

ЛЕКЦІЯ 6.

ПРОЕКТУВАННЯ ПОТОКОВИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЛІНІЙ ПРИБИРАННЯ ТА УТИЛІЗАЦІЇ ГНОЮ

- 1. Властивості гною. Вимоги до систем видалення, обробки та використання гною.**
- 2. Розрахунок виходу гною і витрат підстилки.**
- 3. Вибір технології видалення та утилізації гною.**
- 4. Проектування поточкових технологічних ліній прибирання та утилізації гною.**
- 5. Визначення продуктивності технологічної лінії та кількості технічних засобів.**
- 6. Зберігання гною.**
- 7. Утилізація гною.**

1 Властивості гною. Вимоги до систем видалення, обробки та використання гною

Своєчасне прибирання тваринницьких приміщень та видалення гною, ефективне використання його – одна з важливих народногосподарських проблем, значення якої зростає залежно від укрупнення ферм, удосконалення їх технічного оснащення, підвищення вимог до санітарно-гігієнічних умов утримання тварин, а також до якості продукції, що виробляється. Проблему прибирання та утилізації гною розглядають враховуючи такі питання: забезпечення фізіологічного комфорту при утриманні тварин, захист навколишнього середовища, використання гною, в першу чергу, як органічного добрива.

Ця проблема охоплює три складних завдання: прибирання тваринницьких приміщень і видалення гною в сховища; складування, знезараження та зберігання; його використання.

Досвід проектування та експлуатації тваринницьких підприємств свідчить, що технологічні і технічні рішення стосовно наведених завдань зумовлюються способом утримання тварин, консистенцією гною та напрямом його використання.

Гній являє собою складне полідисперсне багатофазне середовище, яке включає тверді, рідкі і газоподібні речовини. За консистенцією гній поділяють на твердий (вологістю до 81%), напіврідкий (82...88%), рідкий безпідстилковий (88...93% - на

фермах великої рогатої худоби і до 97% - на свинофермах). Газ, що виділяється при анаеробному бродінні гною, містить метану 55...65%, вуглекислоти – 35...40%, азоту – 3%, водню – 1%, до 1% кисню, сірководню та аміаку. Цей газ небезпечний, оскільки може спричинити отруєння людей і тварин. Тому в місцях його нагромадження необхідно забезпечувати надійну вентиляцію.

Основні вимоги до технології і засобів для видалення, зберігання, переробки та використання гною визначені нормативно-технічними документами на проектування таких систем, а також ветеринарно-санітарними і гігієнічними вимогами щодо обладнання технологічних ліній прибирання, обробки, знезараження та утилізації гною на тваринницьких фермах і комплексах.

При проектуванні систем прибирання, видалення, обробки та використання гною слід враховувати прогресивні технології і дотримуватися умов, які забезпечують:

- повне використання всіх видів гною та його складових як добрива для сільськогосподарських угідь або сировини для виробництва комплексних органо-мінеральних добрив чи інших виробничих потреб;
- виконання ветеринарних і санітарно-гігієнічних вимог експлуатації тваринницьких підприємств при мінімальних витратах води, а також вимог законодавства щодо охорони навколишнього середовища;
- підвищення рівня механізації та автоматизації виробничих процесів.

Особливу увагу необхідно приділяти правильному вибору технології і способів видалення гною із тваринницьких приміщень, оскільки від цього залежать капіталовкладення в будівництво споруд подальшої обробки та експлуатаційні витрати, пов'язані з утилізацією гною.

2 Розрахунок виходу гною і витрат підстилки

Нагромадження гною протягом доби у тваринницьких приміщеннях відбувається нерівномірно. Понад третину його добового виходу припадає на періоди годівлі тварин. Прибирання стійл (станків) і заміну підстилки здійснюють уранці та ввечері (на молочнотоварних фермах це слід робити за годину до початку доїння).

Кількість гною, яку одержують протягом доби, залежить від способу утримання тварин чи птиці, їх живої маси, віку, продуктивності, виду та технології роздавання кормів, концентрації погोलів'я в приміщенні, виду і норми використання підстилкових матеріалів та інших факторів. Розрахунковим шляхом добовий вихід гною $q_{гн}$ від однієї тварини можна визначити за формулою

$$q_{гн} = q_k + q_c + q_n, \quad (1)$$

де q_k – добовий вихід калу, кг;

q_c – добовий вихід сечі, кг;

q_n – добова норма внесення підстилки, кг.

Середні дані щодо виходу екскрементів та норми внесення підстилки на одну голову за добу наведені в таблицях 1 та 2.

Таблиця 1 – Середньодобовий вихід екскрементів від однієї голови, кг

Види тварин (птиці)	Всього екскрементів	У тому числі	
		кал	сеча
Би́ки	40	30	10
Корови	55	35	20
Молодняк великої рогатої худоби на відгодівлі віком, міс.:			
до 4	7,5	5	2,5
4...6	14	10	4
6...12	26	14	12
більше 12	27	20	7
Коні	19...26	15...20	4...6
Вівці і кози	2,1...3,5	1,5...2,5	0,6...1,0
Свиноматки з поросятами	22	12	10
Ті ж, без поросят	17	9	8
Кнури	15	9	6
Свині на відгодівлі	7,5...17	5...9	2,5...8
Кури	0,25	-	-
Бройлери	0,3	-	-
Індики	0,43	-	-
Качки	0,55	-	-
Гуси	0,6	-	-

Добовий вихід гною по фермі (чи в окремому приміщенні) становить

$$G_{доб} = \sum_{i=1}^n q_{гнi} m_i, \quad (2)$$

де $q_{гнi}$ – добовий вихід гною від однієї голови i -ї групи тварин, кг;

m_i – кількість тварин i -ї групи, голів;

n – кількість груп тварин.

У разі потреби розбавляють гній до заданої консистенції додаючи воду в такій кількості

$$G_v = \frac{G_{доб}(W_k - W_{гн})}{100 - W_{гн}}, \quad (3)$$

де G_v – добова подача води у гній, кг;

W_k – кінцева (необхідна) вологість гною, %;

$W_{гн}$ – початкова вологість гною, %.

Таблиця 2 – Витрати підстилки на одну тварину за добу, кг

Види тварин (птиці)	Підстилковий матеріал		
	солома	торф	тирса
Бики	5...6	7...8	4...5
Корови	4...5	6...8	3...4
Молодняк великої рогатої худоби на відгодівлі віком, міс.:			
до 4	5...6	7...8	5...6
4...6	5...6	7...8	5...6
6...12	3...5	4...6	5...6
більше 12	3...5	4...6	4...5
Коні	2...4	5...6	2...3
Вівці і кози	0,5...1	0,8...1	1,5...2
Свиноматки з поросятами	5...6	6...8	5...6
Те ж, без поросят	2...3	3...4	4...5
Кнури	4...6	6...7	7...8
Свині на відгодівлі	2...3	3...4	4...5
Кури	0,03	0,07	0,05
Бройлери	0,05	0,09	0,06
Індики	0,09	0,12	0,11
Качки	0,07	0,11	0,1
Гуси	0,13	0,2	0,17

Вологість свіжого гною залежить від виду тварин, типу їх годівлі, виду і кількості внесеної підстилки

$$W_{\text{ZH}} = \frac{q_k W_k + q_c W_c + q_n W_n}{q_{\text{ZH}}}, \quad (4)$$

де W_k , W_c , W_n – відповідно, вологість калу, сечі та підстилкового матеріалу (табл. 3, 4), проц.

Таблиця 3 – Вологість екскрементів тварин і птиці

Види тварин (птиці)	Вологість, проц.		
	кал	сеча	суміш сечі з калом
Велика рогата худоба	83...84	94...95	86...87
Свині	76...78	94...95	87...88
Вівці і кози	67...79	94...95	74...75
Коні	71...72	95...96	77...79
Кури та індики	-	-	75
Качки	-	-	83...85

Таблиця 4 – Вологопоглинання різних видів підстилкових матеріалів

Матеріал підстилки	Початкова вологість, %	Коефіцієнт поглинання води
Солома озимої пшениці	14...30	2,8...3,5
Те ж, гороху	12...25	2,5...2,8
Те ж, ячменю	15...30	2,8...3,0
Торф	15...30	4,3...6,8
Тирса	14...25	4,0...4,5
Стружка деревна	12...20	3,0...3,5
Листя дерев	12...20	1,8...4,0
Хвоя дерев	15...30	1,5...2,5

Річний вихід гною дорівнює

$$G_p = G_{\text{доб}} D, \quad (5)$$

де D – кількість днів нагромадження гною на фермі

$$D = D_c + K_n(365 - D_c),$$

де D_c – тривалість стійлового періоду, днів;

K_n – коефіцієнт, що враховує частку виходу гною в стійлово-пасовищний період.

Коефіцієнт K_n залежить від тривалості перебування тварин протягом доби на фермі в пасовищний період. При відсутності літніх таборів $K_n = 0,3 \dots 0,5$.

Річна потреба підстилкового матеріалу становить

$$G_n = \sum_{i=1}^n q_{ni} m_i D. \quad (6)$$

3 Вибір технології видалення та утилізації гною

Технологія видалення та утилізації гною зумовлюється насамперед його вологістю, яка залежить від способу утримання тварин у приміщеннях, а також кількості та варіанта 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. Із приміщень, обладнаних боксами, гній прибирають також через два-три дні.

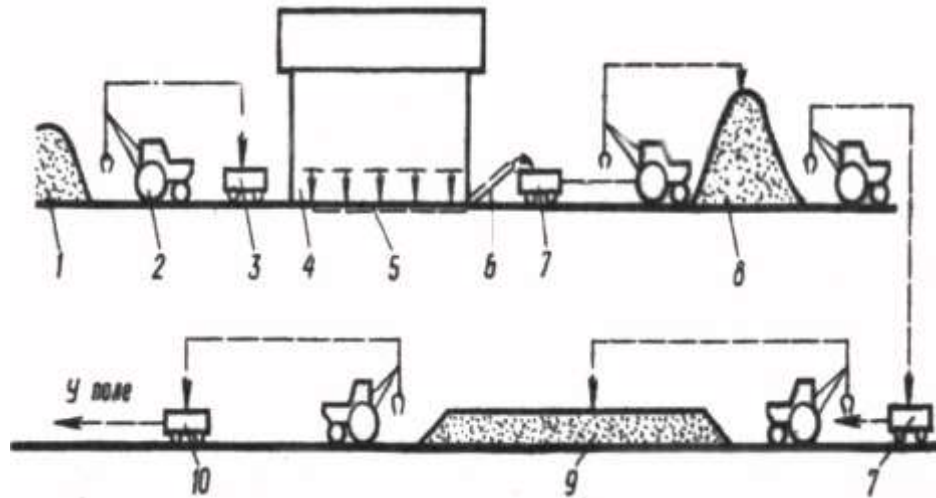
Якщо тваринницькі приміщення мають щільну підлогу, гній нагромаджується в каналах або сховищах під такою підлогою, звідки його видаляють періодично (із каналів у міру їх заповнення, зі сховищ – у міжсезоння).

Структура технологічного процесу прибирання тваринницьких приміщень та використання гною включає комплекс операцій: доставка і розподіл підстилки в місцях утримання тварин; прибирання й видалення гною із приміщень; транспортування його в гноєсховища або до місця приготування компосту; знешкодження і переробка гною або приготування компосту; доставка органічних добрив на поле та внесення їх у 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. 1) із стійл прибирають вручну й завантажують на скребкові або скреперні

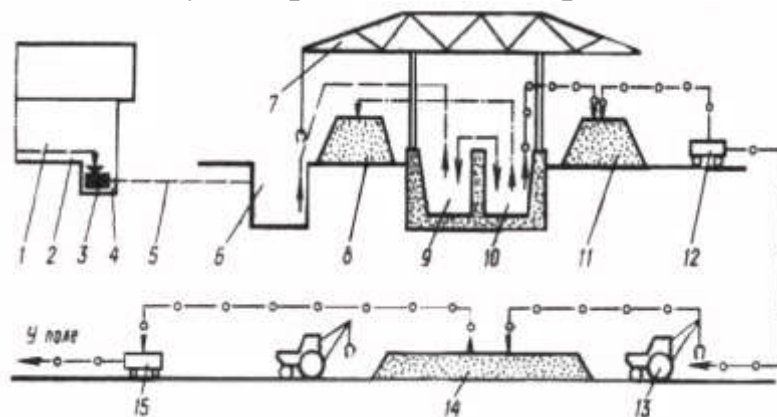
установки. Останні видаляють гній за межі приміщення і завантажують у мобільні транспортні засоби. Складають гній у траншеї чи бурти. Після зберігання та самознезараження його використовують як органічне добриво.



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

Рисунок 1 – Технологічна схема прибирання та утилізації підстилкового гною

Напіврідкий гній (рис. 2) транспортером завантажується в приймальник насоса, який трубопроводом подає його в гноєзбірник. Після карантинної витримки гній використовують для приготування компосту як органічного добрива.

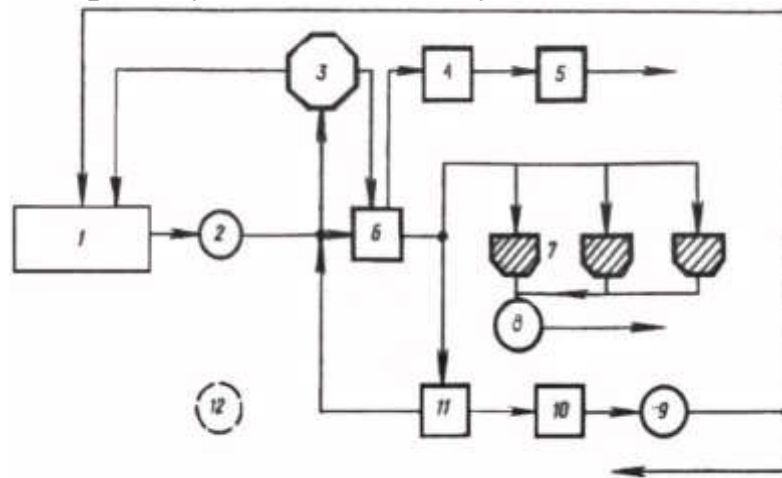


1 – тваринницьке приміщення; 2 – транспортер для видалення гною; 3 – насосна установка; 4 – прийомок; 5 – гноєпровід; 6 – гноєзбірник; 7 – кран; 8 – склад для зберігання торфу; 9 – карантинна секція гноєсховища; 10 – секція приготування суміші; 11 – майданчик компостування; 12 – транспортний засіб;

13 – навантажувач; 14 – сховище для компосту; 15 – розкидач органічних добрив

Рисунок 2 – Технологічна схема прибирання та утилізації напіврідкого гною

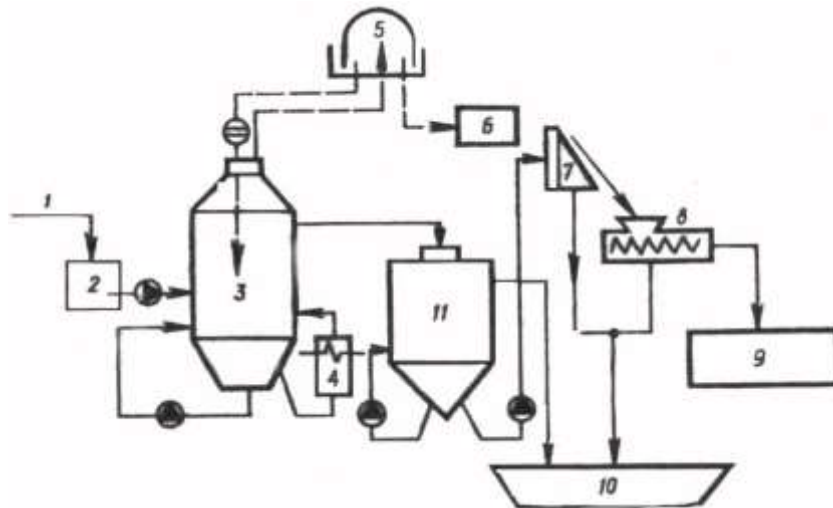
Рідкий гній (рис. 3) крізь щілинну підлогу потрапляє в канали гідравлічної системи і надходить у гноєзбірник. Далі проходить переробку за однією зі схем, яка полягає у відокремленні грубодисперсних включень, розділенні на тверду та рідку фракції, гомогенізації, знезараженні, роздільному використанні фракцій як добрива чи для приготування компосту.



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 на зрошення; 9 – станція перекачування освітленої фракції; 10 – біоставок; 11 – аеротенк;
12 – знезараження гною у випадках епізоотії

Рисунок 3 – Структурна схема переробки і використання рідкого гною

На фермах великої рогатої худоби гній можна переробляти на біогаз (рис. 4), при цьому одержують також надійно знезаражене органічне добриво, яке зразу можна вносити на поле.



1 – трубопровід подавання гною з ферми; 2 – приймальний резервуар;
3 – метантенк; 4 – котел-теплообмінник; 5 – газгольдер; 6 – котельня;
7 – дугове сито; 8 – прес; 9 – склад твердої фракції; 10 – ставок-накопичувач
рідкої фракції; 11 – освітлювач

Рисунок 4 – Технологічна схема метанового зброджування гною

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 в 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, гідравлічними або гідропневматичними системами дає змогу повністю механізувати роботи, пов'язані з очищенням приміщень від гною, видаленням його й транспортуванням у гноєсховища.

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 із прив'язним утриманням щілинну підлогу влаштовують тільки в 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, у свою чергу, вимагає застосування інтенсивнішої вентиляції. Розрідження гною водою збільшує вихід його маси, утруднює зберігання, транспортування і подальше використання, особливо в зимовий період.

4 Визначення продуктивності технологічної лінії та кількості технічних засобів

4.1 Видалення гною механічними транспортерами

Кількість тварин m , які обслуговуються однією стаціонарною установкою (скребкова, скреперна) для видалення гною, становить

$$m' = \frac{zL}{b_{cm}}, \quad (7)$$

де z – кількість рядів стійл, що обслуговуються одним транспортером (установкою);

L – робоча (корисна) довжина ряду стійл у тваринницькому приміщенні, м;

b_{cm} – ширина одного стійла, м.

Скребкові транспортери колового та зворотно-поступального (штангові) руху обслуговують два ряди стійл. Скреперні установки можуть забезпечувати видалення гною з 2...4 рядів стійл. Довжина L зумовлюється проектом тваринницького приміщення, а ширина стійла b_{cm} – видом та віком тварин.

Продуктивність технологічної лінії видалення гною Q_L , кг/с, буде

$$Q_L = \frac{m' q_{gn}}{k T_{\text{ц}}}, \quad (8)$$

де k – кратність прибирання гною протягом доби, $k = 2 \dots 5$;

$T_{\text{ц}}$ – тривалість одного циклу видалення гною, с.

Мінімальна тривалість одного циклу

$$T_{\text{ц}} = \frac{L_{\text{тр}}}{V_{\text{тр}}} + \frac{L_{\text{пох}}}{V_{\text{пох}}}, \quad (9)$$

де $L_{\text{тр}}$ і $L_{\text{пох}}$ – загальна довжина, відповідно, горизонтального та похилого транспортерів, м;

$V_{\text{тр}}$ і $V_{\text{пох}}$ – швидкість переміщення, відповідно, горизонтального і похилого транспортерів, м/с.

Довжина транспортерів залежить від їх монтажною схеми. Швидкість $v_{\text{тр}}$ приймається з урахуванням дотримання вимог щодо безпечного контакту із тваринами (тобто, щоб не травмувати

ударом скребка) при переміщенні горизонтального транспортера. Рекомендується дотримуватися умови $v_{тр} \leq 0,24$ м/с. Швидкість $v_{пох}$ приймають більшою за $v_{тр}$, щоб не допускати переповнення приймального лотка похилого транспортера та забезпечити надійне видалення рідкої фракції гною.

Загальна потреба в скребкових (скреперних) установках n_y для ферми визначається відношенням

$$n_y = \frac{m}{m'}, \quad (10)$$

де m – кількість тварин на фермі, гол.

З урахуванням тривалості циклу видалення гною одним транспортером та кратності прибирання гною визначають час роботи транспортера протягом доби

$$T = T_y \cdot k. \quad (11)$$

Загальна тривалість технологічного процесу видалення гною із тваринницьких приміщень становить

$$T_z = T \cdot n_y. \quad (12)$$

Для доставки гною в сховище мобільними засобами (тракторними причепами) необхідно зробити i_p рейсів

$$i_p = \frac{G_{доб}}{G_{моб}}, \quad (13)$$

де $G_{моб}$ – вантажопідйомність мобільного засобу, кг.

Кількість рейсів i_1 , які може виконати один мобільний агрегат за час видалення гною

$$i_1 = \frac{T_z}{T_{ц.моб}}, \quad (14)$$

де $T_{ц.моб}$ – тривалість одного рейсу мобільного агрегату, с

$$T_{ц.моб} = (t_x + t_{зав} + t_p + t_{роз})K_z, \quad (15)$$

де K_z – коефіцієнт, що враховує затрати часу на вимушені зупинки тощо;

t_x – тривалість холостого переїзду, с

$$t_x = \frac{l_{с-п}}{v_x}, \quad (16)$$

де $l_{с-п}$ – максимальна відстань від гноєсховища до тваринницького приміщення, м;

v_x – швидкість руху ненавантаженого агрегату, м/с.

Тривалість завантаження причепа $t_{зав}$, с, визначають за формулою

$$t_{зав} = \frac{G_{моб}}{Q_{уст}}, \quad (17)$$

де $Q_{уст}$ – продуктивність скребкової (скреперної) установки, кг/с.

Тривалість переїзду завантаженого агрегату до сховища t_p , с, дорівнює

$$t_p = \frac{l_{с-п}}{v_p}, \quad (18)$$

де v_p – швидкість руху завантаженого агрегату, м/с.

Тривалість розвантаження гною в гноєсховище $t_{роз}$, с, зумовлюється організацією і технічною характеристикою засобів розвантаження.

Мінімальна кількість мобільних агрегатів $n_{моб}$, які забезпечують своєчасну доставку гною в гноєсховища, становить

$$n_{моб} = \frac{i_p}{i_1}. \quad (19)$$

Продуктивність мобільного агрегату

$$Q_{агр.} = \frac{G_{моб.}}{T_{ц.моб}}. \quad (20)$$

4.2 Видалення гною мобільними засобами

До мобільних засобів видалення гною із приміщень, вигульно-кормових майданчиків, проходів для тварин тощо належать: бульдозери, фронтальні навантажувачі періодичної дії і гноєзбиральні машини безперервної дії різних конструкцій. На тваринницьких фермах найчастіше використовують бульдозери, навішені на колісні або гусеничні трактори.

Бульдозери виготовляють із неповоротним або поворотним відвалом, положення якого можна змінювати на кут до 45^0 в горизонтальній площині і до $5...10^0$ – у вертикальній. З метою підвищення продуктивності бульдозера його обладнують боковими закрілками.

Продуктивність бульдозера Q_b при видаленні й переміщенні гною із тваринницьких приміщень у гноєсховище, дорівнює

$$Q_b = \frac{V_1 K_{\text{ч}} \gamma_{\text{гн}}}{t_{\text{ц}}}, \quad (21)$$

де V_1 – об'єм порції гною, яку переміщує відвал бульдозера, м^3 ;

$K_{\text{ч}}$ – коефіцієнт використання часу роботи бульдозера;

$\gamma_{\text{гн}}$ – щільність розрихленого гною, $\text{кг}/\text{м}^3$;

$t_{\text{ц}}$ – тривалість переміщення однієї порції гною, с.

Об'єм порції гною V_1 , яку переміщує відвал, дорівнює призмі волочіння і розраховується за формулою

$$V_1 = \frac{BH^2 K_{\text{в}}}{2K_{\text{р}} \operatorname{tg} \varphi}, \quad (22)$$

де B – ширина відвала, м;

H – висота відвала, м;

$K_{\text{в}}$ – коефіцієнт, що враховує втрати гною під час переміщення, $K_{\text{в}} = 0,5 \dots 0,96$;

$K_{\text{р}}$ – коефіцієнт розрихлення гною, $K_{\text{р}} = 0,9 \dots 0,98$;

φ – кут природного ухилу гною, град.

Тривалість переміщення порції гною $t_{\text{ц}}$ визначають за рівнянням

$$t_{\text{ц}} = \frac{l_{\text{п}}}{V_{\text{р}}} + \frac{l_{\text{п}}}{V_{\text{х}}} + 2t_{\text{с}} + t_{\text{о}}, \quad (23)$$

де $l_{\text{п}}$ – відстань, на яку переміщується гній, м;

$V_{\text{р}}$ – робоча швидкість бульдозера, м/с;

$V_{\text{х}}$ – швидкість холостого руху бульдозера, м/с;

$t_{\text{с}}$ – тривалість перемикання передач, $t_{\text{с}} = 4 \dots 5$ с;

$t_{\text{о}}$ – тривалість піднімання і опускання відвала, $t_{\text{о}} = 1 \dots 2$ с.

Об'єм порції гною, яку бульдозер із відвалом ківшового типу переміщує за один цикл, збільшується на об'єм ковша. Такими відвалами обладнують фронтальні важільні навантажувачі.

Загальний час T_3 , що витрачається на прибирання добового виходу гною на фермі мобільними засобами, становить

$$T_3 = \frac{G_{\text{доб}}}{Q_{\text{б}}}. \quad (24)$$

4.3 Видалення гною гідравлічними системами

Щілинна підлога в поєднанні з гідравлічним способом видалення гною дозволяє повністю механізувати всі технологічні операції, пов'язані з очищенням приміщень від гною, видаленням його із приміщень і транспортуванням у гноєсховища.

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

Параметри поздовжніх каналів (довжина $L_{\text{к}}$, ширина $B_{\text{к}}$ і глибина $H_{\text{к}}$) залежать від розмірів тваринницьких приміщень, їх

планування, технології утримання тварин, розмірів тварин і вибору раціонального перерізу каналу.

Довжина гноєприймального каналу L_k дорівнює

$$L_k = m_p b_z + l_c, \quad (25)$$

де m_p – кількість тварин у ряду, звідки гній через щілину підлогу потрапляє у канал, гол.;

b_z – фронт годівлі однієї тварини, м;

l_c – частина каналу, перекрита суцільною плитою, у межах якої не розміщені тварини, м.

Для приміщень, де тварин утримують у станках або боксах

$$L_k = n_c b_c + l_c, \quad (26)$$

де n_c – кількість станків або боксів, які обслуговує канал;

b_c – ширина станка або боксу, м.

Мінімальну ширину поздовжнього каналу в приміщеннях для утримання ВРХ визначають за формулою

$$B_k = 2[l_k(1 - K_p) + 0,2], \quad (27)$$

де l_k – коса довжина тулуба тварини, м;

K_p – коефіцієнт, що враховує різницю в розмірах тварин. Приймається $K_p = 0,91$ для стада з однаковими розмірами тварин і $K_p = 0,88$ – для стада з різнорозмірними тваринами.

При утриманні свиней у групових станках ширину поздовжнього каналу визначають за умови

$$B_k \geq l_m - (A + 2/3B_z), \quad (28)$$

а в індивідуальних станках і боксах

$$B_k \geq (L_{cm} - l_m) + l_p, \quad (29)$$

де l_m – довжина тварини, м;

A – ширина суцільної бетонної смуги біля годівниці, $A = 0,2 \dots 0,3$ м;

B_z – ширина годівниці, $B_z = 0,3 \dots 0,45$ м;

L_{cm} – довжина станка або боксу, м;

l_p – довжина решітчастої частини підлоги, де знаходяться тварини, $l_p = 0,35 \dots 0,5$ м.

Для відлучених поросят і ремонтного молодняка рекомендується $B_k \geq 0,8$ м, для дорослих свиней - $B_k \geq 1,2$ м.

Ширину B_k збільшують із метою скорочення затрат праці на прибирання підлоги в стійлах, боксах, станках.

Глибина поздовжнього каналу залежить від його довжини та ухилу дна, фізико-механічних властивостей гною. Глибина каналу

самопливної системи безперервної дії (рис. 5) визначають за виразом

$$H_{к.мах} = L_k i_k + h_{рез} + h_{ш} + h_{пор}, \quad (30)$$

де $H_{к.мах}$ – максимальна глибина каналу самопливної системи, м;

i_k – номінальний ухил дна каналу, $i_k = 0,005-0,006$;

$h_{рез}$ – мінімально допустима відстань від поверхні маси гною в каналі до щільної підлоги, $h_{рез} = 0,15 \dots 0,35$ м;

$h_{ш}$ – товщина шару гнойової маси, що рухається через поріжок, $h_{ш} = 0,05 \dots 0,15$ м;

$h_{пор}$ – висота поріжка, м.

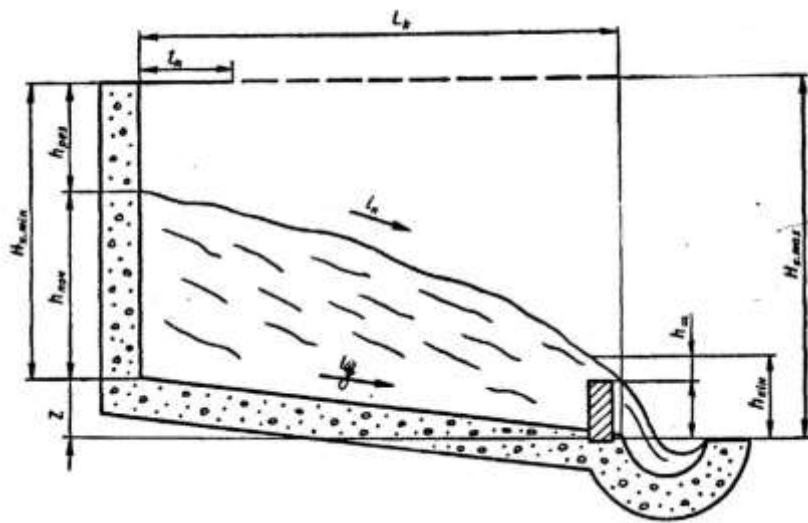


Рисунок 5 – Розрахункова схема самопливної системи видалення гною

Фактичний ухил поверхні гнойової маси визначають за формулою

$$i_{гн} = \frac{z + (h_{поч} - h_{кін})}{L_k},$$

(31)

де z – різниця між верхньою й нижньою позначками каналу, м;

$$z = L_k i_k,$$

(32)

де $h_{поч}$, $h_{кін}$ – рівень гнойової маси, відповідно, на початку і в кінці каналу, м.

Необхідна висота поріжка дорівнює

$$h_{пор} = L_k i_k + 0,1. \quad (33)$$

Мінімальна глибина самопливного каналу

$$H_{к.мін} = H_{к.мах} - z. \quad (34)$$

Глибину поздовжніх самопливних каналів для свиноферм приймають не менше 0,8 м, для ферм ВРХ – 1 м при ухилі дна 0,005, навіть при незначній їх довжині.

Уздовж самопливного каналу, у бокових стінках, влаштовують повітрязабірні отвори витяжної вентиляції. Їх розміщують нижче щільної підлоги і вище рівня гнойової маси. Над кожним отвором встановлюють козирок, який захищає його від рідини, що стікає по стінках каналу.

Мінімальну глибину каналу *відстійно-лоткової системи* (самопливна періодичної дії) $H_{кв}$ визначають за формулою

$$H_{кв} = L_k i_{гн} + \sqrt{\frac{2\tau_0 L_k}{\gamma_{гн}}} + h_{рез}, \quad (35)$$

де τ_0 – граничний опір зсуву гною, залежно від консистенції, Па;

$\gamma_{гн}$ – щільність гною, кг/м³.

Канали для таких систем доцільно виготовляти трапецевидної форми із залізобетону. Дно, як правило, виготовляють із розрізаних уздовж азбоцементних труб діаметром не менше 0,4 м та нахилом у бік виходу гною не менше 0,005. Така форма каналу скорочує витрати води на видалення гною.

Мінімально допустимий ухил *поперечних колекторів* $i_{нк}$ у гідравлічних системах видалення гною становить

$$i_{нк} = \frac{5}{D_{тр}}, \quad (36)$$

де $D_{тр}$ – внутрішній діаметр труби, м.

Глибину каналу відстійно-лоткової системи збільшують у разі необхідності подовження терміну накопичення гною відповідно до залежності

$$H_k = \frac{(q_{гн} + q_v) m' D_n}{L_k B_k \gamma_{гн}} + h_{рез}, \quad (37)$$

де m' – кількість тварин, гній від яких надходить до даного каналу, голів;

D_n – період нагромадження гною в каналі до початку його розвантаження, днів;

q_v – середньодобові витрати води на технологічні потреби (підмивання вим'я, дезінфекція приміщень, підтікання води з напувалок тощо) на 1 голову, m^3 . Приймається до 30% від загальних потреб води на приміщення;

$q_{гн}$ – кількість рідкого гною, що одержують від однієї тварини протягом доби, кг.

Час, необхідний для самопливного розвантаження каналу $t_{роз}$ і на який потрібно відкривати шиберний пристрій відстійно-лоткової системи, залежить від довжини каналу до поперечного колектора

$$t_{роз} = \frac{L_{т-к}}{v_{сам}}, \quad (38)$$

де $L_{т-к}$ – відстань від торця каналу до поперечного колектора, м;
 $v_{сам}$ – швидкість переміщення гною в каналі, м/с.

Швидкість самопливного потоку зумовлюється гідравлічними характеристиками як самого гною, так і каналу, по якому він переміщується, $v_{сам} = 1 \dots 3$ м/год.

Об'єм гноєзбірника $V_{зб}$, куди надходить рідкий гній безпосередньо із приміщення, визначають за формулою

$$V_{зб} = \frac{q_{гн} m_n K_{пр} D_n}{\gamma_{гн}}, \quad (39)$$

де m_n – кількість тварин, які утримуються в приміщенні, гол.;

$K_{пр}$ – коефіцієнт, що враховує час простою насосів через пошкодження або інші причини, $K_{пр} = 1,1 \dots 1,2$;

D_n – періодичність перекачування гною насосами в карантинне гноєсховище, днів.

Розрахунок трубопроводу для подачі гною зі збірника в сховище зводиться до визначення його діаметра при відомій продуктивності вибраного насоса. Орієнтовний діаметр $D_{тр}$ трубопроводу

$$D_{тр} = \sqrt{\frac{Q_n}{0,785 v_{гн}}},$$

(40)

де Q_n – подача насоса, m^3/c ;

$v_{гн}$ – швидкість руху гною в трубопроводі, м/с.

Для забезпечення самоочищення швидкість $v_{гн}$ повинна бути більшою за критичну (при діаметрі трубопроводу до 0,5 м для гною великої рогатої худоби $v_{кр} = 0,55 \dots 0,6$ м/с, для гною свиней – $v_{кр} = 0,8 \dots 0,9$ м/с).

5 Зберігання гною

Для створення належних санітарно-гігієнічних умов утримання тварин на фермах і раціонального використання гною, який являється цінним органічним добривом, на кожній тваринницькій фермі споруджують гноєсховище.

Відповідно до способу утримання тварин на фермі й технології видалення гною із тваринницьких приміщень, гноєсховища бувають наземні, заглиблені або напівзаглиблені. Дно і стіни гноєсховища виконують із бетону або облицьовують панелями.

Згідно із санітарними нормами, крім основних гноєсховищ для постійного зберігання гною, на фермах передбачають також карантинні секційні резервуари або карантинні майданчики. Таких резервуарів або майданчиків повинно бути не менше двох.

Видалена з ферми в карантинне гноєсховище добова порція гною витримується в ньому не менше 6 діб і, якщо на фермі за цей час не виявлено інфекційних хвороб, перевантажується до основного гноєсховища.

Площа карантинного майданчика для зберігання підстилкового гною $F_{км}$ визначається за формулою

$$F_{км} = \frac{q_{гн} m D_k \mu}{\gamma_{гн} H_б}, \quad (41)$$

де $q_{гн}$ – вихід гною від однієї тварини за добу, кг;

m – кількість тварин на фермі, голів;

D_k – тривалість карантинного зберігання гною, $D_k = 6 \dots 18$ днів;

$\gamma_{гн}$ – щільність гною, кг/м^3 ;

$H_б$ – висота бурту гною, $H_б = 1,5 \dots 2,5$ м;

μ – коефіцієнт, який враховує відстань між окремими буртами гною, $\mu = 1,3$.

Місткість однієї секції карантинного резервуара $V_{к.с}$ повинна бути не менша за

$$V_{к.с} = \frac{q_{гн} m D_k}{\gamma_{гн} n_c}, \quad (42)$$

де n_c – кількість секцій.

Загальна місткість основного гноєсховища $V_{сх}$ дорівнює

$$V_{сх} = \frac{q_{гн} m D_{сх} K_y}{\gamma_{гн}}, \quad (43)$$

де $D_{сх}$ – тривалість зберігання гною в сховищі, днів;

K_y – коефіцієнт, який враховує зменшення об'єму гною за рахунок його усадки, випарювання вологи тощо, $K_y = 0,82$.

Місткість гноєсховищ має забезпечувати зберігання гною, що нагромаджується протягом зимового періоду ($D_{cx} = 120 \dots 200$ днів).

Розташовують гноєсховища таким чином, щоб шляхи, якими вивозять гній, не перетиналися в межах території ферми з іншими шляхами, особливо з тими, по яких підвозять корми.

6 Утилізація гною

6.1 Основні системи переробки гною

На даний час розроблена значна кількість проектних рішень щодо систем переробки та використання гною. Умовно ці системи можна об'єднати в такі самостійні групи.

Зберігання і біотермічне знезараження твердого підстилкового гною відбувається на майданчиках поблизу місць утримання тварин або на польових майданчиках. Після цього гній можна використовувати безпосередньо як органічне добриво. Така технологія застосовується на тваринницьких підприємствах практично будь-якого типорозміру, де використовуються механічні засоби видалення гною.

Розділення гною на тверду та рідку фракції здійснюється на великих тваринницьких фермах і комплексах (800 корів, 3...5 тис. голів великої рогатої худоби на відгодівлі, 12 тис. свиней і більше) з гідравлічними системами видалення гною. Рідку фракцію після цього використовують для поливу через зрошувальні системи, дощові установки тощо. Тверду фракцію можна переробляти на компост чи після біотермічного знезараження застосовувати як органічне добриво.

Біологічне очищення рідкої фракції гною провадять переважно на промислових свинарських комплексах, коли всі стоки використати на підживлення полів неможливо через обмеженість площ земельних угідь.

При насиченні рідкого гною повітрям виникають аеробні процеси розкладання органічних речовин, що супроводжується виділенням тепла (температура підвищується до $40 \dots 60^{\circ} \text{C}$). Під впливом аеробних бактерій та тепла в рідкому гної гинуть патогенна мікрофлора, яйця й личинки гельмінтів, насіння бур'янів втрачає схожість, а речовини, що мають неприємний запах (аміак, сірководень, масляні кислоти тощо), окислюються й втрачають

його. Очищені таким чином стоки можна без екологічної чи іншої шкоди повторно використовувати на технічні потреби в господарстві.

Доочищення рідких стоків здійснюють відповідно до норм, які забезпечують можливість скидання їх у відкриті водойми.

Технологія метанового зброджування гною набуває все більшого поширення в нашій країні й за кордоном. Особливо прийнята вона для господарств, розміщених у районах із теплим кліматом. Ця технологія може бути використана як на фермах великої рогатої худоби, так і на свинарських. Особливості технології: гній повинен бути подрібнений; мати вологість від 92 до 95%; надходити в метантенк після попереднього підігрівання; температура підігрівання гною не повинна перевищувати температури бродіння (38°C).

Перевезення і внесення гною у ґрунт можна здійснювати при різному поєднанні транспортно-навантажувальних засобів залежно від прийнятої технології його використання.

Узгоджуючи тваринницькі підприємства із землеволодіннями, можна виконати орієнтовні розрахунки площі земельних угідь $S_{з.у}$, га, потрібних для повного використання гною як органічного добрива

$$S_{з.у} = \frac{G_{річ} \beta_{вт}}{G_{га}}, \quad (44)$$

де $G_{річ}$ – річний вихід свіжого гною на фермі, кг;

$\beta_{вт}$ – коефіцієнт, що враховує втрати азоту в процесі зберігання гною, $\beta_{вт} = 0,2 \dots 0,3$;

$G_{га}$ – норма внесення гною, т/га.

Економічний аналіз свідчить, що раціональною є схема прямого використання гною (ферма-поле) з радіусом транспортування до 5 км. Доцільне також застосування великовантажних цистерн та причепів при перевезенні гною на відстань від 5 до 10 км. Перевалочні технології значно збільшують експлуатаційні витрати.

6.2 Вибір технологічного обладнання

Відповідно до конкретної розробленої схеми переробки гною необхідно вибрати і розрахувати потреби в технологічному обладнанні залежно від характеру та ефективності його

використання, а також планової пропускної здатності відповідної лінії.

Кількість установок n_y (дугові сита, центрифуги, віброгрохоти та інше механічне обладнання), призначених для розділення гною на тверду і рідку фракції, розраховують за формулою

$$n_y = \frac{G_{доб}}{Q_y t_p}, \quad (45)$$

де $G_{доб}$ – кількість добового виходу гною, що підлягає переробці, $m^3(т)$;

Q_y – продуктивність установки, $m^3/год.$ (т/год.);

t_p – тривалість роботи установки, год.

Основний показник оцінки роботи установок для розділення рідкого гною на фракції – ефективність виділення твердих речовин E_y , яка визначається відношенням

$$E_y = \frac{G_k}{G_n}, \quad (46)$$

де G_k і G_n – вміст твердих речовин, відповідно, в рідкій фракції та у вихідному гною, г/л (г/кг).

Кількість відстійників n_v для розділення гною вологістю 96...98% становить

$$n_v = \frac{G_{доб} t_v}{V_v}, \quad (47)$$

де t_v – тривалість знаходження гною у відстійнику, діб;

V_v – робочий об'єм відстійника, m^3 .

При переробці гною в метантенках їх необхідний робочий об'єм V_{mt} обчислюють за формулою

$$V_{mt} = \frac{G_{доб} D_{зб}}{\beta}, \quad (48)$$

де $D_{зб}$ – тривалість зброджування гною, діб;

β – коефіцієнт завантаження місткості метантенка, $\beta = 0,9...0,98$.

Вихід біогазу $V_{газ}$ у процесі зброджування становить

$$V_{газ} = P_{o.m} K_{роз} q_{газ}, \quad (49)$$

де $P_{o.m}$ – маса органічних речовин, що міститься у вихідному гною, кг;

$K_{роз}$ – коефіцієнт розкладання органічних речовин при бродінні, $K_{роз} = 0,3$;

$q_{газ}$ – вихід біогазу при розкладанні 1 кг органічної речовини, m^3 .

Біологічне очищення за допомогою аеробних бактерій при насиченні рідкої фракції гною повітрям проводять у механічних або пневматичних аераторах. На відміну від механічних, використання пневматичних аераторів не потребує будівництва спеціальних приміщень.

Фактичне навантаження на аератор можна розрахувати за формулою

$$П = \frac{q_n(x_s - x_o)G_p}{n_a \alpha_T \alpha_n \delta}, \quad (50)$$

де $П$ – витрати повітря при роботі аератора, кг;

q_n – витрати повітря на окислення 1 кг органічної речовини.

Приймають $q_n = 1$ кг;

x_s і x_o – вміст органіки, відповідно, у вихідній рідкій фракції гною та в очищених станках, кг/м³;

G_p – об'єм рідкої фракції гною, що подається на очищення, м³;

n_a – кількість аераторів;

α_T – коефіцієнт, що враховує вплив температури на інтенсивність розчинення кисню

$$\alpha_m = 1 + 0,02(T - 20), \quad (51)$$

де T – температура мулу, °С;

α_n – коефіцієнт, що враховує вплив домішок на ефективність дії кисню (для стоків свиноферм $\alpha_n = 0,7$);

δ – дефіцит кисню (для суміші в аеротенках першого ступеня очищення $\delta = 1$).