання використовуються: скреперна установка, поперечний і похилий конвеєри (див. рис. 1).

Розрахунок скреперної установки зводиться до визначення продуктивності, тягового опору та вибору потужності електродвигуна.

Продуктивність Q , кг/с, скреперної установки визначають за формулою

$$Q = \frac{h_c \cdot b \cdot S_1 \cdot \rho \cdot V \cdot k_1}{C_{\text{роб.х}} + C_{\text{хол.х}}}, \quad (1)$$

де h_c – середня товщина шару гною в гнойовому каналі, м;

b – ширина гнойового каналу, м; $b = 1,8 \dots 3,3$ м;

S_1 – робоча довжина ходу першого скрепера, м;

ρ – щільність гною, кг/м^3 ; для підстилкового гною $\rho=600\dots900 \text{ кг/м}^3$;
приймаємо $\rho = 750 \text{ кг/м}^3$;

V – середня швидкість руху скрепера за один цикл, м/с;

k_1 – коефіцієнт, що враховує кут нахилу скребка;

$C_{1\text{роб.х}}$ – загальна довжина переміщення першого скрепера під час робочого ходу, м;

$C_{1\text{хол.х}}$ – загальна довжина переміщення першого скрепера під час зворотного ходу, м (рис. 2).

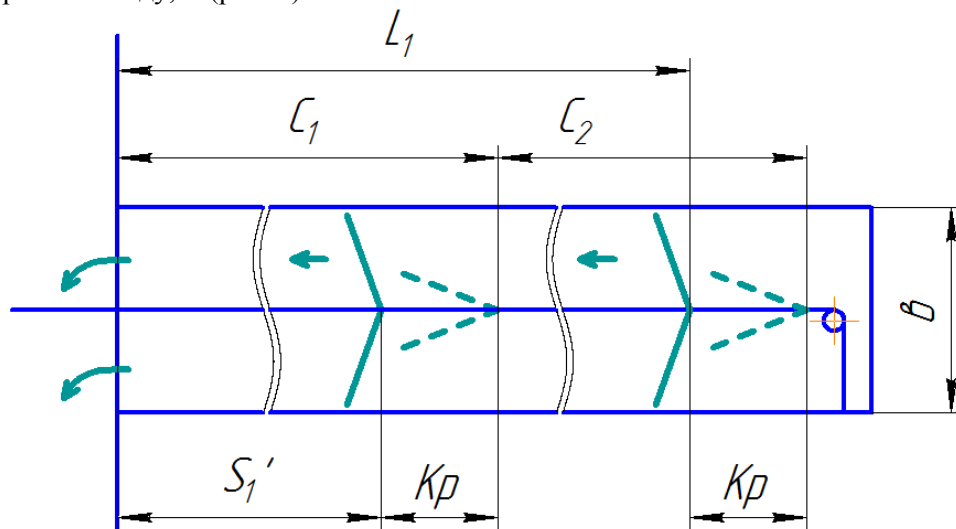


Рис. 2. Розрахункова схема скреперної установки.

$$C_{1\text{роб.х}} = C_2 + K_n, \quad (2)$$

де C_2 – крок між скреперами, м;

K_n – відстань перекриття ходів скрепера, щоб гній від скрепера №2 передався скреперу №1, $K_n = 4$ м.

$$S_1 = C_{1\text{роб.х}} - K_p, \quad (3)$$

де K_p – шлях, необхідний для розкриття скребків, $K_p = 2$ м.

L_1 – робоча довжина гнойового каналу, м;

$k_1 = 0,3\dots1$ [4]; $k_1 = 0,8\dots1$ [1].

Виходячи з цих даних, ми приймаємо, що скребок буде занурюватись у гній з максимальним зусиллям ($k_1 = 1$) при своїй оптимальній поверхні (оптимальному

куті нахилу скребка). А мінімальне значення (приймаємо $k_1 = 0,75$) буде при найменш ефективному куті нахилу скребків, а саме 90° .

Для вибору електродвигуна, необхідного для приводу скреперної установки, потрібно визначити її тяговий опір руху.

Тяговий опір $P(H)$ руху скреперної установки знаходимо за формулою [5]:

$$P = P_1 + P_2 + P_3 + P_4, \quad (4)$$

де P – тяговий опір руху скреперної установки, Н;

P_1 – опір від тертя гною по дну гнойового каналу, Н;

P_2 – опір тертя гною по бокових стінках гнойового каналу, Н;

P_3 – опір тертя ланцюга і скребків по дну гнойового каналу, Н;

P_4 – опір, який виникає при заклинюванні скребків скрепера, Н.

Визначаємо опір тертя гною по дну гнойового каналу за формулою [5]:

$$P_1 = (m_1 + m_2) \cdot f \cdot g, \quad (5)$$

де m_1 – маса гною, яку транспортує перший скрепер, кг;

m_2 – маса гною, яку транспортує другий скрепер, кг;

f – коефіцієнт тертя гною по дну гнойового каналу. Для тертя гною по бетону при швидкості $0,085$ м/с $f = 1,1$, а при швидкості $1,5$ м/с $f = 0,9$ [6].

Визначаємо опір від тертя гною об бокові стінки гнойового каналу за формулою

$$P_2 = \frac{h^2}{2} \cdot m_{\text{скр}} \cdot l_{\text{сер}} \cdot \rho \cdot g \cdot \xi \cdot f, \quad (6)$$

де h – висота скребка скрепера; $m_{\text{скр}}$ – кількість скребків; $l_{\text{сер}}$ – середнє значення довжини призми волочіння; ξ – коефіцієнт бокового тиску, $\xi = 1, 2, \dots, 1, 4$ [7].

Визначаємо опір від переміщення ланцюга і скребків по дну гнойового каналу за формулою [4]:

$$P_3 = M \cdot g \cdot f, \quad (7)$$

де M – маса рухомої частини скреперної установки (ланцюг, скрепери), кг.

Для тертя сталі по бетону при швидкості $0,085$ м/с $f = 0,8$, а при швидкості $1,5$ м/с – $f = 0,5$ [6].

Визначаємо опір, який виникає при заклинюванні скребків скрепера:

$$P_4 = m_{\text{скр}} \rho_{\text{зак}}, \quad (8)$$

де $\rho_{\text{зак}}$ – зусилля, необхідне на подолання заклинювання в одному скребку, $\rho_{\text{зак}} = 15$ Н [5], $\rho_{\text{зак}} = 15 \dots 30$ Н [4; 7].

Потужність двигуна $N_{\text{дв}}$, кВт визначаємо за формулою [4; 5]:

$$N_{\text{дв}} = \frac{k \cdot P \cdot V}{1000 \eta_m}, \quad (9)$$

де $N_{\text{дв}}$ – потужність двигуна, кВт;

k – коефіцієнт, що враховує опір натягу на привідній зірочці; $k = 1,1$;

η_m – ККД передачі і приводу; $\eta_m = 0,75 \dots 0,85$, для нашого редуктора $\eta_m = 0,82$ [1; 3; 4];

V – швидкість руху скрепера, м/с.

Визначення питомої енергоємності повного ходу скрепера:

$$N_{\text{пит}} = \frac{(N_{\text{дв.р.х}} \cdot t_{\text{ск}}) + (N_{\text{дв.зв.х}} \cdot t_{\text{ск}})}{m_{\text{гн}}}, \quad (10)$$

де $N_{\text{дв.р.х}}$ – питома енергоємність робочого ходу, кВт·год/т;

$N_{\text{дв.зв.х}}$ – питома енергоємність зворотного ходу, кВт·год/т;

$t_{\text{ск}}$ – час руху скрепера, год;

$m_{\text{гн}}$ – маса гною, прибраного з гнойового каналу, т.

$$t_{\text{ск}} = \frac{L_{\text{гн.к}}}{V_{\text{ск}}}, \quad (11)$$

де $L_{\text{гн.к}}$ – довжина гнойового каналу, м.

Висновки. Інноваційний рівень засобів механізації прибирання гною на тваринницьких фермах закладається на стадіях створення, шляхом забезпечення науково-технічної новизни, реалізації вимог інноваційного рівня, конкурентоспроможності та поглиблених маркетингових досліджень. Це забезпечує прискорення процесів організації серійного виробництва обладнання та впровадження наукових досліджень у виробництво.

У даній статті узагальнені та розроблені універсальні формули для визначення продуктивності й тягового опору скреперних установок та вибору потужності електродвигуна.

Рекомендується для використання студентами навчальних закладів, а також інженерно-технічними службами під час проектування скреперних установок.

Бібліографічний список

1. Механізація виробництва продукції тваринництва / [І. І. Ревенко, Г. М. Кукта, В. М. Манько та ін.] ; за ред. І. І. Ревенка. – К. : Урожай, 1994. – 264 с.
2. Ікальчик М. І. Удосконалення скреперної установки для прибирання гною / М. І. Ікальчик // Механізація та електрифікація сільського господарства. – 2013. – Вип. 97, т. 1. – С. 613–618.
3. Мельников С. В. Механизация и автоматизация животноводческих ферм / С. В. Мельников. – Л. : Колос, 1978. – 560 с.

4. **Машины та обладнання для тваринництва : підручник / [О. А. Науменко, І. Г. Бойко, В. І. Грідасов та ін.] ; за ред. І. Г. Бойко. – Харків : ХНТУСГ, 2006. – 279 с.**
5. **Проектування механізованих технологічних процесів у тваринництві : [навчальний посібник з виконання дипломних проектів з механізації тваринництва на освітньо-кваліфікаційному рівні «Бакалавр» / І. М. Бендера, В. П. Лаврук, С. В. Ярмаков та ін.] ; за ред. І. М. Бендери, В. П. Лаврука. – Кам'янець-Подільський : ФОП Сисин О. В., 2011. – 564 с.**
6. **Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів : підручник / [О. М. Царенко, Д. Г. Войтюк, В. М. Швайко та ін.] ; за ред. С. С. Яцуна. – К. : Мета, 2003. – 448 с.**
7. **Механизация животноводческих ферм. Часть 6. Расчет машин для уборки навоза : [метод. рекомендации для студентов-заочников инженерных факультетов] / [Д. А. Домашенко, Д. С. Чубов, И. И. Ревенко и др.]. – К. : УСХА, 1987. – 12 с.**

Икальчик М. Теоретичний розрахунок скреперної установки для прибирання гною при безприв'язному утриманні великої рогатої худоби

У статті розглянуто технологічний процес прибирання гною за умов безприв'язного утримання ВРХ. Проведено аналіз роботи скреперної установки. Запропоновано узагальнені та розроблені формули для розрахунку скреперних установок за використання їх як при двохрядному, так і при однорядному утриманні ВРХ. Ці формули можна застосовувати і до нових розробок, коли форма скребка не прямокутної форми, а у вигляді відвала чи похилої поверхні. У цих формулах також врахований частково присутній холостий хід.

Ключові слова: гній, скрепер, продуктивність, тяговий опір, потужність.

Ikalchik N. Theoretical calculation scraper installation manure in the loose keeping cattle

The article discusses the process manure in a loose housing cattle. The analysis of work scraper installation. Proposed generalized and developed the formula for calculating the scraper settings when using them both for two-row and single-row with the content of cattle. These formulas may be applied to new developments, when the scraper is not a rectangular shape, and a blade or a sloping surface. These formulas are also taken into account partly present, idling.

Key words: manure scraper, performance, traction resistance power.

Икальчик Н. Теоретический расчет скреперной установки для уборки навоза при беспривязном содержании крупного рогатого скота

В статье рассматривается технологический процесс уборки навоза в условиях беспривязного содержания КРС. Проведен анализ работы скреперной установки. Предложены обобщенные и разработанные формулы для расчета скреперных установок при использовании их как при двухрядном, так и при однорядном содержании КРС. Данные формулы возможно применять и к новым разработкам, когда форма скребка не прямоугольная, а в виде отвала или наклонной поверхности. В данных формулах также учтен частично присутствующий холостой ход.

Ключевые слова: навоз, скрепер, производительность, тяговое сопротивление, мощность.