

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО
МЕХАНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра «Технічний сервіс та системи в АПК»

НАДІЙНІСТЬ ТЕХНОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ

Методичні вказівки до практичної роботи №10
на тему: «Визначення ймовірності безвідмовної роботи
технологічної системи прибирання і видалення гною»
для здобувачів ступеня вищої освіти «Магістр»
спеціальності 208 «Агроінженерія»

Надійність технологічних систем. Методичні вказівки до практичної роботи №10 для здобувачів ступеня вищої освіти «Магістр» спеціальності 208 «Агроінженерія» - Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, 2019. – 32 с.

Розробник:

доцент Болтянська Н.І.

Рецензент:

доцент Паніна В.В.

Розглянуто і схвалено на засіданні кафедри Технічний сервіс та системи в АПК, протокол № від 2019 р.

.

Розглянуто і рекомендовано до впровадження в навчальний процес метод. комісією факультету ІКТ, протокол № від 2019 р.

Практична роботи №10

ВИЗНАЧЕННЯ ЙМОВІРНОСТІ БЕЗВІДМОВНОЇ РОБОТИ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СИСТЕМИ ПРИБИРАННЯ І ВИДАЛЕН- НЯ ГНОЮ

МЕТА РОБОТИ - визначити ймовірність безвідмовної роботи технологічної системи прибирання і видалення гною.

1 ВКАЗІВКИ З САМОПІДГОТОВКИ ДО РОБОТИ

1.1 Завдання для самостійної підготовки (Додаток А)

Вивчити:

– класифікацію технічних систем і засобів прибирання, видалення та утилізації гною.

Скласти звіт по роботі:

- номер, найменування та мета роботи;
- видалення гною стаціонарними засобами
- видалення гною мобільними засобами
- принцип дії самопливної системи видалення гною
- принцип дії змивної системи видалення гною.

1.2 Питання для самопідготовки

- 1.2.1 Видалення гною стаціонарними засобами
- 1.2.2 Видалення гною мобільними засобами
- 1.2.3 Принцип дії самопливної системи видалення гною
- 1.2.4 Принцип дії змивної системи видалення гною

1.2 Рекомендована література

1. Надійність техніки. Системи технологічні. Терміни та визначення: ДСТУ 2470-94. - К.: Держстандарт України, 1995. – 28 с.
2. Канарчук В.С. Надійність машин: Підручник. / В.С. Канарчук, С.К. Полянський, М.М. Дмитрієв – Либідь, 2003 – 424 с.
- 3.Зенкін М.А. Методи підвищення надійності та довговічності деталей та вузлів машин легкої промисловості: Підручник. / М.А. Зенкін, Б.Ф. Піпа – К.: КНУДТД, 2004 -264с.

2 ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ РОБОТИ

2.1 Програма робіт

2.1.1 Вивчити:

- поняття функції розподілу;
- щільність (густина) розподілу;
- числові характеристики випадкових величин.

2.1.2 Ознайомитись:

- з простим потоком подій та його характеристиками.

2.1.3 Провести розрахунок

- ймовірності безвідмовної роботи технологічної системи прибирання і видалення гною.

Скласти звіт та захистити роботу.

2.2 Теоретичні відомості

2.2.1 Поняття функції розподілу

Для кількісної оцінки закону розподілу випадкової величини (дискретної або неперервної) задають *функцію розподілу ймовірностей випадкової величини*, яку визначають як ймовірність того, що випадкова величина X прийме значення, менше деякого фіксованого числа x , та позначають

$$F(x) = P\{X < x\}$$

або

$$F(x) = P\{-\infty < X < x\}.$$

Функцію розподілу $F(x)$ інколи називають *інтегральною функцією* розподілу ймовірностей випадкової величини.

Знаючи функцію розподілу $F(x)$, можна обчислити ймовірність попадання випадкової величини в деякий інтервал $[a, b)$:

$$P\{-\infty < X < x\} = F(b) - F(a).$$

Дійсно, випадкова подія $\{X < b\}$ є об'єднанням двох несумісних подій $\{X < a\}$ та $\{a \leq X < b\}$.

Отже, за теоремою додавання ймовірностей несумісних подій маємо

$$P\{X < b\} = P\{X < a\} + P\{a \leq X < b\},$$

звідки

$$P\{a \leq X < b\} = P\{X < b\} - P\{X < a\}$$

або, враховуючи вищесказане позначення (2):

$$P\{a < X < b\} = F(b) - F(a).$$

Отже, ймовірність попадання випадкової величини X на заданий інтервал рівна приросту функції розподілу на заданому інтервалі.

Графік функції розподілу дискретних випадкових величин має стрибкоподібний вигляд (рис. 1). При досягненні поточної змінної x можливих значень величини X випадкова функція $F(x)$ робить стрибок на величину, яка дорівнює ймовірності даного значення випадкової величини

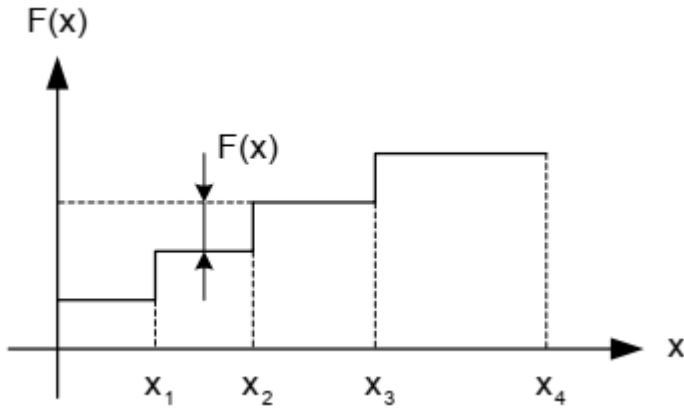


Рис. 1. Графік функції розподілу дискретних випадкових величин

Встановимо деякі *властивості функції розподілу*:

1. $F(x)$ є неспадною функцією, тобто $F(x_2) \geq F(x_1)$, якщо $x_1 < x_2$
2. Значення функції розподілу належать відрізьку $[0;1]$, тобто

$$0 \leq F(x) \leq 1$$

або інакше:

$$\lim_{x \rightarrow -\infty} F(x) = 0, \quad \lim_{x \rightarrow +\infty} F(x) = 1$$

3. Функція розподілу неперервна зліва:

$$F(x) = F(x - 0), \forall x.$$

Стосовно теорії надійності функція розподілу має ряд загальних властивостей:

Чим більший час роботи елемента або системи, тим більша ймовірність відмови. При $t_2 > t_1$ величина ймовірності відмов $q(t_2) > q(t_1)$. При $t = 0$ ймовірність відмови $q(t) = 0$ (виключаємо можливі випадки відмови елемента до можливого включення в роботу). При $t \rightarrow \infty$ відмова стає достовірною подією $q(t) \rightarrow 1$.

2.2.2 Щільність (густина) розподілу

Закон розподілу ймовірностей неперервних випадкових величин може бути заданий також *щільністю (густиною) розподілу*.

Нехай неперервна випадкова величина X задана функцією розподілу $F(x)$, неперервною та диференційованою. Ймовірність попадання цієї випадкової величини в деякий інтервал $(x, x + \Delta x)$ знайдемо на підставі співвідношення (2):

$$P\{x < X < x + \Delta x\} = F(x + \Delta x) - F(x),$$

тобто як приріст функції розподілу на цьому інтервалі.

Відношення

$$\frac{P\{x < X < x + \Delta x\}}{\Delta x}$$

Виражає середню ймовірність, яка приходить на одиницю довжини інтервалу. Перейшовши до границі при $\Delta x \rightarrow 0$, отримаємо

$$\lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{F(x + \Delta x) - F(x)}{\Delta x} = F'(x).$$

Щільність розподілу в теорії надійності є показником оцінки надійності невідновлювальних систем. Цією характеристикою зручно користуватися й при визначенні щільності ймовірності часу до першої відмови або між відмовами невідновлювальних систем. Крива, яка зображує щільність розподілу випадкової величини називається *кривою розподілу*. В теорії надійності використовуються дві криві розподілу (рис. 2).

а) щільність розподілу часу безвідмовної роботи для раптових відмов не поновлювальних однотипних елементів; найбільша щільність ймовірності відмов приходить на початковий період роботи елементів, але це не означає, що надійність пристрою не зміниться, бо на експлуатації знаходиться менша кількість елементів та ймовірність виникнення відмов в меншій кількості елементів менша. Коли не залишиться ні одного елемента, то щільність розподілу рівна 0.

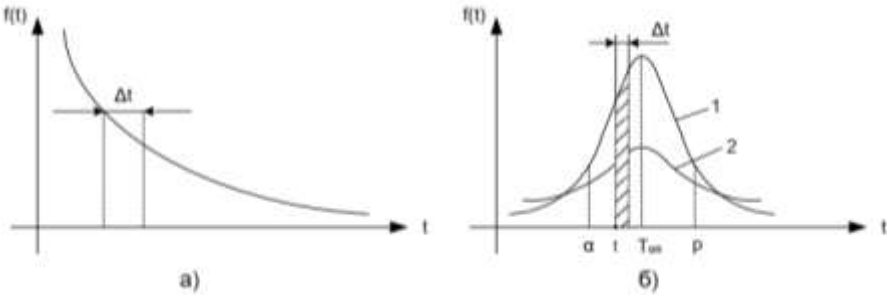


Рис. 2. Криві розподілу

б) щільність розподілу для випадку поступових відмов (які накопичуються з часом) невідновлювальних елементів (систем). Поступові відмови на відміну від раптових пов'язані з повільним накопиченням ознак старіння та зношення, які проявляються після достатнього терміну роботи систем. В період масового старіння та зношення ($T_{оп}$) крива різко йде вгору (щільність розподілу часу безвідмовної роботи має $\max$ при $T_{оп}$). Після цього щільність розподілу спадає, оскільки на випробуваннях залишається менше елементів (систем), що приводить до зменшення виникнення відмов тобто $f(x) \rightarrow 0$.

2.2.3 Числові характеристики випадкових величин

Для оцінки розподілу випадкових величин використовуються числові характеристики:

- математичне сподівання;
- дисперсія;
- середньоквадратичне відхилення.

Математичним сподіванням дискретної випадкової величини

X , що приймає скінченну кількість значень x_i з ймовірностями p_i , називається сума:

$$M(X) = \sum_{i=1}^n x_i p_i.$$

Математичним сподіванням неперервної випадкової величини X називається інтеграл від добутку її значень x_i на щільність розподілу ймовірностей $f(x)$:

$$M(X) = \int_{-\infty}^{\infty} x f(x) dx.$$

Математичне сподівання характеризує *середнє значення* випадкової величини X . Її розмірність співпадає з розмірністю випадкової величини.

Властивості математичного сподівання:

- $M(c \cdot X) = c \cdot M(X)$, $c \in R$
- $M(X + Y) = M(X) + M(Y)$,
- $M(X \cdot Y) = M(X) \cdot M(Y)$ для незалежних випадкових величин X та Y .

Дисперсією випадкової величини X називається число

$$D(X) = M\{[X - M(X)]^2\} = M(X^2) - [M(X)]^2$$

Дисперсія є *характеристикою розсіювання* значень випадкової величини X відносно її середнього значення $M(X)$. Розмірність дисперсії рівна розмірності випадкової величини в квадраті. Виходячи з визначення дисперсії та математичного сподівання для дискретної випадкової величини та для неперервної випадкової величини отримаємо аналогічні вирази для дисперсії:

$$D(X) = M(X - m)^2 = \begin{cases} \sum_{i=1}^n (x_i - m)^2 p_i & \text{для дискретних випадкових величин} \\ \int_{-\infty}^{\infty} (x - m)^2 f(x) dx & \text{для неперервних випадкових величин} \end{cases}$$

Властивості дисперсії:

- $D(c \cdot X) = c^2 \cdot D(X)$, $c \in R$,

- $D(X + Y) = D(X) + D(Y)$ для незалежних випадкових величин X та Y .

Середньо квадратичне відхилення характеризує міру розсіювання значень випадкової величини X , має з нею однакову розмірність та визначається за формулою:

2.2.4 Потік подій. Простий потік подій та його характеристики

Потоком подій називається така послідовність подій, що розвиваються одна за одною у випадкові моменти часу. Якщо розглядається потік відмов та поновлення систем, а час відновлення при даному розгляді дорівнює нулеві, то одержимо потік відмов, які виникають одна за одною. Потоки цих подій можуть бути різними. Розрізняють потоки: регулярний, нерегулярний, простий, найпростіший.

Потік подій відбувається у часі (рис. 3).

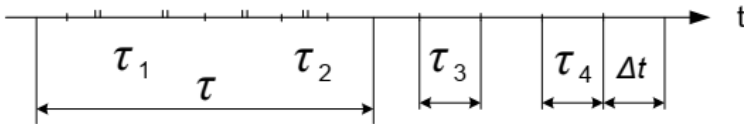


Рис. 3. Потік подій

Характеристики потоків подій:

1. Стационарність. Ймовірність виникнення певної кількості подій за інтервал часу тривалістю t залежить не від того, де інтервал часу t знаходиться на осі часу t , а тільки від довжини інтервалу t . Більшому інтервалу відповідає більша кількість подій. Ця умова для потоку відмов в апаратурі виконується наближено. В період експлуатації апаратури потоки відмов є нестационарними.

2. Відсутність післядії. Характер протікання потоку подій після часу t не залежить від того як протікав потік до цього моменту. Математично це означає, що умовна ймовірність появи K подій (відмов) за інтервал $[t, t + t_3]$ розрахована при довільних припущеннях про насичення подій до цього інтервалу та рівна безумовній ймовірності насичення подій за цей інтервал. З фізичної точки зору післядія виконується по-різному: 1 – внаслідок відмов

одного елемента часто одночасно виходять з ладу залежні елементи; 2 – відмова одного елемента може призвести до виникнення напруженого елементарного режиму для інших елементів, що збільшує ймовірність їх відмов в подальшому; 3 – заміна відновлених елементів новими призводить до того, що наступна відмова скоріше станеться у елементів, які замінені раніше, ніж у щойно поставлених.

3. Ординарність. Термін ординарний говорить про те, що за невеликий проміжок часу Δt мало ймовірна поява двох та більше подій.

Найважливішими чисельними параметрами випадкового потоку є інтенсивність потоку $\mu(t)$ та параметр потоку $\lambda(t)$.

Інтенсивністю потоку називають математичне сподівання кількості подій за одиницю часу в даний момент:

$$\mu(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\bar{N}(t, t + \Delta t)}{\Delta t},$$

тобто, це границя відношення середньої кількості подій (N) на інтервалі $(t, t + \Delta t)$ до довжини цього інтервалу, що прямує до нуля.

Параметром потоку називається границя відношення ймовірності надходження хоча б однієї події на інтервалі $(t, t + \Delta t)$ до довжини цього інтервалу, що прямує до нуля:

$$\lambda(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{P_{i \geq 1}(t, t + \Delta t)}{\Delta t}.$$

Для стаціонарного процесу інтенсивність та параметр потоку – величини постійні не залежать від часу, тобто $\lambda(t) = \lambda$ та $\mu(t) = \mu$. Для ординарних потоків величина параметра потоку та інтенсивність потоку збігаються, тобто $\lambda = \mu$.

Приклад розрахунку

Визначити ймовірність безвідмовної роботи технологічної системи прибирання і видалення гною:

1) що складається з 7 елементів, які поміж собою сполучаються послідовно та мають ймовірність безвідмовної роботи протягом часу t : навантажувач $P(t)=0,99$; транспортний засіб $P(t)=0,98$; розкидач підстилки $P(t)=0,97$; конвеєр для видалення гною $P(t)=0,975$; конвеєр-

навантажувач $P(t)=0,975$, компостувальний агрегат $P(t)=0,965$, розкидач гною $P(t)=0,975$.

2) за умови, що система налічує 7 паралельно встановлених елементів. Мінімальна кількість таких елементів, яка забезпечує безвідмовність роботи машини $r=2$, а ймовірність безвідмовної роботи кожного елементу $P(t)=0,95$.

Порівняйте надійність системи та надійність окремих елементів системи при послідовному та при паралельному з'єднанні.

Розв'язання.

Основні технології видалення та утилізації гною

Видалення гною з приміщень – один з найскладніших процесів в технології вирощування тварин. Своєчасне очищення приміщень для утримання тварин від гною дозволяє покращувати мікроклімат (при частому прибиранні знижується рівень вмісту аміаку і азотистих газів в повітрі) і підтримувати чистоту і рівень гігієни, тим самим, підвищуючи рівень комфорту тварин, що, відповідно, збільшує їх продуктивність.

Технологія видалення та утилізації гною зумовлюється насамперед його вологістю, яка залежить від способу утримання тварин у приміщеннях, а також кількості та варіанту використання підстилки.

На фермах великої рогатої худоби (при утриманні тварин на прив'язі) стійла прибирають 2-5 разів на добу. Гній видаляють за межі приміщення і транспортують у гноєсховище або на місце приготування компосту. При безприв'язному утриманні тварин на глибокому шарі підстилки гній видаляють двічі-тричі на рік, а з вигульних майданчиків – щоденно або раз у два-три дні, залежно від пори року. З приміщень, обладнаних боксами, гній прибирають також через два-три дні.

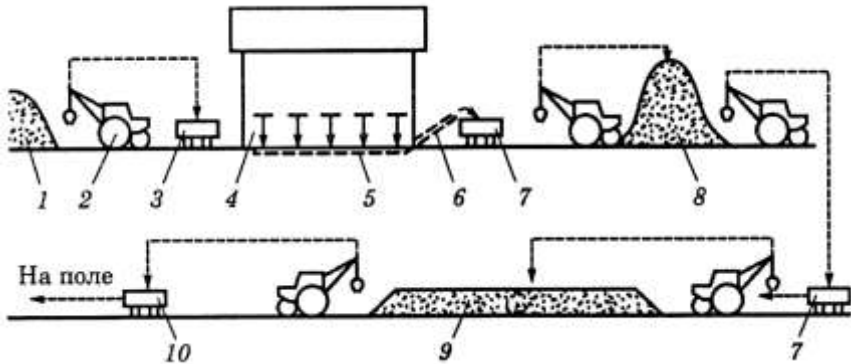
Якщо тваринницькі приміщення мають щільну підлогу, гній нагромаджується в каналах або сховищах під такою підлогою, звідки його видаляють періодично (з каналів у міру їх заповнення, зі сховищ – у міжсезоннях).

Структура технологічного процесу прибирання тваринницьких приміщень та використання гною включає комплекс операцій; доставка і розподіл підстилки в місцях утримання тварин; прибирання й видалення гною з приміщень; транспортування його в гноєсховища або до місця приготування компосту; знешкодження і переробка гною або

приготування компостів; доставка органічних добрив на поле та внесення їх в ґрунт. Ефективнішими є технології, що забезпечують мінімальну вологу і максимальну збереженість цінних для добрива речовин.

Залежно від конкретних умов утримання тварин та консистенції гною набули поширення різні технологічні схеми його видалення і використання.

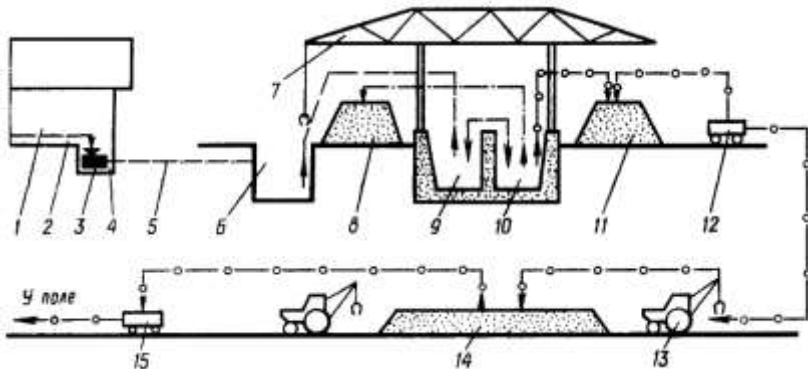
При прив'язному утриманні підстилковий гній (рис. 4) із стійл прибирають вручну й завантажують на скребкові або скреперні установки. Останні видаляють гній за межі приміщення і завантажують у мобільні транспортні засоби. Складають гній у траншеї чи бурти.



- 1 – склад підстилки; 2 – навантажувач; 3 – розкидач підстилки;
4 – тваринницьке приміщення; 5 – конвеєр для видалення гною;
6 – конвеєр-навантажувач; 7 – транспортний засіб; 8 – карантинно-компостний майданчик; 9 – гноєсховище; 10 – розкидач гною

Рис. 4 Технологічна схема прибирання та утилізації підстилкового гною

Напіврідкий гній (рис. 5) транспортером завантажується в приймальник насоса, який трубопроводом подає його в гноєзбірник. Після карантинної витримки гній використовують для приготування органічного добрива.

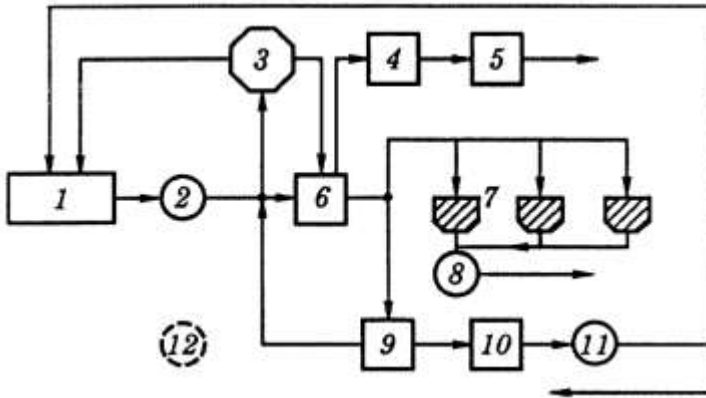


1 – тваринницьке приміщення; 2 – транспортер для видалення гною; 3 – насосна установка; 4 – приямок; 5 – гноєпровод; 6 – гноєзбірник; 7 – кран; 8 – склад для зберігання торфу; 9 – карантинна секція гноєсховища; 10 – секція приготування суміші; 11 – майданчик компостування; 12 – транспортний засіб; 13- навантажувач; 14 – сховище для компосту; 15 – розкидач органічних добрив

Рис. 5. Технологічна схема прибирання та утилізації напіврідкого гною

Рідкий гній (рис. 6) крізь щілинну підлогу потрапляє в канали гідралічної системи і надходить у гноєзбірник. Далі проходить переробку за однією із схем. Яка полягає у відокремленні грубодисперсних включень, розділенні на тверду та рідку фракції, гомогенізації, знезараженні, роздільному використанні фракцій як добрива чи для приготування компосту.

Застосування транспортерних установок для видалення гною полегшує ручну працю робітників ферми, але не усуває її, оскільки робітникам вручну доводиться очищати стійла від гною і скидати його у гнойовий канал (завантажувати на транспортер). З метою подальшого зниження затрат ручної праці застосовують варіанти утримання тварин на щілинній підлозі, яка в поєднанні з механічними засобами. Гідралічними або гідропневматичними системами дає змогу повністю механізувати роботи, пов'язані з очищенням приміщень від гною, видалення його й транспортування у гноєсховища.



- 1 – тваринницьке підприємство; 2 – станція перекачування гною;
 3 – метантенк; 4 – цех компостування; 5 – майданчик для складування твердої фракції; 6 – цех розділення гною на фракції; 7 – секційні сховища;
 8 – станція перекачування рідкої фракції для зрошування; 9 – аеротенк;
 10 – біоставок; 11 – станція перекачування освітленої фракції;
 12 – пункт знезараження гною у випадках епізоотії

Рис. 6. Структурна схема переробки і використання рідкого гною

Надійне функціонування щілинної підлоги можливе при виключенні або обмеженні використання дрібної підстилки (не більше 0,5-1 кг на одну голову великої рогатої худоби), що погіршує умови утримання тварин щодо сухості і теплоти підлоги. Для послаблення цього недоліку в корівниках з прив'язним утриманням щілинну підлогу влаштовують тільки у кінці стійл, тобто там, де нагромаджується найбільше калу й сечі тварин. У свинарниках щілинну підлогу обладнують теж тільки на певній площі підлоги свинарника (в зоні годівля – напування), де найбільше нагромадження гною. Зони відпочинку тварин (лігва) мають суцільну підлогу.

Крім того, недоліком гідравлічних систем видалення і транспортування гною є значні витрати води, випаровування якої збільшує вологість повітря у тваринницькому приміщенні, що, в свою чергу, вимагає застосування інтенсивнішої вентиляції. Розрідження гною водою збільшує вихід його маси, утруднює зберігання, транспортування і подальше використання, особливо в зимовий період.

Технологічний процес прибирання тваринницьких приміщень, видалення та утилізації гною, як і будь-який інший, складається з основних та допоміжних операцій (рис. 7).

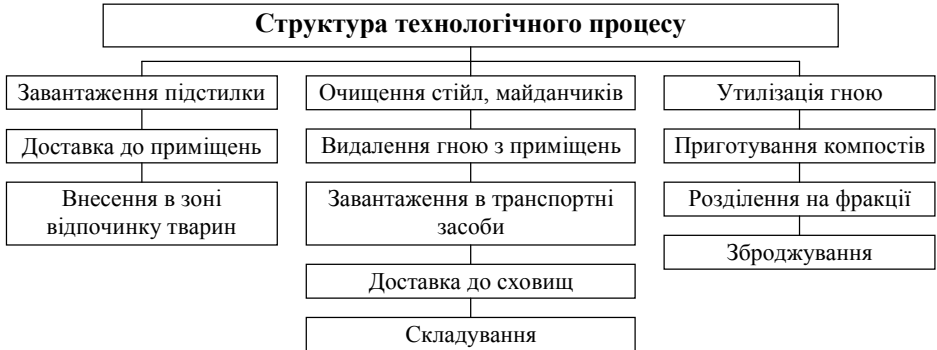


Рис. 7. Загальна схема технологічного процесу прибирання і утилізації гною

1) Згідно технології прибирання і утилізації гною (рис. 8), складемо структурну схему технологічної системи прибирання і утилізації гною (рис. 9).

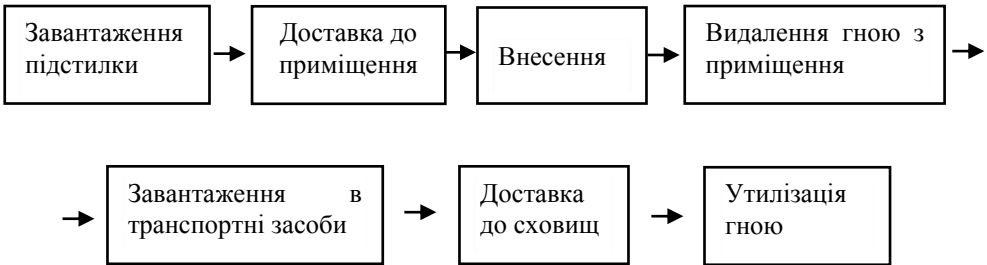


Рис. 8. Технологія прибирання і утилізації гною

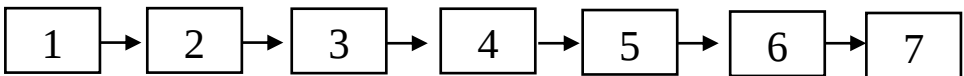


Рис. 9. Структурна схема технологічної системи прибирання і утилізації гною

1) Згідно схеми (рис. 9) усі елементи системи поєднані послідовно. Тому її надійність може бути розрахована за формулою

$$P(t) = \prod_{i=1}^5 P_i(t) = 0,99 \cdot 0,98 \cdot 0,97 \cdot 0,975 \cdot 0,975 \cdot 0,965 \cdot 0,975 = 0,84$$

2) При розрахунках безвідмовності систем із паралельним сполученням елементів спочатку визначають імовірність відмови системи, вважаючи, що надійність системи та останніх елементів не залежить від відмови одного з них. Тому ймовірність відмови за час t дорівнює

$$P_c(t) = \sum_{i=2}^7 \frac{7!}{i!(7-i)!} 0,95^i (1-0,95)^{7-i} = 0,99$$

Наведений приклад показує, що при паралельному з'єднанні надійність системи вища за надійність окремих елементів, а при послідовному менша.

2.3 Вихідні данні для виконання роботи

Визначити ймовірність безвідмовної роботи технологічної системи прибирання і видалення гною:

1) що складається з 7 елементів, які поміж собою сполучаються послідовно та мають імовірність безвідмовної роботи протягом часу t : навантажувач $P(t)=0,99$; транспортний засіб $P(t)=0,98$; розкидач підстилки $P(t)=0,97$; конвеєр для видалення гною $P(t)=0,975$; конвеєр-навантажувач $P(t)=0,975$, компостувальний агрегат $P(t)=0,965$, розкидач гною $P(t)=0,975$.

2) за умови, що система налічує 7 паралельно встановлених елементів. Мінімальна кількість таких елементів, яка забезпечує безвідмовність роботи машини $r=2$, а ймовірність безвідмовної роботи кожного елемента $P(t)=0,95$.

Порівняйте надійність системи та надійність окремих елементів системи при послідовному та при паралельному з'єднанні.

2.4 Хід проведення

2.4.1 Перевірка викладачем самостійної підготовки студентів до практичної роботи (наявність письмових відповідей на надані питання).

2.4.2 Викладач знайомить студентів з метою, змістом даної роботи та вимогами до захисту.

2.4.3 Вивчити поняття функції розподілу, щільність (густину) розподілу та числові характеристики випадкових величин.

2.4.4 Провести розрахунок ймовірності безвідмовної роботи системи прибирання гною при послідовному та при паралельному з'єднанні, порівняти надійність окремих елементів та системи в цілому при послідовному та при паралельному з'єднанні.

2.4.5 Самостійне опрацювання студентами теоретичних відомостей з даної теми та оформлення звіту.

2.4.6 Захист практичної роботи за допомогою тестів наприкінці заняття, при умові правильного оформлення звіту.

2.5 Після виконання роботи, студент складає звіт, який вміщує дані:

1 Найменування, номер та мету роботи.

2 Класифікація технічних систем і засобів прибирання, видалення та утилізації гною.

3 Поняття функції розподілу та щільності розподілу.

4 Числові характеристики випадкових величин.

5 Розрахунок ймовірності безвідмовної роботи технологічної системи.

Пункти 1 та 2 студент виконує самостійно, як підготовку до практичної роботи.

2.6 Контрольні запитання

2.6.1 Принцип дії стаціонарних засобів видалення гною.

2.6.2 Принцип дії мобільних засобів видалення гною.

2.6.3 Принцип дії самопливної системи видалення гною.

2.6.4 Принцип дії змивної системи видалення гною.

2.6.5 Поняття функції розподілу

2.6.6 Поняття щільності розподілу

2.6.7. Числові характеристики випадкових величин

ДОДАТОК А

(довідковий)

Класифікація технічних систем і засобів прибирання, видалення та утилізації гною

Засоби механізації можна класифікувати за ознаками (рис. А.1): спосіб використання: принцип дії, конструктивні ознаки робочих органів, тип їх приводу тощо.

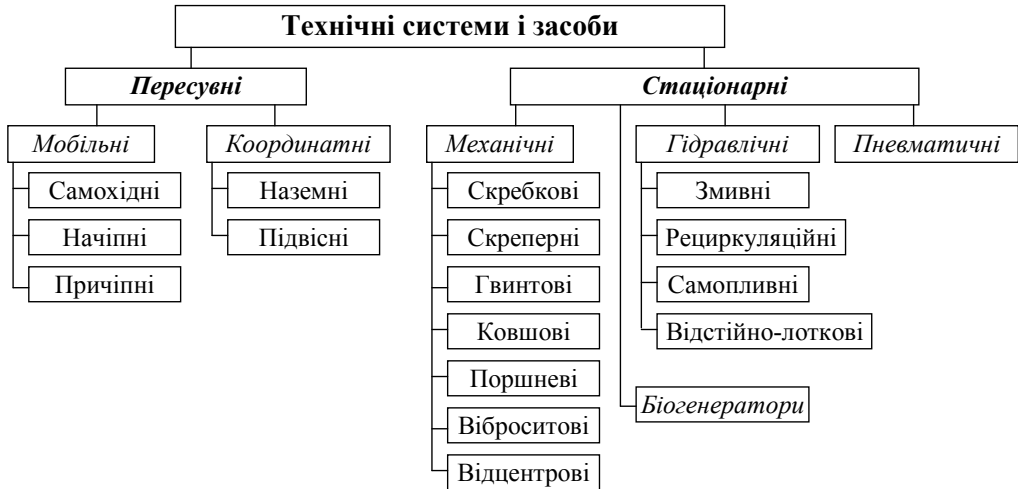


Рис. А.1 – Загальна класифікація технічних систем і засобів прибирання, видалення та утилізації гною

За способом використання вони бувають пересувні та стаціонарні. Пересувні застосовуються для видалення гною зі стійл, боксів, вигульних майданчиків, а стаціонарні лише зі стійл і боксів. Привод робочих органів засобів механізації здійснюється за допомогою двигунів внутрішнього згоряння, а також від електродвигунів.

Залежно від способу використання (пересувні, стаціонарні), засоби механізації прибирання гною можуть мати робочі органи різного типу (скребкові, лопатеві, щіткові або комбіновані) та характеру дії (активні чи пасивні).

Скребкові робочі органи, у свою чергу, бувають з жорстко і шарнірно закріпленими скребками. Засоби механізації із шарнірно закріпленими скребками значно зменшують травматизм під час їх роботи, обминаючи перепони, а надійність і довговічність їх значно вища.

Лопатеві та щіткові засоби закріплюють на горизонтальному або вертикальному валу (роторі) який обертається навколо своєї осі.

Залежно від технології утримання тварин, технічні системи і засоби механізації видалення гною із приміщень поділяються на механічні і гідравлічні. Перші, у свою чергу, за характером використання бувають пересувні (мобільні, координатні) і стаціонарні.

Гідравлічні системи включають канали, виготовлені з бетону для нагромадження і транспортування гною, щілину підлогу, яка перекриває канали, зливні бачки і трубопроводи для подачі води в канали.

За способом видалення гною з каналів вони поділяються на самопливні і змивні, самопливні – на системи безперервної і періодичної дії. Зливні системи бувають каналні та безканалні, з використанням води для змиву або гнойових стоків, тобто прямозмивні або рециркуляційні.

Детальніше можливі варіанти засобів механізації розглянемо залежно від їх призначення та конструктивних особливостей.

Видалення гною механічними засобами

Стаціонарні засоби

Механічний (80...85% вологість) гній видаляється без використання води. До стаціонарних засобів видалення гною із приміщень належать скребково-ланцюгові транспортери кругового і зворотно-поступального руху, шнекові, гвинтові, а також скребкові і ковшові скреперні установки. Скребково-ланцюгові та гвинтові транспортери, як правило, використовуються для видалення гною із приміщень при прив'язному утриманні великої рогатої худоби і свиней в індивідуальних та групових станках.

Основні технології і технологічні рішення систем видалення гною з приміщень стаціонарними гноєприбиральними засобами при утриманні тварин на щілинних підлогах і змінюваній підстилці реалізовані в наступних технічних рішеннях: скребковими транспортерами різних типів, шнековими транспортерами, скреперами.

У нашій країні *скребкові транспортери* кругової дії є найбільш поширеними технічними засобами, вживаними для прибирання гною при прив'язному утриманні худоби. Більшість скребкових транспортерів для видалення гною з тваринницьких приміщень аналогічні за конструкцією – мають горизонтальний і похилий транспортери переважно з індивідуальними, іноді із суміщеним проводами, а також ша-

фу керування. Основні їх відмінності полягають в особливостях конструкції тягових ланцюгів

Транспортер ТСН-160А може працювати в каналах із додатковим жолобом для ланцюга, коли скребки розміщені над ланцюгом і без додаткового жолоба з розміщенням скребків під ланцюгом. У першому випадку забезпечується якісніше прибирання гною за використання будь-якої кількості підстилки (солома, тирса, торф тощо).

У каналах без додаткового жолоба для ланцюга (з розміщенням скребків під ланцюгом) рекомендується використовувати транспортери ТСН-160А тільки для прибирання безпідстилкового гною або гною з невеликою кількістю подрібненої підстилки. За значної кількості підстилки транспортер у цьому варіанті працює незадовільно. Для поліпшення його роботи у гнойовий канал додають воду.

Прибирати гній скребковими транспортерами потрібно не менше трьох разів на добу. Крім того, в разі застосування для підстилки соломи її бажано подрібнювати на часточки не довші 100 мм, щоб скребки горизонтального транспортера під час скидання гною на похилий транспортер не доводилося очищати вручну за допомогою спеціального скребка. Перед пуском транспортера необхідно впевнитися у відсутності сторонніх предметів у гнойовому каналі, в разі потреби зняти перехідні містки для забезпечення вільного проходу гною в зоні їх розміщення. Взимку, крім того, слід переконатися, що ланцюг і скребки похилого транспортера не примерзли до жолобів, за потреби легкими ударами звільнити їх.

За ввімкненого транспортера гній зі стійл вручну за допомогою скребка скидають у гнойові канали на транспортер, який видаляє його з приміщення і завантажує у транспортні засоби. При цьому, з метою скорочення часу роботи транспортера, очищати стійла потрібно за напрямком руху ланцюга, починаючи від натяжного пристрою.

Перевагою транспортера ТСН-160А порівняно з іншими скребковими транспортерами є поліпшення умов праці внаслідок використання автоматичного натяжного пристрою ланцюгового контуру, зменшення на 25% витрат на технічне обслуговування, скорочення витрат праці під час монтажу, зниження металоємності.

Скребкові транспортери зі зворотно-поступальним рухом складаються з горизонтального і похилого транспортерів. Залежно від ти-

пу тягового органу вони поділяються на штангові і тросові з вертикальною або горизонтальною віссю кріплення скребків.

Горизонтальний штанговий транспортер з вертикальною віссю кріплення скребків складається з ланцюга зі скребками, з'єднувального ланцюга, штанги зі скребками, поворотного пристрою і приводної станції. Штанги зі скребками призначені для переміщення гною у поздовжній ділянці канавок. Штанга виготовлена з металевго прутка, на якому вертикально закріплені осі з надітими на них скребками. Дві штанги з'єднані між собою ланцюгами, які обгинають натяжний пристрій і зірочку приводної станції. Під час роботи, при русі штанги вперед, скребки просувають в цьому ж напрямку гній. Рухаючись назад, скребки складаються і повертаються у вихідне положення.

При видаленні гною з відкритих гнойових каналів або проходів застосовуються скреперні установки зі зворотно-поступальним рухом робочих органів, так звані „дельта-скрепери”, які працюють подібно до скребків штангових транспортерних установок.

Всі скребкові транспортери мають ряд недоліків, які обумовлені, перш за все, їх конструктивними особливостями: механізується прибирання гною тільки з площі під транспортером, що становить всього 16...18% від загальної площі підлоги, а очищення стійл виконується вручну; наявність відкритих гнойових каналів приводить до погіршення мікроклімату; перевитрати підстилки; забруднення шкіряного покриву тварин; при роботі транспортера відбувається інтенсивний знос його робочих органів і поверхні гнойових каналів; довгий (контурний) шлях транспортування гною; при використанні як підстилки неподрібненої соломи або іншого довгостеблового матеріалу можливий схід ланцюга з зірочки (внаслідок намотування матеріалу на зірочку).

При використанні *шнекових транспортерів* гноєвидалення в гнойові канали вмонтовуються шнеки, що є трубою з навитою спіраллю з металевої смуги. Привод кожного шнека – від індивідуального електродвигуна. Встановлюються поздовжні і поперечні шнеки, довжина їх залежить від довжини гнойових каналів.

Шнекові транспортери працюють в каналах, перекритих металевими решітками, виготовленими з круглого металевго прутка діаметром 18 мм. Шнеки збираються з секцій, що сполучаються між собою. Гній прибирають з одного – двох подовжніх шнеків, потім він потрап-

ляє в поперечний шнек, з нього – в похилий вивантажувальний транспортер, що встановлюється окремо і не входить в комплект шнекових транспортерів.

Шнекова система прибирання гною позбавляє від недоліків ТСН: не боїться намерзання, локальних навантажень, стійка до зносу, корозії і т. п.

Застосування даної системи дозволяє:

- проводити завантаження причепа протягом 10...15 хвилин;
- виключити примерзання шнека до труби за рахунок реверсування в кінці циклу розвантаження;
- проводити в приймальному бункері добове накопичення гною;
- застосування похилого шнекового транспортера можливо при будь-якій схемі гноєвидалення горизонтального контуру.

Переваги: чистота на фермі, зручність роботи обслуговуючого персоналу, не травмується худоба, гнойовий канал закритий решітками, термін служби 12...15 років.

Технічні рішення систем видалення гною забезпечують застосування скреперних установок на всіх типах тваринницьких ферм у всіх природно-кліматичних зонах країни.

При безприв'язному утриманні великої рогатої худоби для прибирання гною з гнойового каналу, розташованого між годівницею і боксами для відпочинку тварин, використовують скреперні установки різної конструкції. У господарствах, де в стійлах використовується велика кількість соломи для підстилки, гноєвидалення рекомендується проводити з використанням дельта-скрепера.

При безпідстилковому утриманні використовують комбі-скрепери. Вони легко монтуються в корівнику будь-якого типу, зокрема, в приміщенні, де гнойовий прохід має змінну довжину і ширину. Скрепер розроблений спеціально для бетонної підлоги в корівнику. Це можуть бути як плоскі бетонні підлоги, так і похилі, де гній стікає всередину. Установки з комбінованим ланцюгово-тросовим тяговим органом повністю прибирають гній в корівнику з проходів, виключаючи „мертві зони”. Очищуючи гнойові проходи, вони транспортують гній до центра корівника і скидають його в поперечний гноєзбірний канал, що проходить через корівник, будівлю для телят і ре-

монтажного молодняка, доїльний зал і під сполучними галереями. Корисний об'єм каналу дозволяє накопичувати гній протягом 7...10 діб (зокрема стоки доїльного залу). Після накопичення гною вмикається міксер, що перекачує його по кільцю гноєзбірного каналу.

Там відбувається циркуляція і перемішування гною. Після отримання однорідної маси вмикається насос для перекачування гною по підземному трубопроводу в гноєсховище (типу „лагуна” з плівковим покриттям або ін.) або в транспортний засіб. На всіх етапах, процесом гноєвидалення керує електронна система. Електронна панель керування на базі мікропроцесора може обслуговувати дві системи гноєвидалення. Крім цього, комбі-скрепер застосовується в приміщенні з щільними підлогами. В цьому випадку скребок вигрібає гній на щільну підлогу, під якою знаходиться гнойовий канал. Цей спосіб рекомендований для корівників, де тварини містяться без підстилки.

У всіх видах кліткового устаткування застосовується стрічкова система видалення посліду, що дозволяє оперативно видаляти послід і забезпечувати належні санітарні умови і сприятливий клімат в приміщенні. У поєднанні вентиляції з сітчастою конструкцією перегородок і стінок кліток виходить консистенція посліду, що дозволяє реалізовувати його, як добриво і сприяє поліпшенню ефективності господарювання.

Система видалення посліду складається з наступних конструктивних елементів: поздовжні стрічки для видалення посліду, виготовлені з цілісного поліпропіленового матеріалу шириною 1140 мм або високоміцної пропіленової тканини шириною 1300 мм; приводних станцій, здійснюючих рух і регулювання положення стрічки (по одній на кожну батарею); натяжних станцій, що здійснюють натягнення стрічки (по одній на кожну батарею); високошвидкісного поперечного транспортера з гумовотканинної стрічки для прибирання посліду з пташника. Поздовжні стрічки з високоміцної поліетиленпропіленової стрічки встановлюються на кожному ярусі. Вони ковзають по швелероподібним прогнутим скобам, закріпленим на поясах каркаса батарей з кроком 300 мм, відкритими сторонами вгорі і на поворотній частині стрічки для поліпшення вентиляції і сушіння посліду. Поперечні скоби під поворотною частиною стрічки захищають її від подряпин і забезпечують плавний хід. Поздовжні стрічки очищуються скребками, встановленими на задніх стійках і виготовленими із зносостійкого

пластмасового матеріалу. Скребки забезпечують належне прибирання посліду із стрічок на високошвидкісний поперечний транспортер з поліпропіленової стрічки завтовшки 5 мм. Видалення посліду із стрічок батареї на поперечний транспортер відбувається за допомогою мотор-редуктора, закріпленого на задній стійці. Поперечний транспортер подає послід на похилий.

По похилому транспортеру послід видаляється з пташника і завантажується в транспортний засіб. Послід видаляється з вологістю до 65%. Консистенція посліду не допускає зайвого випаровування аміаку і підвищеної вологості, що створює сприятливий клімат в пташнику. Похилий транспортер для завантаження посліду на транспортний засіб в зимовий час обігрівается вентилятором.

Мобільні засоби

До мобільних засобів видалення гною із приміщень, кормовигульних майданчиків, проходів для тварин та інших місць належать: бульдозери, фронтальні важільні навантажувачі періодичної дії, обладнані бульдозерною начіпкою ковшового типу, і гноєприбиральні машини безперервної дії різних конструкцій. На тваринницьких фермах використовують, в основному, бульдозери загального призначення (БН-1, БСН-1,5), начеПЛені на колісні чи гусеничні трактори.

Бульдозери виготовляють з неповоротним відвалом, жорстко закріпленим у положенні, перпендикулярному до поздовжньої осі трактора, або з поворотним, положення якого можна змінювати на кут до 45° у горизонтальній площині і до 5...10° у вертикальній.

З метою підвищення продуктивності бульдозера його обладнують боковими рухомими або нерухомими закрілками. Їх застосовують для прибирання гною в приміщеннях і на вигульних майданчиках.

Агрегат мобільний АМН-Ф-20 призначений для очищення відкритих гноєпроходів в тваринницьких приміщеннях, а також вигульних майданчиків з твердим покриттям.

Він складається із змонтованої на трубчастій зварній рамі лопати, яка має короб і дві опорні лижі. За допомогою кронштейнів та навісок лопату фронтально начіплюють на трактор класу 1,4 (МТЗ-80/82, МТЗ-100/102). Агрегат оснащений гідросистемою (два гідроциліндра для відкриття і закриття лопатей, гідроциліндр для піднімання та опускання лопати, гідророзподільник).

Трактор з агрегатом у транспортному положенні заїжджає в гноєспрохід. За допомогою гідросистеми тракторист опускає лопату і розкриває її лопаті на ширину проходу. При переміщенні агрегату гній лопатою переміщується в поперечний канал або ж у гноєсховище. Прибирати гній рекомендується тоді, коли відсутні тварини у зоні роботи агрегату. Обслуговує агрегат один тракторист.

Свіпер „Преміум”. Вакуумні свіпери виконують роботу 3-х окремих систем гноєвидалення скреперної системи, системи транспортування гною з поперечного каналу в попередню лагуну, з попередньої лагуни в гноєсховище та спредер для розбризкування гною на поля чи його транспортування в анаеробний біореактор. За допомогою трактора свіпер проїжджає по гнойовій алеї і за допомогою скреперів і вакуумних насосів збирає гній. Швидкість руху свіпера під час завантаження дорівнює швидкості швидкого кроку людини. Для всмоктування гною не потрібна його зупинка, вакуумні насоси всмоктують гній незалежно від його консистенції. Ширина алей для прибирання свіпером 260... 460 см.

Система забезпечує одноразове перевантаження гною з корівників в гноєсховище. Завдяки внутрішньому агітатору, свіпер може також прибирати гній з домішками піску. Скрепер оснащений гумовими лезами завтовшки 50 мм в задній частині скрепера, і лезами завтовшки 100 мм на крилах скрепера. Регульований скрепер піднімається і опускається за допомогою гідравлічного приводу. Впускний отвір оснащений клапаном, що перешкоджає зворотному ходу гною. Скрепери оснащені автоматичною системою зворотного ходу у разі підвищеного тиску на скрепер, наприклад, при наїзді на перешкоду. Гідравлічний пропелер в цистерні перемішує гній під час транспортування, запобігаючи розшаруванню гною і осіданню твердої фракції. Завдяки пропелеру забезпечується ефективне транспортування гною з домішками піску. Свіпер ідеально повторює рух трактора, за допомогою системи повороту „слід в слід”, що дозволяє виконувати розворот навіть у вузьких реконструйованих корівниках. Завантажувальний рукав дозволяє швидко спорожнити лагуни або гнойові ями. Завантажувальна труба з гідравлічним керуванням дозволяє оператору завантажувати або вивантажувати ємність свіпера менше, ніж за 1 хвилину. Ця опція дозволяє спорожнити попередню лагуну або гнойову яму, а також розбризкувати гній на полі. Комплект світлових відбивачів і осві-

тлювального обладнання дозволяє очищати гній навіть в темний час доби.

Видалення гною гідравлічними засобами

Застосування транспортерних установок для видалення гною тільки полегшує працю людей, але не усуває її, бо вручну доводиться очищати стійла від гною і скидати його у гнойовий канал. З метою подальшого зниження затрат ручної праці останнім часом почали застосовувати щілинну підлогу, яка у поєднанні з механічними, гідравлічними або гідропневматичними засобами дає змогу повністю механізувати всі роботи, пов'язані з очищенням приміщень від гною, видалення його з приміщень і транспортування у гноєсховища.

Гній і сечу, що проходить крізь щілини підлоги і потрапляють у гнойовий канал, можна видаляти скреперними установками. Проте

розташування скреперів у гнойових каналах, закритих зверху щілинною підлогою, погіршує умови їх експлуатації. Тому частіше щілинну підлогу поєднують з гідравлічним способом видалення гною.

Розрізняють два типи систем видалення гною з приміщень: прямого змиву і самопливу. Системи прямого змиву бувають каналні та безканалні, з одноразовим або багаторазовим (рециркуляційні) використанням змивної рідини. Самопливні системи бувають безперервної або періодичної дії.

Прямозмивна канална і самопливні системи складаються із поздовжніх гноєприймальних каналів (лотків) перекритих щілинною підлогою, і загального поперечного колектора, розміщеного посередині приміщення. Колектор проходить під одним чи кількома приміщеннями і з'єднаний з приймальним резервуаром (гноєзбірником).

Основними умовами безвідмовного функціонування систем є, перш за все, забезпечення ретельної гідроізоляції стиків та поверхні гнойових каналів, а також виключення потрапляння в них кормів, особливо стеблових, під час роздавання та згодовування тваринам.

Ширину і довжину поздовжніх каналів визначають залежно від рішень тваринницьких приміщень, виду та віку тварин, технології їх утримання. Мінімальну глибину каналу – 0,6 м, якщо довжина його не перевищує 10 м. При збільшенні довжини каналу до 20...25 м, його глибина повинна бути не менше 1...1,2 м. У тому ж разі, коли довжина каналу перевищує 30 м, його доцільно виготовляти каскадним, поступово заглиблюючи його в напрямку поперечного каналу (колекто-

ра). Дно каналу роблять горизонтальним або з нахилом до $0,005^\circ$ у бік колектора. Для підвищення якості монтажу та зменшення затрат праці канали доцільно виготовляти із збірних елементів довжиною 3...6 м.

Поперечний канал обладнують на 0,35...0,5 м глибше, порівняно з поздовжніми, в місці їх стикування. Для виготовлення поперечного каналу (колектора) використовують азбестоцементні або залізобетонні труби діаметром 0,5...0,6 м.

У кінці кожного поздовжнього каналу, у місці його стикування з колектором встановлюють поріг, шибер та гідрозатвор. Гідрозатвор також слід обладнати і в кінці колектора перед гноєзбірником. Гідрозатвор – це металева перегородка, до якої кріпиться гумовий „фартух”, що вільно лежить на поверхні шару гною.

У варіантах *змивної системи* гній змивають і видаляють брандспойтами вручну або за допомогою спеціальних водоструминних пристроїв, які автоматично вмикаються через певні інтервали часу. Недоліком такої системи видалення і транспортування гною є велика витрата води, випаровування якої збільшує вологість повітря у тваринницькому приміщенні, що, в свою чергу, вимагає застосування інтенсивнішої вентиляції. Крім того, розрідження гною водою збільшує обсяг маси й утруднює її зберігання, транспортування і подальше використання, особливо в зимовий період.

Гноєвидалення за принципом гідрозмиву або механічного видалення в країнах з розвиненим свинарством майже не застосовується через свою неекономічність і неефективність. Погोलів'я міститься, в основному, на щільній підлозі над ваннами для накопичення гною, які спорожняються не рідше 1 разу на 14 днів.

Самопливна система гноєвидалення включає в себе ванни для накопичення гною, труби для сплаву гною і клапани, що їх закривають, а також комплекс насосних пристроїв, необхідних для закачування гною в гноєсховище. Гній видаляється без гідрозмиву або використання скребкових транспортерів. Система проста в установці і може бути застосована в будівлях будь-якої конфігурації.

Конструкція підлоги дозволяє уникнути контакту тварин з екскрементами, оберігає їх від дії вологи, забезпечує дотримання норм гігієни і комфорт для тварин. Під станками з щільною підлогою обладнуються бетонні ванни глибиною 0,4...0,6 метрів, куди поступають екскременти тварин і вода, що змивається, при прибиранні і дез-

інфекції станків. Накопичувальні ванни для гною виготовляються з бетону без ухилу дна. Це дозволяє видаляти рідку фракцію з невеликою швидкістю. Вона тягне за собою тверду фракцію, і ванна спорожняється без особливих проблем. За наявності ухилу рідина йде швидко, а тверда фракція залишається, і її доводиться змивати з шланга. Під ваннами вмонтовується система каналізаційних ПВХ трубопроводів.

У ваннах знаходяться гнойові трійники з щільно прилеглими до отвору пробками. Пробки легко піднімаються 2 та опускаються 1 за допомогою залізного крюка. Приблизно раз в 2 тижні по черзі виймають пробки і гній самопливом потрапляє в проміжний гноєзбірник. Рідина в гної є рушійною силою в шлюзуванні. Дана система прибирання гною забезпечує постійну чистоту і виключає важку фізичну працю.

Окремі бетонні ванни під підлогою виключають проникнення інфекції з гноєм з однієї секції в іншу. Завдяки герметичному закриттю зливних отворів виключається вільне витікання з ванн рідкої фракції гною, а також протяги під підлогами.

Щоб уникнути повітряних пробок, які при проходженні гнойової маси по трубах можуть привести до відкриття замочних пробок в очищених від гною ваннах, в кінці кожної каналізаційної лінії встановлені повітряні клапани. Гній повинен видалятися зі свинарників кожні 15 днів, оскільки старий гній при розкладанні виділяє сірководень.

Останніми роками на ринку з'явилися пропозиції по установці пластикових (склопластикових) піддонів під щільними підлогами. Ці піддони призначені не для накопичення гною, а, швидше, — для його негайної евакуації в систему каналізації, яка також складається з труб ПВХ. Це, поза сумнівом, наступний ступінь розвитку системи гноєвидалення. Єдиний її недолік — дуже висока вартість в порівнянні з бетонними ваннами.

Принцип дії *самопливної системи безперервної дії* такий. Гній крізь щілини підлоги проштовхується ногами тварин у поздовжній канал, на дно якого попередньо заливають воду до рівня висоти порогу. У каналі гній перемішується з водою і починає бродити, утворивши рідку суміш з води, газів і твердих речовин. Щільність твердих речовин, а це в основному часточки екскрементів, менша, ніж рідини, тому вони спливають у верхні шари суміші. У разі потрапляння у ка-

нал нових порцій гною, а їх щільність більша, ніж суміші, вони провалюються на дно і змішуються з нижніми шарами рідини. При цьому верхні шари рідкого гною перетікають через поріг, потрапляють у магістральний колектор, а далі – у гноєзбірник.

Така система працює надійно і безперервно протягом всього часу перебування тварин у приміщенні. Її недолік в тому, що постійний контакт через поперечний колектор гноєзбірника взимку призводить до охолодження щілинної підлоги і тварин, які на ній знаходяться. Цей недолік значно послаблюється у варіанті відстійно-лоткової гідросистеми.

Гноєприймальний канал самопливної системи періодичної дії (відстійно-лоткова) на виході обладнаний шибером, який роз'єднує його з магістральним колектором. Принцип дії цієї системи полягає в тому, що гній у каналі нагромаджується протягом 10...12 діб. Потім відкривають шибер, і гній перетікає у магістральний колектор, а по ньому – у гноєзбірник. В процесі нагромадження у каналі гною і його бродіння виділяється тепло, яке підігріває щілинну підлогу, чим підтримуються комфортніші умови в зоні перебування тварин.