

## РАСЧЕТ ЛИНИИ УБОРКИ НАВОЗА ПРИ БЕСПРИВЯЗНОМ СОДЕРЖАНИИ КРС

*Геннадий Голуб<sup>1</sup>, Василий Хмельвский<sup>1</sup>, Николай Икальчик<sup>2</sup>, Николай Шаблій<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>*Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины*

*Украина, г. Киев, ул. Героев Оборона, 15*

<sup>2</sup>*ОП НУБиП Украины "Нежинский агротехнический институт"*

*Украина, г. Нежин, ул. Шевченко, 10*

*Gennadiy Golub<sup>1</sup>, Vasyl Hmelyovskiy<sup>1</sup>, Nikolay Ikalchik<sup>2</sup>, Nikolay Shabliiy<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>*National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*

*Heroiv Oborony Str., 15, Kiev, Ukraine*

<sup>2</sup>*OI NULES of Ukraine "Nyzyn Agrotechnical Institute"*

*Shevchenko Str., 10, Nyzyn, Ukraine*

**Аннотация.** В статье проведен расчет скреперной установки для уборки навоза в условиях беспривязного содержания КРС; проведен анализ ее работы и предложены пути повышения эффективности; согласованы условия работы транспортеров поточной линии удаления навоза из коровника, установлены зависимости периодов включения в работу продольного, поперечного и наклонного транспортеров.

**Ключевые слова:** линия, навоз, скрепер, транспортер, эффективность.

## ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Удаление навоза из животноводческих помещений достаточно трудоемкая и энергоемкая операция. Навоз – важнейшее органическое удобрение, исследуется процесс вермикомпостирования подстилочного навоза [1]. Санитарное состояние помещения фермы и животных зависит от своевременного и полного удаления навоза [2-4]. Существует несколько способов навозоудаления [5-8], но максимальную эффективность и удобство очистки коровников демонстрируют стационарные дельта-скреперные установки [9-13].

Рациональная работа продольного, поперечного и наклонного транспортёров скреперной установки для уборки навоза достигается при согласованности их за производительностью, скоростью движения и временным показателям. Они и являются исходными показателями для автоматизации процесса удаления навоза из животноводческих помещений.

Поэтому обоснование технологической схемы процесса и согласование работы оборудова-

ния для уборки навоза является важной научной проблемой.

## АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Теоретические исследования процесса удаления навоза из фермы описаны в работах Брагинца А.М. [14], Ревенка И.И., Брагинца М.В., Ребенка В.И. [15], Марченка О.С. [16] и других.

## ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Снижение эксплуатационных затрат путем взаимосогласованности включения транспортёров.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Нами был проанализирован график почасового накопления навоза группой из 65 коров [17].

Учитывая полученные данные проведем расчет скреперной установки для уборки навоза [18-20].

Длина тягового органа скреперной установки равна:

$$L_n = L_1 + L_2 + L_3 + L_4, \quad (1)$$

где:  $L_1$  - длина навозного канала, м;  $L_2$  - длина цепи участка холостого движения, м;  $L_3$  - поперечное расстояние между поворотными роликами, м;  $L_4$  - расстояние между приводной звездочкой и поворотным роликом участка холостого движения, м.

Данные указаны на расчетной схеме на рисунке 1. Зная количество животных и схему размещения, определяем длину навозных каналов:

$$L_1 = M_p \cdot l_{cn} + l_{вых} + l_{вх}, \quad (2)$$

где:  $M_p$  – количество животных в одном ряду вдоль помещения, гол;  $l_{ст}$  – ширина стойла (1,1...1,4 м); Принимаем  $l = 1,2$  м.

$l_{вых}$  – ширина выхода коров в доильный зал, м;  $l_{вх}$  – ширина для входа (возвращения) коров из доильного зала, м;

Определяем максимальное количество навоза, который вместится в навозный канал:

$$G_{max} = a \cdot b \cdot L_1 \cdot \rho \cdot \psi, \quad (3)$$

где:  $a$  – глубина канала, м;  $b$  – ширина канала, м;  $\rho$  – плотность навоза, кг/м<sup>3</sup>;  $\psi$  – коэффициент заполнения канала (0,6...0,7).

Находим площадь поперечного сечения канала:

$$a \cdot b = \frac{G_{max}}{4l \cdot \rho \cdot \psi}. \quad (4)$$

Глубина открытых каналов, исходя из условий безопасности для животных принимается от 0,1 до 0,2 м. Мы приняли  $a = 0,2$  м.

Необходимая подача определяется по формуле:

$$Q_n = \frac{G_{доб}}{T_u \cdot K} = \frac{G_{доб} \cdot V_n}{L \cdot K} = \frac{G_{доб} \cdot V_n}{(C_1^1 + C_1^2 + C_1^3 + C_1^4) \cdot K}, \quad (5)$$

где:  $Q_n$  – необходимая подача скреперной установки, кг/м;  $T_u$  – продолжительность одного цикла уборки, с;  $K$  – кратность уборки навоза;  $L$  – расстояние которое проходит скрепер за один цикл работы, м;  $V_n$  – средняя скорость движения цепи скреперной установки, м/с;  $C_1^1$  – длина первого рабочего хода скрепера, м;  $C_1^2$  – длина первого холостого хода скрепера, м;  $C_1^3$  – длина второго рабочего хода скрепера, м;  $C_1^4$  – длина второго холостого хода скрепера, м.

Рекомендовано принимать  $V$  меньше или равное 0,18 м/с с целью безопасности животных. Принимаем  $V_n = 0,18$  м/с.

Кратность уборки  $K = 2...6$ . Большее значение  $K$  принимается в том случае, когда навоз подается в навозохранилище стационарными средствами. Исходя из графика накопления навоза, принимаем  $K = 5$ . Определим необходимую подачу скреперной установкой при уборке навоза согласно разработанному графику. Исходя из графика, максимальный объем накопленного навоза за интервал между уборками составляет 868 кг. Проведем расчет поперечного скребкового транспортера для уборки навоза. Схема транспортера показана на рисунке 1. Длина тягового органа транспортера будет:

$$L^{nn} = L_1^{nn} + L_2^{nn} + L_3^{nn} + L_4^{nn}, \quad (6)$$

где:  $L^{nn}$  – длина цепи поперечного транспортера, м;  $L_1^{nn}$  – длина рабочего участка навозного канала поперечного транспортера, м;  $L_2^{nn}$  – длина участка холостого хода навозного канала поперечного транспортера, м;  $L_3^{nn}$ ,  $L_4^{nn}$  – расстояние между каналом рабочего участка и участка холостого хода поперечного транспортера, м;

Определяем количество навоза, которое транспортирует поперечный транспортер за 1 цикл (оборот):

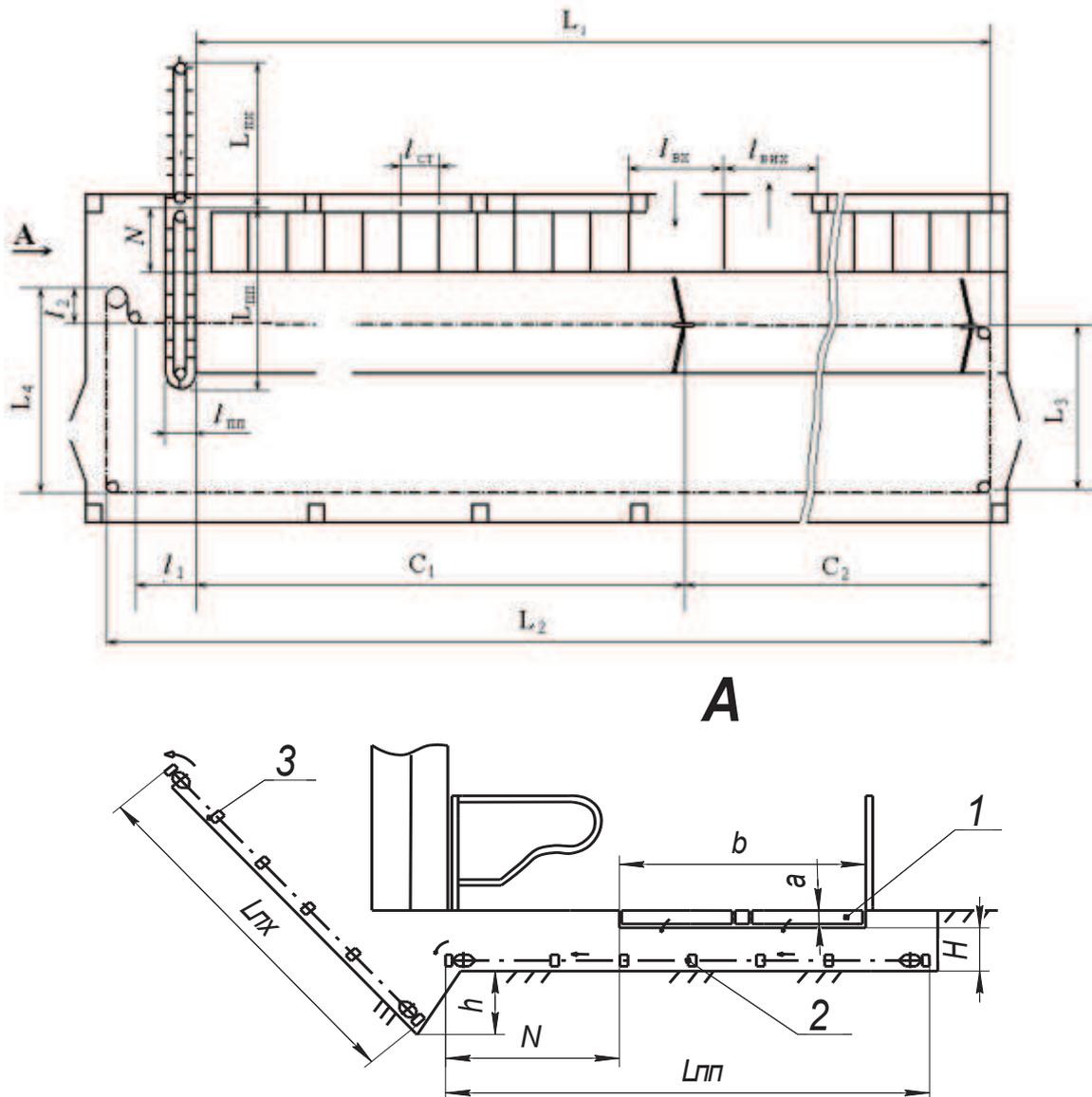
$$G_{nn} = a^{nn} \cdot b^{nn} \cdot L_1^{nn} \cdot \rho \cdot \psi, \quad (7)$$

где:  $G_{nn}$  – разовая подача поперечным скребковым транспортером (за 1 оборот), кг;  $a^{nn}$  – высота скребка поперечного транспортера, м;  $b^{nn}$  – ширина скребка поперечного транспортера, м;

Необходимая подача поперечного скребкового транспортера непрерывного движения, определяется по формуле:

$$Q_{nn} = \frac{G_{раз. max. n}}{T_u}, \quad (8)$$

где:  $Q_{nn}$  – необходимая подача поперечного транспортера, кг/с;  $G_{раз. max. n}$  – разовая максимальная подача одним скрепером скреперной установки, кг;  $T_u$  – продолжительность одного цикла уборки, с;



**Рис. 1.** Расчетная схема линии уборки навоза при беспривязном боксовом содержании КРС:  
**Fig. 1.** Design scheme of line of manure removal at Box Loose cattle breeding:  
 1 - скреперная установка; 2 - поперечный транспортер; 3- продольный транспортер

Если навоз убирать своевременно, согласно разработанному графику то из продольного скрепера на поперечный транспортер будет передаваться 868 кг. навоза, но у нас 2 скрепера, то с 1 скрепера будет подаваться 434кг.

Продолжительность одного цикла  $T_u$  (с) будет:

$$T_u = \frac{L^{nn}}{V^{nn}}, \quad (9)$$

где:  $V^{nn}$  – средняя скорость движения цепи поперечного транспортера, м/с. Принимаем  $V^{nn} = 0,46 \text{ м/с}$ .

Определим количество оборотов поперечного транспортера

$$K = \frac{G_{\text{раз. max. n}}}{G_{nn}}. \quad (10)$$

Проведем расчет наклонного скребкового транспортера для уборки навоза. Схема транспортера показана на рисунке 1. Длина наклонного транспортера  $L_{nx} = 6,5 \text{ м}$ .

Определяем количество навоза, которую транспортирует наклонный транспортер за 1 цикл (оборот):

$$G_{nx} = a^{nx} \cdot b^{nx} \cdot L_1^{nx} \cdot \rho \cdot \psi, \quad (11)$$

где:  $G_{nx}$  - разовая подача наклонным транспортером (за 1 оборот), кг;  $a^{nx}$  - высота скребка наклонного транспортера, м;  $b^{nx}$  - ширина скребка наклонного транспортера, м.

Необходимая подача наклонного скребкового транспортера непрерывного движения, определяется по формуле:

$$Q_{nx} = \frac{G_{раз. nx. n}}{T_{ц. nx}}, \quad (12)$$

где:  $Q_{nx}$  - необходимая подача поперечного транспортера, кг/с;  $G_{раз. nx. n}$  - разовая максимальная подача одним скрепером скреперной установки, кг;  $T_{ц. nx}$  - продолжительность одного цикла уборки, с.

Если навоз убирать своевременно, согласно разработанному графику то с поперечного транспортера на наклонный транспортер будет передаваться 434 кг. навоза.

Продолжительность одного цикла  $T_{ц. nx}$  (с) будет:

$$T_{ц. nx} = \frac{L^{nx}}{V^{nx}}, \quad (13)$$

где:  $V^{nx}$  - средняя скорость движения цепи наклонного транспортера, м/с. Принимаем  $V^{nx} = 0,72 \text{ м/с}$ .

Определим кратность оборотов наклонного транспортера:

$$K = \frac{G_{раз. nx. n}}{G_{nx}}. \quad (14)$$

Продольная скреперная установка работает в режиме возвратно-поступательного движения, а следовательно навоз попадает на поперечный транспортер периодически, определенными объемами два раза за один цикл. Следовательно, будет нерационально если поперечный и наклонный транспортеры будут постоянно работать, будут перерасходы электроэнергии, преждевременный износ подшипников, скребков и т.д.

Нужно рассчитать периодичность попадания объема навоза на поперечный транспортер и периодичность включения и выключения поперечного и наклонного транспортеров. А потом соответственно этим расчетам отрегулировать автоматику включения скреперной уста-

новки, поперечного и наклонного транспортеров. Это и является нашей задачей, которую мы решаем.

Удельная нагрузка на продольную скреперную установку будет:

$$q_{II} = \frac{Q_{II}}{V_{II}}. \quad (15)$$

Удельная нагрузка на поперечный транспортер будет:

$$q_{III} = \frac{Q_{III}}{V_{III}}. \quad (16)$$

Допустим, что удельная нагрузка поперечного транспортера равняется удельной нагрузке продольной скреперной установки  $q_{III} = q_{II}$ , кроме того удельная нагрузка равномерна по длине транспортера, а скорости движения будут в соотношениях

$$V_{III} = V_{II}, V_{III} > V_{II} \text{ и } V_{III} < V_{II}. \quad (17)$$

где:  $q_{II}$  - удельная нагрузка продольной скреперной установки, кг/м;  $q_{III}$  - удельная нагрузка поперечного транспортера, кг/м;  $V_{III}, V_{II}$  - скорости движения соответственно поперечного транспортера и продольной скреперной установки, кг/м.

В связи с тем, что на поперечный транспортер подается навоз из продольной скреперной установки можно записать:

$$q_{III} V_{III} = q_{II} V_{II} \text{ или } q_{III} = q_{II} \frac{V_{II}}{V_{III}}. \quad (18)$$

В первом случае, когда скорости транспортеров равны, то удельные нагрузки транспортеров тоже равны.

Необходимая скорость транспортера определяется допустимой удельной нагрузкой т.е.:

$$V_{III} > V_{II} \frac{q_{II}}{q'_{III}}, \quad (19)$$

где:  $q'_{III}$  - допустимая удельная нагрузка поперечного транспортера;  $\alpha_v = \frac{V_{II}}{V_{III}}$  - коэффициент скорости, которая характеризует соотношение скоростей транспорте-

ров;  $\alpha_q = \frac{q_{II}}{q_{III}}$  - коэффициент загрузки, кото-

рая характеризует соотношение удельных нагрузок транспортеров.

Тогда действительная и допустимая загрузки и скорости поперечного транспортера запишем так:

$$q_{III} > \alpha_v q_{II}, \quad (20)$$

$$V_{III} \geq \alpha_q V_{II}. \quad (21)$$

При этих условиях поперечный транспортер будет работать без заторов навоза.

Необходимым условием нормальной работы линии удаления навоза есть условие, отсутствия заторов навоза на поперечном транспортере [5]:

$$q_{II\text{MAX}} \leq q_{III\text{MAX}}, \quad (22)$$

где:  $q_{III\text{MAX}}$  - максимально допустимая нагрузка поперечного транспортера.

В производственных условиях фермы, которая рассматривается (рис. 1) из продольных навозных каналов навоз убирается продольной скреперной установкой, а из поперечного канала – скребковым транспортером кругового движения, в этом случае скорость и допустимая нагрузка разные, поскольку скреперная установка работает в режиме порционной подачи навоза [2]. При этом согласованность работы этих транспортеров представляет накопление навоза на поперечном транспортере и разрыве потока на протяжении времени уборки навоза на животноводческой ферме.

Поперечный транспортер может включаться в этом случае после продольного с интервалом времени:

$$t_{II,III} \leq \frac{C_1}{V} + t_B \leq \frac{C_1}{V} + \xi \sqrt{\frac{2H}{g}}, \quad (23)$$

где:  $C_1$  - расстояние от начала захвата навоза участком скрепера к поперечному транспортеру, м;  $V$  – скорость движения продольной скреперной установки с навозом, м/с,  $t_B$  - время свободного падения навоза с продольной скреперной установки на поперечный транспортер, с;  $H$  – высота падения навоза с продольной скреперной установки на поперечный транспортер, м;  $g$  – ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>;  $\xi$  - коэффициент, который учитывает

влияние конструктивных элементов транспортера и каналов на свободное падение навоза.

Общеизвестное условие поступления навоза с горизонтального поперечного транспортера на наклонный

$$q_{II} V_{II} = q_{III} V_{III}, \quad (24)$$

или

$$q_{III} = \frac{q_{II} V_{II}}{V_{III}}, \quad (25)$$

где:  $q_{II}$  - удельная нагрузка навозом наклонного транспортера, кг/м;  $q_{III}$  - удельная нагрузка навозом поперечного транспортера, кг/м;  $V_{III}$ ,  $V_{II}$  - скорости движения транспортеров, соответственно поперечного и наклонного, м/с.

Удельная нагрузка на наклонный транспортер равна:

$$q_{II} = \frac{Q_{II}}{V_{II}}, \quad (26)$$

$$V_{II} > V_{III} \frac{q_{III}}{q'_{II}}, \quad (27)$$

где:  $q'_{II}$  - допустимая удельная нагрузка наклонного транспортера, кг/м;

$$\alpha_v = \frac{V_{III}}{V_{II}} - \text{коэффициент скорости,}$$

которая характеризует соотношение скорости транспортеров;

$$\alpha_q = \frac{q_{III}}{q_{II}} - \text{коэффициент загрузки,}$$

которая характеризует соотношение удельных нагрузок транспортеров.

Тогда действительная и допустимая загрузки и скорости поперечного транспортера запишем так:

$$q_{II} > \alpha_v q_{III}, \quad (28)$$

$$V_{II} \geq \alpha_q V_{III}. \quad (29)$$

При этих условиях поперечный транспортер будет работать без заторов навоза.

Необходимым условием нормальной работы линии удаления навоза, когда отсутствуют заторы навоза на поперечном транспортере, является:

$$q_{III\text{MAX}} \leq q_{II\text{MAX}}, \quad (30)$$

где:  $q_{III\text{MAX}}$  - максимально допустимая нагрузка поперечного транспортера, кг/м;  $q_{II\text{XMAX}}$  - максимально допустимая нагрузка наклонного транспортера, кг/м;

В производственных условиях применяют однотипные транспортеры ТСН-2,0Б, ТСН-3,0Б, ТСН-160 и др. Важным условием работы транспортеров при допустимой скорости движения цепи и допустимой продольной нагрузке и согласовании работы есть исключение наложения навоза или разрыва потока на наклонном транспортере вовремя всего периода работы. Это возможно при условии, что наклонный транспортер включается после поперечного горизонтального с интервалом времени:

$$t_{III\text{IIIX}} \leq \frac{N}{V_{III}} + t_B \leq \leq \frac{N}{V_{III}} + \xi \sqrt{\frac{2h}{g}}, \quad (31)$$

где:  $t_{III\text{IIIX}}$  - интервал времени с которым включается наклонный транспортер после поперечного, с;  $V_{III}$  - скорость движения поперечной цепи транспортера с навозом, м/с;  $t_B$  - время свободного падения навоза с поперечного горизонтального на наклонный транспортер, с;  $h$  - высота падения навоза с поперечного горизонтального на наклонный транспортер, м;  $g$  - ускорение свободного падения м/с<sup>2</sup>;  $N$  - расстояние от начала захвата навоза участком поперечного транспортера до наклонного транспортера, м;  $\xi$  - коэффициент, который учитывает влияние конструктивных элементов транспортера и каналов на свободное падение навоза.

Продолжительность работы транспортеров через сутки, можно определить по формуле:

$$T = \frac{Q_{\text{доб.}}}{G_i}, \quad (32)$$

где:  $Q_{\text{доб.}}$  - суточное накопление навоза на ферме, т;  $G_i$  - производительность  $i$ -го транспортера, т/ч; [4].

Общее время работы текущей линии удаления навоза при условии исключения заторов и разрывов потока навоза, который поступает порционно из продольной скреперной установки на поперечный транспортер, а из него на наклонный запишем так:

$$T_{\text{цтл}} = \frac{3C_1}{V_{II}} + \xi_{II} \sqrt{\frac{2H}{g}} + \frac{N}{V_{III}} + + \xi_{II} \sqrt{\frac{2h}{g}} + \frac{L_{II\text{X}}}{V_{II\text{X}}} \cdot K_{II\text{Xза1вкл.}} \quad (33)$$

где:  $K_{II\text{Xза1вкл.}}$  - количество оборотов наклонного транспортера за одно включение;  $T_{\text{цтл}}$  - время цикла технологической линии, мин.

Продолжительность работы продольной скреперной установки за сутки:

$$T_{\text{заг}} = T_{\text{цтл}} \cdot K_n, \quad (34)$$

где:  $T_{\text{заг}}$  - общее время работы скреперной установки, мин.

Ведь для качественной и своевременной уборки навоза из помещения где содержатся 65 коров с однорядным боксовым содержанием, и для согласования работы продольной скреперной установки поперечного и наклонного транспортеров необходимы такие условия (табл. 1).

## ВЫВОД

Проведен анализ взаимного согласования работы транспортеров поточной линии удаления навоза из коровника.

Установлена зависимость периодов включения в работу продольного, поперечного горизонтального и наклонного транспортеров. Определено общее время работы поточной линии удаления навоза.

Инновационный уровень средств механизации уборки навоза на животноводческих фермах закладывается на стадии проектирования, путем обеспечения научно-технической новизны, реализации требований инновационного уровня, конкурентоспособности и углубленных маркетинговых исследований. Это обеспечивает ускорение процессов организации серийного производства оборудования и внедрение научных исследований в производство.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Dubrovin V.O. 2010: Obruntuvannya parametriv biotekhnologichnogo protsesu vermikompostuvannya pidstilkovogo gnoyu ta obladnannya dlya yogo realizatsii /

**Табл. 1.** Условия для взаимодействия оборудования для уборки навоза при боксовом содержании

**Tab. 1.** Conditions for the interaction of equipment for manure removal in the box livestock

№ п/п	Параметры	Продольная скреперная установка	Поперечный транспортер	Наклонный транспортер
1.	Количество голов КРС	65	65	65
2.	Размеры скрепера (скребка), м: - ширина - высота	3,3 0,15	0,25 0,056	0,25 0,056
3.	Шаг скребков, м	38	1,15	0,46
4.	Скорость движения цепи, м/с	0,18	0,46	0,72
5.	Продолжительность цикла, с (мин)	1022 (17)	32 (0,5)	32 (0,5)
6.	Количество циклов через сутки	5	80	100
7.	Необходимая подача массы за единицу чистого времени, т/ч, (кг/с)	0,05 (0,85)	0,84 (14)	0,84 (14)
8.	Длина тягового органа, м	188	14,6	13
9.	Разовая подача за 1 цикл (с одного скрепера), кг	868 (434)	53	49
10.	Удельная нагрузка, кг/м	4,7	30,4	33
11.	Продолжительность работы за сутки, мин	85	40	50

V.O. Dubrovin, V.S. Targonya, O.O. Shevchenko // MOTROL. Motoryzacja i energetyka rolnictwa. – Lublin, Vol. 12B, 27-34.

2. Zoogigiyenicheskiye 1986: Zoogigiyenicheskiye normativy zhivotnovodcheskikh dlya obyektov : Spravochnik / G. K. Volkov, V. M. Repin, V. I. Bolshakov [i dr.]; Pod red. G. K. Volkova. – M.: Agropromizdat, – 303.

3. Giyena 1996: Giyena tvarin / M. V. Demchuk, M. V. Chorniy, M. P. Visokos, Ya. S. Pavlyuk ; Za red. M. V. Demchuka. – K.: Urozhay, – 384.

4. Dovidnik 2002: Dovidnik z tekhnologiy ta menedzhmentu v tvarinnitstvi / Za red. prof. Yu. D. Rubana. – Kharkiv: Yespada. – 572.

5. Kulik M.F. 1994: Osnovi tekhnologii virobnitstva produktsii tvarinnitstva : Prakt. posib. / M. F. Kulik, T. V. Zasukha / K. : Silgosposvita. – 432.

6. Vertiychuk A.I. 1995: Tekhnologiya virobnitstva produktsii tvarinnitstva / A.I. vertiychuk, M.I. Matsenko. – K. : Urozhay, – 376.

7. Tekhnologiya 2001: Tekhnologiya virobnitstva produktsii tvarinnitstva: Pidruchnik / O. T. Busenko, V.D. Stolyuk, M.V. Shtompel [ta

in.]; za red. O.T. Busenka. – K.: Agrarna osvita. – 432.

8. Buzun I.A. 1989: Potokovi tekhnologii virobnitstva moloka / I.A. Buzun. – K.: Urozhay, – 192.

9. Boltyanskaya N. 2012: Puti razvitiya otrasli svinovodstva i povysheniye konkurentosobnosti yeye produktsii / Natalya Boltyanskaya // MOTROL. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture – Vol. 14, No 3, 164-175.

10. Posibnik-praktikum 1994: Posibnik-praktikum z mekhanizatsii virobnitstva produktsii tvarinnitstva / I. I. Revenko, V. M. Manko, S. S. Zarayska ; za red. I. I. Revenka. – K. : Urozhay, – 288.

11. The basics 2008: The basics of dairy cattle production / Dorte Marcussen, Annette Krog Laursen; translator: Gitte Grand Graversen; editorial group of the English version: Stewart Grant; editor of the English version: Pernille Ryge Koch. - 1. edition. - Århus: Landbrugsforslaget: Dansk Landbrugsrådgivning, Landscentret, - 240.

12. Belyanchikov N.N. 1990: Mekhanizatsiya zhitovnovodstva i kormoprigotovleniya / N.N. Belyanchikov, A.I. Smirnov. – 3-e. izd., pererab. i dop. – M. : Agropromizdat. – 432.
13. Spravochnik 1990: Spravochnik po mekhanizatsii i avtomatizatsii v zhitovnovodstve i ptitsevodstve / A. S. Marchenko, G. Ye. Kisten Yu. N. Lavrinenko [i dr.]; Pod red. A. S. Marchenka. – K.: Urozhay, – 456.
14. Braginets A.N. 1996: Obosnovaniye parametrov i razrabotka konstruksii ustanovki dlya ochistki stoyl: avtoref. diss. na soiskaniye uch. stepeni kand. tekhn. nauk: spets. 05.20.01 "Mekhanizatsiya selskokhozyaystvennogo proizvodstva" / Braginets Andrey Nikolayevich; Tavricheskaya gosudarstvennaya agrotekhnicheskaya akademiya. - Melitopol, - 25.
15. Revenko I.I. 2009: Mashini ta obladnannya dlya tvarinnitstva: pidruchnik / Revenko I.I., Braginets M.V., Rebenko V.I. – K.: Kondor, – 731.
16. Marchenko O.S. 1995: Mekhanizatsiya ta avtomatizatsiya u tvarinnitstvi i ptakhivnitstvi / O.S.Marchenko. - K.: Urozhay, – 416.
17. Ikalchik M.I. 2013: Analiz protsesu pribirannya gnoyu za bezpriv'yaznogo utrimannya VRKh / M.I. Ikalchik // Naukoviy visnik Tavriyskogo derzhavnogo agrotekhnologichnogo universitetu. – Melitopol, – Vip. 3 T. 1. – 37-42
18. Proyektuvannya 2011: Proyektuvannya mekhanizovanikh tekhnologichnikh protsesiv u tvarinnitstvi: navchalniy posibnik z vikonannya diplomnikh proyektiv z mekhanizatsii tvarinnitstva na osvitno-kvalifikatsiyomu rivni «Bakalavr» / I. M. Bendera, V. P. Lavruk, S. V. Yarmakov [ta in.]; Za red. I. M. Benderi, V. P. Lavruka. – Kamyanets Podilskiy: FOP Sisin O. V. – 564.
19. Kovalev N.G. 1989: Proyektirovaniye sistem utilizatsii navoza na kompleksakh / N.G. Kovalev, I.K. Glazkov. – M.: Agropromizdat, – 160.
20. Proyektuvannya 1999: Proyektuvannya mekhanizovanikh tekhnologichnikh protsesiv tvarinnitskikh pidpriemstv: Navch. posibnik dlya studentiv vishch. agrar. zakhodiv osviti 3-4 rivniv akreditatsii zi spets. «Mekha-nizatsiya sil. gospva» (spetsializatsiya «Mekhanizatsiya tvarinnitstva») / I. I. Revenko, V. D. Rogoviy, V. I. Kravchuk [ta in.]; Za red. I. I. Revenka. – K. : Urozhay, – 192.
21. Zenkov R.L. 1987: Mashiny nepreryvnogo transporta / Zenkov R.L., Ivashkov I.I., Kolobov L.N. - M.: Mashinostroyeniye, – 431.

#### CALCULATION OF LINE MANURE LOOSE CATTLE

**Summary.** In paper calculated the scraper systems for manure removal in loose housing of cattle, analyzed its work and the ways of improving the efficiency, negotiate the terms of the production line conveyors removal of manure from the barn, the dependence on period in the work of longitudinal, transverse and inclined conveyors.

**Key words:** technology, manure, scraper, conveyor, efficiency.