

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Технологии и механизации животноводства»

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОЦЕССОВ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА УБОРКИ И УТИЛИЗАЦИИ НАВОЗА

Пособие

Минск
БГАТУ
2009

УДК 631.22.018(07)
ББК 40.7я7
Т38

Рекомендовано научно-методическим советом агромеханического
факультета БГАТУ

Протокол № 17 от 22 июня 2009 года

Составители:

кандидат технических наук, доцент *Д.Ф. Кольга*,
кандидат технических наук, доцент *В.С. Сыманович*,
ассистент *С.П. Коновалов*,
ассистент *И.И. Скорб*

Рецензенты:

начальник конструкторского бюро РУП «НПЦ НАН Б по механизации
сельского хозяйства» *И.С. Назаров*;
кандидат биологических наук, доцент кафедры «Технологии
и техническое обеспечение процессов переработки сельскохозяйственной
продукции» БГАТУ *Л.А. Расолько*

Т38 **Техническое обеспечение процессов в растениеводстве.**
Энергосберегающие технологии и технические средства
уборки и утилизации навоза : пособие / сост. Д.Ф. Кольга
[и др.]. – Минск : БГАТУ, 2009. – 64 с.
ISBN 978-985-519-188-0.

Пособие представляет собой системное обобщение современных техно-
логий и средств механизации, которые позволяют наиболее эффективно
выполнить операции уборки, обработки и утилизации навоза.

Предназначено для студентов группы специальностей 74 06 Агроинже-
нерия, учащихся аграрно-технических колледжей и слушателей системы
повышения квалификации и переподготовки кадров АПК.

УДК 631.22.018(07)
ББК 40.7я7

ISBN 978-985-519-188-0

© БГАТУ, 2009

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1. ВЫХОД НАВОЗА И ЕГО ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА.	5
2. ТРЕБОВАНИЯ К ПРОЦЕССАМ УБОРКИ И УТИЛИЗАЦИИ НАВОЗА.	10
3. МЕХАНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА УБОРКИ НАВОЗА ИЗ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ	12
4. ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ УБОРКИ НАВОЗА.	29
4.1. Самотечная система непрерывного действия	30
4.2. Самотечная система периодического действия	32
4.3. Рециркуляционный способ удаления навоза.	35
4.4. Транспортировка бесподстилочного навоза	38
4.5. Расчет гидронапорных трубопроводных установок	47
5. МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ НАВОЗА К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ.	52
6. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ	60
6.1. Выбор технологической схемы накопления и использования удобрений	60
6.2. Выбор оптимального количества машин для использования удобрений	60
6.3. Охрана окружающей среды на комплексах и фермах и вокруг них	62

ВВЕДЕНИЕ

Уборка и утилизация навоза является важной проблемой народного хозяйства. Она особенно обострилась в настоящее время, так как в республике построено значительное количество крупных животноводческих ферм и комплексов. На них оказалось сконцентрировано большое количество животных и птицы, выход навоза достиг миллиона и более тонн в год. Например, суточный выход навоза свиноводческого комплекса на 108 тыс. голов в год достигает около 3000 м³ и более.

Эксплуатация животноводческих комплексов, птицефабрик, игнорирование экономического подхода к утилизации полужидкого, жидкого навоза, помета, навозных стоков обусловило резкое снижение качества продукции растениеводства, опасное загрязнение грунтовых, поверхностных вод, воздушного бассейна, роста заболеваемости животных, населения, экологической этиологии. Уровень заболеваемости населения в районах функционирования крупных животноводческих комплексов и птицефабрик в Российской Федерации в 1,6 раза превышает средний показатель по стране, примерно такая же ситуация и в Республике Беларусь. Установлено, что неблагоприятная экологическая обстановка на 15...20 % снижает репродуктивные способности животных и человека. Районы расположения животноводческих и птицеводческих комплексов, как правило, являются экологически неблагоприятными. Наибольший уровень экологических нагрузок испытывают поля утилизации бесподстилочного навоза. Наличие данных земель является постоянным источником загрязнения биосферы. Ущерб от заболевания населения и животных не поддается даже приблизительной оценке.

Несмотря на важность и актуальность проблемы уборки, обработки, хранения и использования навоза, ей не уделяется должного внимания. Однако без успешного ее решения не будет высоких урожаев на наших полях, а работать на фермах придется в тяжелых условиях.

Имеющиеся сведения о механизмах уборки, обработки и хранения навоза не систематизированы, недостаточны, в основном, устаревшие. Все это усложняет обучение необходимых специалистов, не дает возможности им более глубоко изучить суть проблемы, эффективно эксплуатировать имеющееся оборудование, создавать еще более совершенное. Данное пособие позволит в значительной мере уменьшить названные выше недостатки.

1. ВЫХОД НАВОЗА И ЕГО ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Навоз – это ценное органическое удобрение и главный поставщик минеральных элементов, микроэлементов, серы и магния, необходимых для роста и развития растений.

Он состоит из твердых и жидких выделений животных, подстилочного материала, технологической воды и остатков кормов. Выход навоза зависит от возраста, массы животного, интенсивности кормления, вида применяемого корма и др.

Примерное количество навоза, получаемое от одного животного, можно определить по следующим выражениям.

Суточный выход экскрементов на ферме, кг:

$$G_{\dot{y}} = \sum_{i=1}^{N_n} g_i N_i,$$

где N_i – количество животных в группах, шт.;

N_n – количество групп;

g_i – норма выхода экскрементов одного животного в сутки (приведена в таблице 1.1), кг.

Суточный расход подстилки:

$$P = \sum_{i=1}^{N_n} p_i N_i,$$

Суточный расход воды, кг:

$$B = \sum_{i=1}^{N_n} b_i N_i.$$

Выход навоза на ферме:

$$M_i = (G_{\dot{y}} + P + B) T_c,$$

где p_i – норма расхода подстилки на одну голову в сутки, кг;

i – итая группы;

b_i – норма расхода воды на одно животное в сутки, кг;

T_c – число дней стойлового периода в год.

Таблица 1.1 – Выход экскрементов от одного животного в сутки

Состав экскрементов	Показатели	Быки	Коровы	Телята			Молодняк		
				До 3 мес.	От 3 до 6 мес.	6-12 мес.	На откорме 6-12 мес.	12-18 мес. и нетели	На откорме старше 12 мес.
Экскременты	масса, кг	40	55	4,5	7,5	14	26	27	35
	влажность, %	86,0	88,4	91,8	87,4	87,2	86,2	86,7	84,9
В том числе: кал	масса, кг	30	35	1	5	10	14	20	23
	влажность, %	83,0	85,2	80,0	83,0	83,5	79,5	83,5	80,1
моча	масса, кг	10	20	3,5	2,5	4	12	7	12
	влажность, %	95	94,1	95,1	96,2	96,5	94,1	96,0	94,2

Примечания.

1. Плотность сухого вещества экскрементов принимать 1250 кг/м^3 , зольность – 16 %.
2. Количество навозных стоков, поступающих с выгульных площадок от одной головы, принимать 20 кг, загрязнение экскрементами – 2-3 % от среднесуточного его выхода.
3. Количество и влажность подстилочного навоза определяются расчетным путем из условий содержания животных и их вида, влажности и количества добавляемой подстилки на голову (кг/сут.).

Таблица 1.2 – Нормы потребности подстилки на одно животное

Основные виды подстилки	Система содержания животных	Периодичность смены подстилки	Первоначальный слой подстилки, см	Нормы потребления подстилки на голову, кг				
				Коровы	Откормочное поголовье	Молодняк	Телята	
							В индивидуальных клетках	В групповых клетках
Солома	Привязное	Ежедневно	5,0	1,5	1,0	1,5	1,5	1,0
	Боксовое	1 раз в 10 дн.	5,0	0,5	-	0,5	-	1,0
	Комбибоксовое	1 раз в 10 дн.	5,0	0,5	-	0,5	-	-
	Беспривязное на глубокой подстилке	Периодически	20	8,0	3,0	3,0	1,5	1,5

Примечание.

Нормы потребления в подстилке приведены из расчета 15 % влажности соломы.

Основными физико-механическими свойствами навоза являются: состав, относительная влажность, объемная масса, коэффициент трения, текучесть, вязкость, предельное напряжение сдвига и др. Эти свойства учитываются при расчете машин и оборудования для уборки навоза, так как они оказывают существенное влияние на эксплуатационные и качественные показатели работы навозоуборочных машин.

Навоз представляет собой сложную многофазную систему, состоящую из твердых, жидких и газообразных веществ. Большинство показателей, характеризующих физико-механические свойства навоза, зависят от содержания в нем влаги.

Влажность навоза подразделяется на относительную

$$W_{\text{отн}} = \frac{M_{\text{в}}}{M_{\text{в}} + M_{\text{с.в}}} \cdot 100 \%,$$

и абсолютную

$$W_{\text{абс}} = \frac{M_{\text{в}}}{M_{\text{с.в}}} \cdot 100 \%,$$

где $M_{\text{в}}$ – масса воды в образце, кг;

$M_{\text{с.в}}$ – масса сухого вещества в образце, кг.

По относительной влажности навоз подразделяется:

твердый, подстилочный – 75...80 %;

полужидкий – до 90 %;

жидкий – 90...93 %;

навозные стоки – более 93 %.

Плотность навоза зависит от величины частиц, влажности, вида и качества подстилки, степени разложения. При изменении содержания подстилки от 0 до 20 % плотность соломистого навоза крупного рогатого скота изменяется в пределах 1010...470 кг/м³.

Жидкий текучий навоз влажностью более 88 % имеет плотность более 1000 кг/м³, так как в нем отсутствуют воздушные поры. Так, навоз крупного рогатого скота при $W = 89 \%$ имеет плотность 1140 кг/м³, а свиной – 1200 кг/м³. По мере увеличения влажности плотность навоза приближается к 1000 кг/м³.

Коэффициент трения скольжения f и коэффициент трения покоя f_0 зависит от влажности, степени разложения, вида подстилки, удельного давления. Коэффициент трения скольжения соломи-

стого навоза по металлической поверхности составляет 0,7...1,3; по дереву – 0,6...1,4. Коэффициент трения покоя соломистого навоза на 15...30 %, торфяного – на 5...15 % и экскрементов – на 30...40 % больше коэффициента трения скольжения.

Липкость навоза характеризуется способностью к налипанию на различные поверхности и определяется по усилию отрыва от нее при определенных и постоянных условиях. Липкость в значительной степени зависит от влажности и составляет 400...1300 Па для различных поверхностей. Наибольшее значение липкости у свежего навоза (при влажности 74...83 %).

Температура замерзания навоза играет существенную роль при работе оборудования на открытом воздухе. Она составляет 1,1...–2,8 °С, усилие отрыва примерзшего к оборудованию навоза увеличивается в 30...32 раза.

Вязкость и предельное напряжение сдвига относятся к реологическим свойствам текучести. Если текучий (жидкий) навоз поместить в горизонтальный желоб в одном месте, он начнет постепенно растекаться по всей его длине. При этом скорость растекания и уклон его свободной поверхности (0,7...3 %) будут зависеть от реологических свойств. Вязкость и предельное напряжение сдвига навоза зависят от его влажности и степени разложения. С увеличением этих показателей они уменьшаются. Например, свежий навоз при $W = 94...79 \%$ имеет вязкость 0,3...7,8 Па·с.

Свиной навоз имеет меньшую вязкость вследствие меньшего содержания в нем коллоидных веществ. Поэтому рекомендуется гидротранспортировать навоз КРС при $W > 89 \%$, свиной – при $W > 84 \%$. После 3...4 месяцев хранения эти ограничения снимаются.

Расслоение навоза является его специфическим свойством, при этом жидкая фракция находится между тяжелыми и легкими слоями. Влажность осадка навоза крупного рогатого скота (КРС) составляет 83...86 %, свиного – 78...84 %, жижи – 94...98 %.

Скорость расслоения зависит от влажности. Наибольшая скорость расслоения свиного навоза наблюдается при $W > 90 \%$, навоза КРС – $W > 91 \%$. При этом свиной навоз расслаивается через 15...30 мин, а навоз КРС – через 5...7 суток.

Перед погрузкой и внесением расслоившийся навоз перемешивают или разделяют на твердую и жидкую фракции.

2. ТРЕБОВАНИЯ К ПРОЦЕССАМ УБОРКИ И УТИЛИЗАЦИИ НАВОЗА

В процессе утилизации и уборки навоза и помета должны выполняться экологические, санитарные, технологические, энергетические и экономические требования.

Санитарные требования заключаются в следующем: своевременное и полное удаление навоза и помета из помещений для животных, создание оптимального микроклимата. Не должны быть загрязнены места обработки и дороги транспортировки навоза, навозохранилища должны быть размещены с подветренной стороны населенного пункта, магистральных дорог и кормовой зоны. Необходимо соблюдать расстояние между животноводческими помещениями и жилыми постройками (таблица 2.1).

Таблица 2.1 – Минимальное расстояние от окон жилых застроек до животноводческих помещений

Сооружения	Расстояние в метрах	
	От животноводческих зданий	От жилой застройки
1	2	3
Сооружение обработки жидкого навоза на фермах и комплексах		
1) Свиноводческие:		
- менее 12 тыс. свиней в год	Не менее 60	Не менее 500
- от 12 до 54 тыс. в год	Не менее 60	1500
- 54 до 216 тыс. в год	Не менее 60	2000
- более 216 тыс. в год	Не менее 60	4000
2) Крупного рогатого скота:		
- не мене 1200 коров в год	Не менее 60	3000
- 1200 коров и до 6000 скотомест для молодняка	Не менее 60	500
- 6000 скотомест для молодняка и более	Не менее 60	1000
- открытые площадки на 10-30 тыс. голов КРС	200	3000
3) Овцеводческие:		
- на 5-10 тыс. голов	Не менее 60	300
- от 54 до 216 тыс. в год		

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3
- более 216 тыс. в год		
4) Открытые хранилища (накопители) жидкого навоза для ферм и комплексов		
- всех типоразмеров и направлений (кроме 54 и более тыс. свиней в год)		500
- 54 и более тыс. свиней в год		2000
- биологически обработанной жидкой фракции навоза		500
- площадки для карантинирования подстилочного навоза, компоста и твердой фракции		800
Мелиоративные объекты:		
5) при короткоструйном поливе	Не менее 100	Не менее 100
6) при среднеструйном и дальнеструйном поливах	Не менее 200	Не менее 200
Примечания. 1. Выбор площадки под сооружения должен производиться в соответствии с СНиП «Генеральные планы сельскохозяйственных предприятий». 2. Санитарные разрывы от закрытых навозохранилищ до населенных пунктов следует принимать не менее 0,5 расстояния от открытых навозохранилищ.		

Экологические требования ограничиваются недопущением загрязнения окружающей среды. Необходимы полное обеззараживание, дезодорация (устранение неприятных запахов), предотвращение загрязнения почвы и водоемов нитратами, гельминтами и тяжелыми металлами.

Технологические требования заключаются в обеспечении получения высококачественных органических удобрений.

Технические требования предусматривают полную механизацию, автоматизацию всех операций уборки, транспортировки и хранения навоза, минимальные затраты труда, надежную и бесперебойную работу машин, обеспечивающих технологический процесс.

3. МЕХАНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА УБОРКИ НАВОЗА ИЗ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ

Технологический процесс уборки навоза из животноводческих помещений включает шесть операций: чистка стойловых помещений или станков со сгребанием навоза в канавки; удаление навоза за пределы помещения и погрузка в транспортные средства; транспортировка навоза в навозохранилище или место компостирования с укладкой на хранение; погрузка и транспортировка навоза на поле; внесение в почву.

Выбор технических средств удаления навоза определяется видом животных, типом их содержания, наличием техники в хозяйстве, а также физико-механическими свойствами навоза.

Периодичность уборки навоза из животноводческих помещений зависит от способа содержания животных. При содержании коров на привязи без подстилки (или с небольшим ее количеством в виде опилок, торфа) навоз убирают несколько раз в сутки, преимущественно, перед каждой дойкой. При беспривязном содержании животных в боксах на неглубокой подстилке навоз убирают не менее двух раз в сутки; на глубокой подстилке – 2...3 раза в год, а на выгульных площадках – еженедельно или через несколько дней (в зависимости от времени года). При содержании животных на щелевых полах он накапливается в каналах, откуда удаляется в зависимости от их заполнения и при смене поголовья скота.

Применяют два основных способа уборки навоза из помещений животных: механический и гидравлический. Используют также комбинированный способ, который сочетает в себе оба названные.

Механический способ используют при содержании скота без подстилки и с подстилкой. Механические средства уборки навоза подразделяются на мобильные и стационарные. По назначению они делятся на следующие группы: средства очистки помещений, средства накопления и удаления навоза, а также транспортировки и обработки его с целью последующей утилизации.

Стойла очищают от навоза преимущественно вручную.

Выбор способа и средств механизации уборки навоза из помещений для крупного рогатого скота определяется технологией содержания животных, планировкой помещений. При наличии подстилки целесообразно использовать подстилочный способ, так как он способствует созданию для животных более благоприятных санитарно-гигиенических условий.

Молочная продуктивность скота на 60 % зависит от качества кормов и уровня кормления, на 20 % – от селекционной работы и воспроизводства стада, на 20 % – от условий содержания.

Обязательным правилом при беспривязном содержании коров является наличие мягкого сухого чистого логова из соломы, опилок, кварцевого желтого песка или мягкой плотной резины с периодической подстилкой опилок или соломенной резки для удаления влаги из навоза.

Подстилку в стойла и боксы вносят с помощью переоборудованного кормораздатчика КТУ-10, а при содержании животных на глубокой подстилке – навозоразбрасывателей.

На современных фермах подстилку в боксы и на выгульные площадки вносят измельчителем грубых кормов в рулонах ИРК-145.

Измельчитель грубых кормов в рулонах ИРК-145 (рисунок 3.1) предназначен для работы в животноводческих хозяйствах. Применяется для измельчения грубых кормов (сенажа, сена) и подстилочного материала (соломы) в рулонах цилиндрической формы в стационарном режиме (с выгрузкой измельченных кормов и подстилочного материала в транспортное средство или в навал). Может использоваться в животноводческих помещениях для подачи в процессе измельчения корма в кормушки или на кормовой стол, а подстилочного материала – в стойла (при беспривязном содержании скота).

Измельчитель ИРК-145 может применяться в животноводческих помещениях с шириной проезда не менее 2000 мм, высотой – не менее 2700 мм, при ширине кормового прохода – не менее 2400 мм.

Измельчитель агрегатируется с колесными тракторами класса 1,4, имеющими выводы гидросистемы, ВОМ, розетку для подключения электрооборудования и тягово-сцепное устройство.

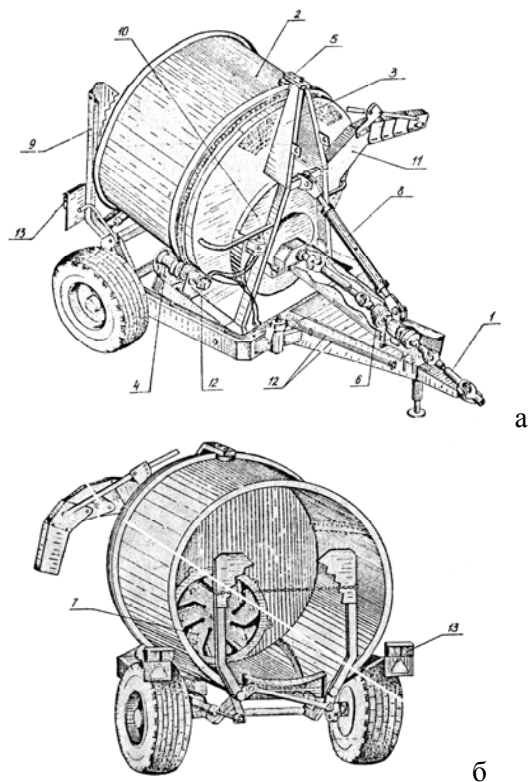


Рисунок 3.1. Измельчитель кормов в рулонах ИРК-145:
а – вид спереди; б – вид сзади

Основными составными частями измельчителя являются (рисунок 3.1): рама с колесными узлами 1, барабан 2, рама измельчителя 3, ролик опорный 4, ролик верхний 5, трансмиссия 6, ротор 7, стяжка 8, манипулятор загрузки 9, короб продувания 10, рукав выгрузной 11, гидросистема 12, электрооборудование 13.

Рама с колесными узлами 1 является несущим элементом конструкции измельчителя и состоит из сварной рамы, двух колесных узлов, дышла со сцепной петлей.

Барабан 2 – сварная конструкция, состоящая из обечайки цилиндрической формы, обода направляющего, замкнутой цепи оригинальной конструкции и четырех направляющих, представляющих собой растянутую винтовую линию, расположенных на внутренней

стороне обечайки. Направляющие предназначены для подачи рулона к режущему ротору во время вращения барабана.

Рама измельчителя 3 – сварная конструкция треугольной формы, шарнирно закрепленная за шасси и зафиксированная регулируемой растяжкой 8.

На раме закреплены два опорных ролика 4, ролик верхний 5, привод барабана, регулятор потока гидросистемы 12 и короб продувания 10 с рукавом выгрузным 11.

Трансмиссия 6 предназначена для передачи крутящего момента от ВОМ трактора к ротору. Трансмиссия состоит из вала с обгонной и фрикционной (предохранительной) муфтами, контрпривода и двух карданных передач. Вал закреплен на шасси 1, а контрпривод – на раме 3.

Манипулятор загрузки 9 предназначен для подачи рулона (торцом вперед) в барабан и состоит из балки, двух захватывающих рулон вилок, тяги антипараллелограмма, гидроцилиндра поворота вилок и двух гидроцилиндров поворота балки.

Ротор 7 предназначен для измельчения и выброса грубых кормов и подстилочного материала в выгрузной рукав и состоит из корпуса сварной конструкции, выполняющего роль колеса вентилятора для продува воздуха и 17 ножей, закрепленных на передней стенке.

Ротор установлен на выходном валу контрпривода трансмиссии 6.

Рукав выгрузной 11 предназначен для выгрузки и направления измельченного корма или подстилочного материала в место назначения и состоит из короба сварной конструкции, на верхней части которого установлены козырек отражающий, состоящий из четырех секций, и механизм регулировки положения козырька отражающего.

Гидросистема предназначена для управления манипулятором загрузки рулонов и барабаном. Гидросистема состоит из трубопроводов, рукавов высокого давления, гидроцилиндров, гидромотора, фильтра, регулятора расхода с предохранительным клапаном и гидроклапана давления с обратным клапаном.

На ровной площадке животноводческого комплекса или на площадке хранения рулонов необходимо установить рулон в вертикальное положение и снять с верхней части упаковочный и обвязный материалы.

Снять со штока цилиндра подъема манипулятора фиксатор и установить его на вилы манипулятора, снять страховочную цепь, соединяющую вилы манипулятора.

С помощью гидросистемы трактора опустить вилы манипулятора в нижнее положение (при опускании вилы расходятся).

Задним ходом подъехать к рулону до упора его в ограничитель манипулятора (для стабильной загрузки рулона в барабан желательна, чтобы вилы были равноудалены от образующей рулона). Спица навески должна быть максимально поднята вверх до кожуха карданной передачи.

С помощью гидросистемы трактора перевести вилы манипулятора в верхнее положение. При этом вначале происходит зажим рулона вилами с последующим поворотом и загрузкой рулона в барабан (торцом вперед).

Опустить вилы манипулятора и спицу трактора и снять упаковочный и обвязочный материалы с нижней части рулона.

Включить вращение барабана по стрелке, указанной на наружном ободе барабана. Как только рулон войдет в барабан (о чем будут свидетельствовать закрытые окна), выключить вращение барабана и перевести вилы манипулятора в верхнее положение.

Поднять спицу трактора в транспортное положение. Отрегулировать положение рукава выгрузного в зависимости от назначения.

Включить ВОМ и плавно довести частоту вращения коленчатого вала двигателя до номинальных оборотов, а потом включить вращение барабана согласно стрелке на барабане.

Управление работой измельчителя осуществляется из кабины трактора, в том числе: включение-выключение измельчающей фрезы, включение-выключение вращения барабана и управление манипулятором загрузки.

Для уборки навоза из помещений используются, в основном, скребковые транспортеры кругового действия ТСН-3,0Б и ТСН-160. Главное отличие ТСН-3,0Б от ТСН-160 состоит в том, что первый имеет разборную пластинчатую цепь, срок службы которой меньше, чем якорной круглозвенной цепи транспортера ТСН-160.

Данные транспортеры используются для уборки навоза из животноводческих помещений крупного рогатого скота с одновременной его погрузкой в транспортные средства. Они могут убирать навоз с небольшим количеством подстилочного материала, включающего измельченную солому, торф, опилки.

Принцип работы транспортеров ТСН-3,0Б и ТСН-160 идентичен. Каждый из них имеет горизонтальный 13 (рисунок 3.2) и наклонный 3 транспортеры.

Горизонтальный транспортер устанавливают в навозных каналах, расположенных вдоль стойла и соединенных в замкнутый четырехугольник. Он перемещает навоз по канавкам в приемник, откуда наклонный транспортер поднимает его вверх и сбрасывает в транспортное средство. Один транспортер обеспечивает уборку навоза от 100...120 голов крупного рогатого скота.

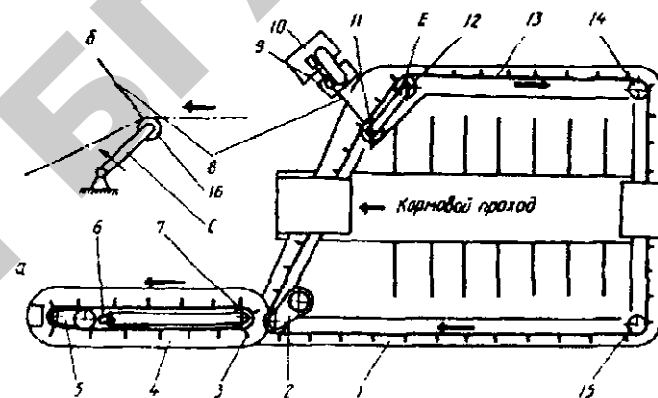


Рисунок 3.2. Скребковый навозоуборочный транспортер ТСН-160А:

a – структурная схема; 1 – навозный канал (вид в плане); 2 – приводная станция горизонтального транспортера; 3 – тяговая цепь со скребками наклонного транспортера; 4 – короб; 5 – приводная станция наклонного транспортера; 6 – натяжное винтовое устройство; 7 – ведомая звездочка; 8 – трос; 9 – стойка; 10 – грузовой контейнер; 11 – натяжной ролик; 12, 14, 15 – поворотные цепные звездочки; 13 – тяговая цепь; *E* – натяжное плечо; *б* – фрагмент натяжного узла; 16 – натяжная звездочка; *C* – натяжное плечо узла

Таблица 3.1 – Техническая характеристика скребковых транспортеров

Показатель	ТСН-3,0Б	ТСН-160А
1	2	3
Количество обслуживаемых коров, голов	100...110	100...120
Производительность за час основного времени, т/ч	4,0	4,5
Тип тяговой цепи	Пластинчатая	Якорная
Горизонтальный транспортер:		

Продолжение таблицы 3.1

1	2	3
мощность электродвигателя, кВт	4	4
длина цепи, м	170	170
шаг звена, мм	125	80
шаг установки скребков, мм	1000	1120
скорость двигателя, м/с	0,19	0,18
Наклонный транспортер:		
мощность электродвигателя, кВт	1,5(2,2)	1,5
длина цепи тяговой, м	13,2	13,0
длина скребка, мм	240	285
шаг установки скребков, мм	750	650
скорость двигателя, м/с	0,73	0,72
высота подъема навоза, м	2,8	2,65
Масса транспортеров, кг:		
горизонтального	1532	1415
наклонного	553	480

Приводы транспортеров ТСН-3,0Б и ТСН-160А (горизонтальные и вертикальные, рисунок 3.2) унифицированы, за исключением ведущих цепных колес. Горизонтальные транспортеры оборудованы устройствами автоматического натяжения тяговых цепей, которые отличаются конструкцией натяжных узлов. Натяжное плечо *E* (рисунок 3, *a*) транспортера ТСН-160А имеет поворотные цепные колеса *12* и *13*, натяжной ролик *11*, а натяжное плечо *C* (рисунок 3.2, *б*) – только натяжное цепное колесо *1Б*.

Транспортеры для уборки навоза включаются в работу 3...4 раза в сутки по мере накопления навоза на 20...30 минут. Перед началом уборки навоза необходимо убедиться в том, что под наклонным транспортером установлено транспортное средство. Вначале включается в работу наклонный транспортер, а затем – горизонтальный. Навоз из стойл сгребается в каналы горизонтального транспортера. Скребки последнего захватывают навоз и перемещают его по горизонтальному дну канала в приемник наклонного транспортера. Скребками наклонного транспортера навоз поднимается вверх по желобу и сбрасывается в кузов транспортного средства.

В ряде хозяйств горизонтальные скребковые транспортеры сочетаются с системой пневматической транспортировки навоза прямо в навозохранилище.

Несмотря на преимущества скребковых транспортеров перед другими механизмами, эксплуатация их связана с трудностями. Объясняются эти трудности большой металлоемкостью транспортеров, значительными тяговыми усилиями в цепях, недостаточной эксплуатационной надежностью. Например, из-за большого сопротивления перемещаемой массы длина скребковых транспортеров не должна превышать 200 метров. Они часто выходят из строя из-за отказов скребков и тяговых цепей. По сравнению со скребковыми транспортерами кругового движения штанговые обеспечивают подачу навоза к месту выгрузки кратчайшим путем. Наличие жесткой штанги предотвращает подъем скребков, их шарнирное соединение облегчает их ремонт и замену. При обратном ходе скрепки поворачиваются вокруг своих осей на 90°, пропуская порции навоза.

Уборка навоза внутри помещений в поперечный канал осуществляется скреперными установками УС-15, из которого он при помощи скреперной установки УС-10 подается в сборник навоза емкостью 100 м³.

Скреперные установки возвратно-поступательного действия – УС-15 (рисунок 3.3), УС-Ф-170 и УС-250. Их техническая характеристика приведена в таблице 3.2.

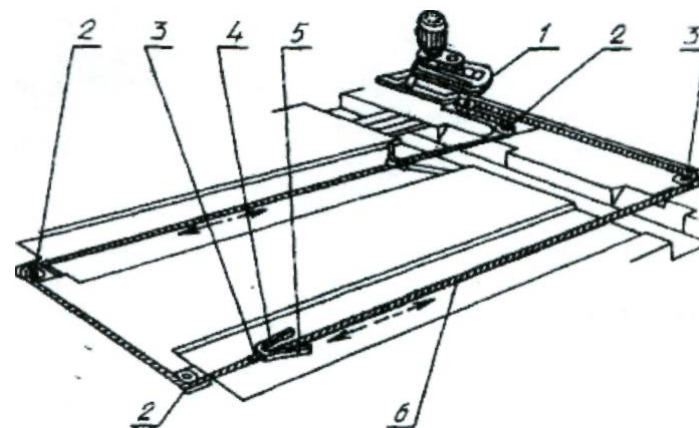


Рисунок 3.3. Общий вид скреперной установки УС-15:

1 – привод; 2 – поворотное устройство; 3 – ползун; 4, 5 – скрепки; 6 – цепь

Таблица 3.2 – Техническая характеристика скреперных установок

Показатель	УС-15	УС-Ф-170	УС-250
Производительность, т/ч	0,61	1,93	1,40
Рабочий контур	Цепной	Цепочно-штанговый	Цепочно-штанговый
Число скреперов в канале, шт.	1	2	2
Длина контура, м	170	170	250
Высота скрепера, мм	150	150	150
Ширина захвата, мм	1800(3000)	1800(3000)	1800(3000)
Скорость движения скрепера, м/с	0,04	0,04	0,65

Эти установки состоят из приводной станции с системой автоматического реверсирования, тяговой штанги и скреперов, а также высокопрочной круглозвенной цепи якорного типа. При рабочем ходе скребки захватывают порции навоза и перемещают в сторону навозосборника на величину хода штанги. При движении штанги назад (холостой ход) скребки складываются за счет трения о пол и навоз не перемещают. При следующем рабочем ходе порции навоза продвигаются дальше и сбрасываются в навозосборник.

Канатно-скреперные установки убирают навоз из-под решетчатых полов помещений (при содержании животных без подстилки) и подают его в навозосборники или транспортные средства, а также транспортируют в хранилища. Их рабочие органы совершают возвратно-поступательное движение. Преимущество – простота изготовления, надежность в работе, копирование неровностей дна желоба. Недостатки – сложная строительная часть. В скреперных установках применяются различные рабочие органы типа «Короб», «Стрела», «Лопатка», «Каретка». Конвейер скребковый универсальный КСУ-Ф-1 состоит (рисунок 3.4) из мобильной каретки 1, на которой подвешен скребок 2. Каретка передвигается на роликах 5 по направляющим 6, уложенным по обеим сторонам канала. Для исключения перегрузок узлов и деталей привода и конвейера скребки выполнены подвесными на кронштейнах 3 длиной 150 мм, причем между верхней кромкой скребка и рамой тележки образуется окно для перепуска навоза через скребок при избыточном накоплении его в навозном канале. Скребки удерживаются в рабочем по-

ложении двумя цепями 6. При включении конвейера в работу скребки транспортируют навоз в одном направлении, при обратном холостом ходе они отклоняются и скользят по поверхности навоза, создавая минимальное сопротивление движению. Продольные шнековые транспортеры 4 с правой и левой навивкой позволяют перемещать навоз в поперечный канал, проходящий по центру свинарника. Конвейер КСУ-Ф-1 из зданий транспортирует навоз в навозосборник. Глубина продольных каналов в свинарниках составляет 400 мм, поперечных – 800 мм, ширина верхней части продольного канала – 500 мм, поперечного канала и сборного канала коллектора – 820 мм, глубина сборного канала – 1500 мм.

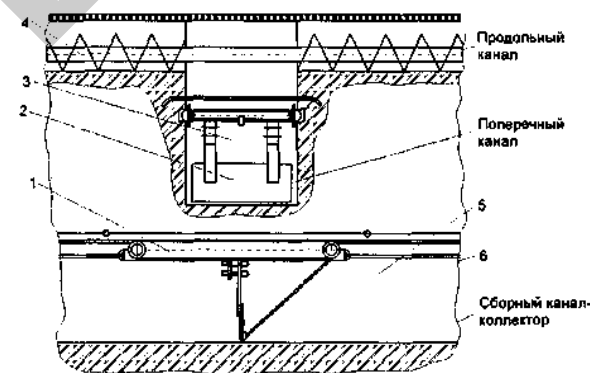


Рисунок 3.4. Конвейер скребковый универсальный КСУ-Ф-1:

- 1 – мобильная каретка; 2 – скребок; 3 – кронштейны;
4 – транспортер шнековый; 5 – ролики; 6 – цепи

В качестве технических средств удаления навоза механическим способом используются транспортеры типов ТС, КНП, КСУ и шнеки, которые обеспечивают качественную уборку как бесподстилочного навоза, так и навоза с подстилкой в виде опилок, торфа, измельченной соломы.

Для механической уборки навоза в помещениях для привязного содержания крупного рогатого скота наиболее перспективным является применение шнековых транспортеров ШТК-Ф-200. Комплект ШТК-Ф-200 состоит из 2 или 4 продольных шнеков и одного поперечного (рисунок 3.5).

Шнеки выполнены без промежуточных опор и вращаются в канале. Канал выполнен по радиусу и забетонирован половиной трубы диаметром 209 мм. Сверху канал перекрывают решеткой.

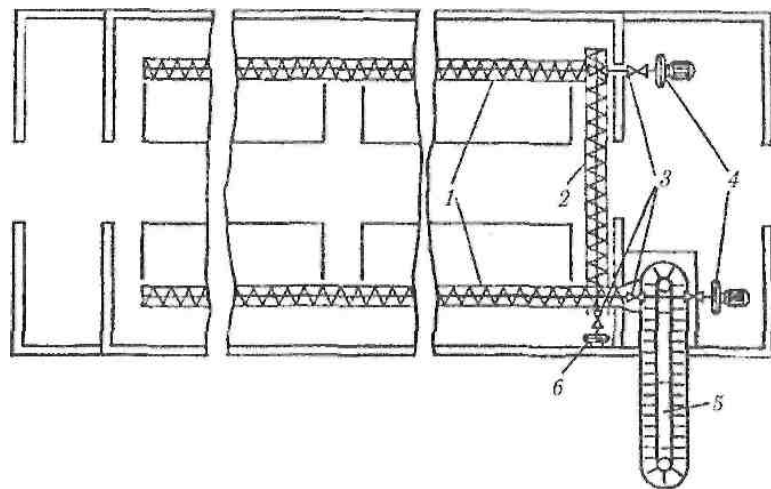


Рисунок 3.5. Шнековая система удаления навоза, схема:
1, 2 – шнеки удлиненные, поперечные; 3 – карданные; 4, 6 – приводы удлиненного, поперечного шнеков; 5 – транспортер наклонный

Таблица 3.3 – Техническая характеристика ШТК-Ф-200

Показатели	Характеристика
Производительность, т/ч	6,0
Длина транспортера, м:	
поперечного	19,6
продольного	66,1
Диаметр шнека, мм	207
Шаг, мм	150
Частота вращения шнеков, мин ⁻¹	24
Установленная мощность электроприводов, кВт	20
Срок службы, лет	10

Транспортеры могут иметь правую и левую навивки (в зависимости от направления перемещения навоза к поперечному транспортеру), а также могут иметь правую и левую навивки на одном шнеке для перемещения навоза к поперечному каналу в центре помещения.

Хвостовая часть шнекового транспортера имеет специальное устройство, так называемую пятку, которое снимает осевую нагрузку. Это устройство вмонтировано в торец канала и состоит из втулки, в которую вставляется упор, шарик диаметром 25 мм и цапфа шнека. Осевая нагрузка от шнека через шарик и упор передается в торец канала.

В начале уборки сначала необходимо включить поперечный транспортер, потом – продольные.

Достоинства шнекового транспортера следующие: более надежен и долговечен по сравнению со скребковым; не боится перегрузок, так как всегда транспортирует только часть навоза, заключенную в межвитковом пространстве; не требует регулировок натяжения; не имеет холостого хода, как у скреперных установок и скребковых транспортеров.

При уборке навоза в животноводческих помещениях скребковыми транспортерами для подачи его в навозохранилище широко применяются гидрофицированные установки.

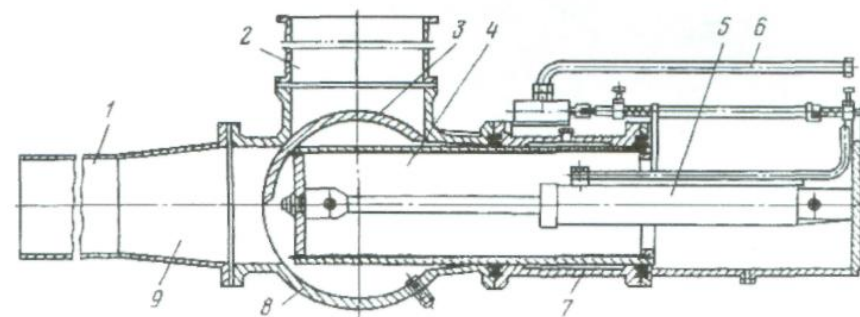


Рисунок 3.6. Установка УТН-10:

1 – навозопровод; 2 – загрузочная воронка; 3 – клапан; 4 – поршень;
5 – гидроцилиндр; 6 – маслопровод; 7 – переходник; 8 – корпус насоса;
9 – конус

Гидрофицированная установка УТН-10 (рисунок 3.6) состоит из поршневого насоса, гидроприводной станции, навозопровода, гидроарматуры, системы управления, электрооборудования.

Навоз, убираемый из помещения шнековыми, скребковыми или другими транспортерами, сбрасывают в загрузочную воронку 2. При движении поршня 4 слева-направо полуцилиндрический клапан 3 поворачивается гидроцилиндром вокруг своей горизонтальной оси так, что открывает загрузочную воронку 2 снизу и перекрывает вход в навозопровод 1. Из загрузочной воронки 2 навоз под действием силы тяжести и разрежения, создаваемого внутри корпуса при обратном ходе поршня 4, поступает в рабочую камеру. После достижения своего крайнего правого положения поршень 4 останавливается и начинает двигаться в противоположном направлении, т.е. справа-налево. При этом клапан 3 открывает вход в навозопровод 1 и перекрывает загрузочную воронку. При давлении в гидросистеме 2–10 МПа поршень насоса, совершая рабочий ход со скоростью 0,05 м/с, выталкивает навоз из рабочего цилиндра в навозопровод, а затем – в навозохранилище. Навозопровод прокладывается под землей (ниже уровня промерзания).

Навозохранилище заполняется снизу, что предотвращает замерзание входного конца навозопровода и навозного бурта, так как промерзший в промежутках между уборками верхний слой предохраняет от мороза поступающие снизу новые порции навоза.

Таблица 3.4 – Техническая характеристика гидрофицированных установок

Показатели	УТН-10	УТН-Ф-20
Производительность, т/ч	7...10	20
Диаметр навозопровода (внутренний), мм	315	315
Дальность транспортировки, м	100	150
Мощность электродвигателя, кВт	13	22

При расчете навозных цепочно-скребковых транспортеров кругового движения определяется подача транспортера, а также полное сопротивление движению транспортера, необходимое для подбора электродвигателя.

Фактическая производительность, кг/с:

$$Q_{\delta} = \frac{G_{\text{н\ddot{o}\ddot{o}}}}{T},$$

где $G_{\text{н\ddot{o}\ddot{o}}}$ – суточный выход навоза от животных, обслуживаемых одним транспортером, кг;

T – общее время работы транспортера, с.

Время работы зависит от числа включений $\dot{E}_{\text{\ddot{o}\ddot{a}}}$ в сутки и продолжительности цикла уборки $T_{\text{\ddot{o}}}$:

$$\dot{Q} = \dot{Q}_{\text{\ddot{o}}} \dot{E}_{\text{\ddot{o}\ddot{a}}}.$$

Тогда

$$Q_{\delta} = \frac{G_{\text{н\ddot{o}\ddot{o}}}}{\dot{Q}_{\text{\ddot{o}}} \dot{E}_{\text{\ddot{o}\ddot{a}}}}.$$

Число включений принимается 3...6 раз в сутки, а продолжительность цикла

$$\dot{Q}_{\text{\ddot{o}}} = 20...60 \text{ \ddot{e}\ddot{e} }.$$

Теоретическую производительность можно определить по формуле

$$Q_{\delta} = b \cdot h \cdot \mathcal{G} \cdot \rho \cdot \varphi,$$

где b и h – длина и высота скребка, м;

\mathcal{G} – скорость цепи транспортера, м/с (0,19 м/с);

ρ – плотность навоза, кг/м³;

φ – коэффициент заполнения канавки, $\varphi = 0,5...0,6$.

Общее сопротивление, возникающее при перемещении навоза в канавке, H :

$$D = D_1 + D_2 + D_3 + D_4,$$

где D_1 – сопротивление от трения навоза о дно канавки.

$$D_1 = G \cdot f_0 \cdot g,$$

где G – масса навоза в канавках, кг;

f_0 – коэффициент трения покоя навоза о поверхность канавки (по металлической поверхности – $f_0 = 0,85$; по бетонной – $f_0 = 0,97$).

Максимальное количество навоза, которое обычно скапливается в канавке между отдельными включениями транспортера:

$$G = \frac{G_{\text{н\ddot{o}o}}}{\hat{E}_{\text{o\grave{a}}}},$$

где P_2 – сопротивление от трения навоза о боковые стенки канавки.

$$D_2 = \hat{E}_a G \cdot g \cdot f,$$

где K_a – коэффициент бокового давления (0,3...0,4);

P_3 – сопротивление от перемещения самой цепи со скребками.

$$D_3 = q_{\text{o}} \cdot L \cdot f_{\text{o}} \cdot g,$$

где q_{o} – масса пог. м цепи со скребками, кг/м;

f_{o} – коэффициент трения цепи о дно канавки;

P_4 – сопротивление от заклинивания навоза между скребками и канавкой.

$$D_4 = \frac{L}{a} W,$$

где L – длина цепи, проходящая возле животных (при общей длине транспортера 200 м $L = 170$ м);

a – шаг скребков, м;

W – сопротивление от заклинивания одного скребка. Для соломистого навоза $W = 15$ Н, для экскрементов и торфяного навоза – $W = 30$ Н.

Мощность, необходимая для привода транспортера, Вт:

$$N = \frac{P \cdot v}{\eta},$$

где η – КПД привода.

Производительность скреперной установки, кг/с:

$$Q = \frac{V_{\text{ск}} \cdot \varphi \cdot \rho}{T_{\text{ц}}} z,$$

где $V_{\text{ск}}$ – емкость скрепера, м³;

φ – коэффициент заполнения (0,9...1,2);

z – количество скреперов;

$T_{\text{ц}}$ – время одного цикла.

$$\dot{O}_{\text{o}} = \frac{2 \cdot l}{g_{\text{н\ddot{o}}}} + \dot{O}_{\text{o}i},$$

где l – длина хода скрепера, м;

$g_{\text{н\ddot{o}}}$ – средняя скорость движения скрепера, м/с;

$T_{\text{o}i}$ – время на переключение хода, с.

Общее сопротивление перемещения рабочего органа скреперной установки, работающей в двух навозных канавках:

$$D = D_1 + D_2 + D_3 + D_4,$$

где P_1 – сопротивление движения рабочей ветви, Н.

$$D_1 = g \left[(M_{\text{ск}} \cdot z_1 + M_i) \beta_{i\text{o}} + q_{\text{o}} \cdot L_{\text{o}} \cdot f \right],$$

где $M_{\text{ск}}$ – масса скрепера, кг;

z_1 – масса навоза в канавке, кг;

4. ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ УБОРКИ НАВОЗА

На крупных животноводческих комплексах применяются, как правило, гидравлические системы удаления навоза. При этом влажность его достигает 96...98 %. Перевозить такой навоз в поле мобильным транспортом (средний радиус перевозки 5...6 км) экономически невыгодно, транспортировать по трубам – ненадежно (из-за наличия твердых включений). Подача жидкого навоза в навозохранилище по спускным каналам и трубам самотеком является самым экономичным способом транспортировки, однако он может быть применен только в том случае, когда рельеф местности позволяет выдержать уклон канала не менее 2,5 %, (навозохранилище ниже животноводческих помещений). Гидравлические способы удаления навоза по сравнению с механическими средствами характеризуются большей долговечностью и меньшей металлоемкостью, отсутствием электроприводов и движущихся частей в самих животноводческих помещениях. Недостаток – требуется высокое качество строительных работ. Все гидравлические системы состоят из продольных и поперечных каналов, навозосборников, насосных станций и вспомогательного оборудования (шибера, заслонки и т.п.). Сечения каналов могут быть прямоугольной формы, трапециевидной формы с закруглением углов у дна радиусом 10...15 см, трапециевидной формы с овальным дном и прямоугольной формы в виде двух полуокружностей (рисунок 4.1).

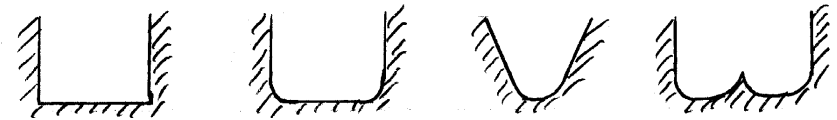


Рисунок 4.1. Формы гидравлических каналов навозоудаления

Различают два способа удаления жидкого навоза из помещений (смывной, самотечный). При смывной системе навоз удаляется струей воды (смывные насадки и бачки). Смывные бачки емкостью 0,5...1 м³ устанавливаются в начале каждого продольного канала на высоте 2 м. Сброс воды – 2 раза в сутки. Длина продольного канала – не более 40 м, поперечный канал – на 300 мм глубже продольного. Недостаток – большой расход воды и высокая влажность воздуха в помещении. Лотково-отстойная система удаления навоза основана на периодическом его накапливании в каналах и удалении самотеком

$\beta_{пр}$ – приведенный коэффициент сопротивления перемещению навоза и скрепера (1,8...2,0);

$q_{од}$ – масса 1 м троса (цепи, штанги), кг;

L – длина троса (цепи), м;

f – коэффициент трения троса о навоз (0,5...0,6);

D_2 – сопротивление перемещению при холостом ходе ветви:

$$D_2 = g \left(\dot{I}_{не} \cdot z_1 \cdot \beta_{1д} \cdot q_{од} \cdot L_{од} \cdot f \right).$$

D_3 – сопротивление на преодоление инерционных сил:

$$D_3 = \left(\dot{I}_{не} \cdot z + q_{од} \cdot L_{од} \right) \frac{g_{но}}{t},$$

где t – время разгона скрепера.

D_4 – сопротивление на направляющем ролике от набегающей ветви каната.

$$D_4 = \frac{D_1 + D_2 + D_3}{e^{f_0 \alpha}},$$

где f_0 – коэффициент трения троса о ролик (0,1...0,2);

α – угол обхвата ролика тросом, рад.

Мощность на приводе скреперной установки, Вт:

$$N = \frac{P_c \cdot G_{сп}}{\eta},$$

где η – КПД передач.

(пуском воды при открывании шибера). Каналы при этом делают с полукруглым дном и шириной по верху 60...80 см. Поперечный канал соединяют с навозосборником. Накопление навоза в каналах длится 3...4 дня. Количество воды, добавляемой в навоз, составляет 10...15 л на голову КРС и 1...1,5 л – на свинью. Недостатки: сильная загазованность помещения во время удаления навоза из каналов и относительно большой расход воды. Рециркуляционная система повторяет лотково-отстойную с той лишь разницей, что вместо воды используется осветленная жидкая фракция из навозосборника. Эта жижа перекачивается по асбоцементным или чугунным трубам диаметром 250...300 мм.

4.1. Самотечная система непрерывного действия

Такая система основана на принципе самопередвижения смеси экскрементов, т.е. используются вязкопластические свойства жидкого навоза. Система действует непрерывно (по мере поступления навозной смеси). Через щели решеток жидкий навоз стекает в каналы, а менее жидкий проталкивается ногами животных. Толщина слоя навоза по длине канала увеличивается в сторону, противоположную его движению. Навозная смесь располагается под определенным углом ко дну канала. Под действием подпора, создаваемого разностью толщины слоя, возникает сила, которая перемещает навоз ко дну продольного канала. Он стекает в поперечные каналы, а по ним – во внешние навозосборники.

В конце продольных каналов установлены порожки, шиберы и затворы. С помощью порожков и шиберов производится запуск в самотечный режим продольных каналов. Проникновению газов из поперечных каналов в продольный препятствует гидрозатвор.

Поверхность стенок каналов должна быть гладкой, иметь постоянный уклон. Ширина канала – одинакова по всей длине. Очень важно, чтобы каналы не допускали фильтрации воды и жижи, так как это приводит к неработоспособности всей системы. Поэтому каналы промазывают битумом или силиконовым лаком. Высота порожка обычно составляет 100...150 мм. При пуске системы продольный канал заполняют из трубопроводов водой на высоту порожка. Навозная смесь непрерывно вытекает из канала со скоростью 1...2 м/ч, движение ее едва заметно. Самопередвижение навозной массы начинается спустя 2...3 недели после поступления свежего навоза в канал. При нормальной работе самотечной систе-

мы толщина слоя при движении навозной массы через порожек не превышает 10...15 см.

Навоз крупного рогатого скота обладает тиксотропными свойствами, т.е. он затвердевает в желе в состоянии покоя и разжижается при движении. Так как он зависит от температуры воздуха, поперечные каналы внутри животноводческих помещений функционируют лучше, чем на открытом воздухе в холодный период года.

Вязкость навоза с повышением скорости движения его по каналу сильно уменьшается. Чем выше скорость движения, тем ниже вязкость. Из-за более высокой скорости течения навоза вязкость в поперечном канале ниже, чем в продольном. Благодаря этому в поперечных каналах почти не наблюдается помех в самотеке.

Для самотечной системы непрерывного действия содержание воды в навозе играет решающую роль, так как она является связующим звеном между твердыми частицами, коллоидами и стенками канала. Текучесть навоза можно значительно улучшить добавлением в канал небольшого количества воды.

В процессе эксплуатации самотечных систем непрерывного действия следует иметь в виду, что текучесть навоза уменьшается в следующих случаях:

- попадании остатков кормов в канал;
- кормлении животных кукурузным силосом;
- испарении влаги.

Установлено, что сплошная система надежно работает при бесподстилочном содержании животных на щелевых полах и кормлении их влажными или сухими кормами.

Длина каналов зависит от размеров животноводческих помещений и их планировки. Для сокращения длины продольных каналов поперечный коллектор прокладывают посередине помещения. Рекомендуемая длина продольных навозосборочных каналов – не более 50 м.

Пуск системы в эксплуатацию осуществляется следующим образом. Канал очищают от строительного мусора и посторонних предметов. Устанавливают и герметизируют порожки. Затем заливают воду до тех пор, пока она не станет переливаться через порожек. В течение суток наблюдают за каналами (если уровень воды в каналах понижается, то порожки уплотняются).

Убедившись в герметизации каналов и порожков, животных ставят на откорм, доразивание и т. д. В течение 2...3 недель каналы через решетчатые полы заполняются навозной массой. Ее свободная

поверхность принимает уклон под углом $1 \dots 4^\circ$. В дальнейшем вновь поступающая масса начинает перетекать в самотечном режиме.

4.2. Самотечная система периодического действия

При такой системе применяют продольный навозосборный канал, закрытый по всей длине решетками и имеющий определенный уклон в сторону поперечного канала. Продольный навозосборный канал перекрывается на выходе в поперечный шибером, который открывается несколько раз в месяц для сбрасывания смеси мочи, кала и некоторого количества воды, добавляемой в канал.

Принципиальные технологические решения продольных навозосборных каналов самотечных систем периодического действия показаны на рисунке 4.2. Опыт эксплуатации таких систем показывает, что осадок при сливе навоза со дна навозного канала не смывается и его толщина на дне канала постепенно увеличивается.

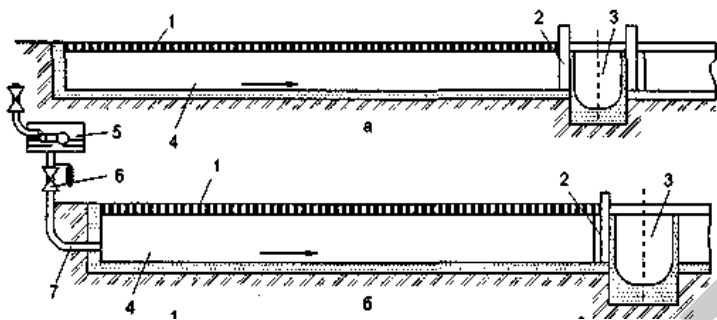


Рисунок 4.2. Схемы систем навозоудаления периодического действия:

1 – щелевой пол; 2 – шибер; 3 – поперечный канал; 4 – продольный навозосборный канал; 5 – смывной бачок; 6 – кран; 7 – смывной патрубок

Навозосборные продольные каналы лучше делать прямоугольного сечения (шириной от 0,6 до 1,2 м, глубиной от 0,6 до 1,0 м, с уклоном дна $0,005 \dots 0,007$ м в сторону поперечного канала). При большем уклоне жидкость будет быстро вытекать, а густой навоз – оставаться на дне.

Длина продольных каналов не должна превышать 35 м, иначе их очистка будет затруднена, а также потребуется большой расход воды.

Исходя из накопления навоза от поголовья, содержащегося на период смены, должна рассчитываться емкость продольных наво-

зосборных каналов. При этом поверхность навоза в заполненном канале не должна доходить до решетки на $5 \dots 7$ см. Емкость поперечного канала должна быть не менее емкости одного продольного канала.

Для обеспечения надежности и полного выпуска навозной массы из продольных каналов очень важно, чтобы перекрывающие их задвижки не пропускали воду, а также легко и быстро открывались. Наиболее простой в изготовлении и эксплуатации является шиберная задвижка из листовой стали толщиной $4 \dots 5$ см. Ее вставляют в металлическую раму или в пазы, сделанные непосредственно в стенках канала. Задвижка не должна плотно входить в пазы рамы, при этом допускаются довольно большие зазоры, чтобы она легко двигалась в раме.

Широкое применение получили шиберные задвижки, ширина которых составляет $60 \dots 80$ % от ширины канала. Стенки канала перед рамой задвижки в этом случае сужаются под углом 45° . В результате (при выпуске жидкого навоза из каналов) в местах сужения происходит задержка всплывающих на поверхность жижи твердых экскрементов, поэтому жидкая часть стекает быстрее, а твердая оседает на дне канала. Для ее смыва требуются большие физические усилия и значительный расход воды. Например, на смыв 1 т осевшего на дно навоза затрачивается $0,6 \dots 0,65$ чел./ч и до 2,5 т воды.

При применении шиберной задвижки трудно обеспечить герметичное перекрытие канала, так как между ней и пазами рамы необходимо создать большой зазор. Поэтому такие задвижки, как правило, пропускают жижу, что приводит к повышенному расходу воды на удаление навоза из каналов. Чтобы при пуске системы в работу задвижка не пропускала жижу, пазы уплотняют солидолом, опилками или же навозом, а через некоторое время навоз сам герметизирует зазоры.

При размещении навозохранилища ниже животноводческого помещения навоз выпускают самотеком непосредственно в хранилище. При отсутствии уклона строят колодцы насосной станции (КНС) и насосом НЖН-200 перекачивают навоз в хранилище. В этих случаях навоз транспортируется по асбоцементным трубам диаметром не менее 500 мм или бетонированным каналам того же сечения, как и трубы, заложенным ниже глубины промерзания грунта и имеющим смотровые колодцы через каждые $20 \dots 25$ м.

При использовании шиберной системы навоз проталкивается животноными сквозь щели полов в подпольные каналы, в которые заранее налита вода. После заполнения продольного канала навозом заслонку открывают, жидкий навоз через поперечный канал стекает в навозоприемник. Навоз течет обычно по всему сечению канала, чтобы более плотные и твердые частицы навоза не успели осесть на дно. Шиберная система функционирует нормально только при правильной ее эксплуатации.

Перед пуском в эксплуатацию нового помещения необходимо все продольные и поперечные каналы тщательно очистить от строительного мусора (гравия, кусков бетона, камней, деревянных щепок, песка) и различных посторонних предметов, иначе навоз будет задерживаться в каналах, что приведет к их забиванию. Затем продольные каналы перекрывают задвижками. При этом необходимо следить, чтобы шиберные задвижки плотно входили в пазы и герметично перекрывали каналы.

Удаляют навоз из каналов по мере их заполнения. При выпуске навоза в начало продольного канала для смыва осадка подают воду из смывных бачков или просто из водопроводов. Удалив навоз, закрывают шиберную задвижку и канал снова заполняют водой. Удалять навоз начинают с самого ближнего от навозоприемника канала. Через каждые 3 месяца каналы очищают от осадка водой из шланга с насадкой, предварительно сняв секции щелевого пола. После смыва осадка проверяют состояние дна и стенок канала.

Опыт эксплуатации таких систем показывает, что при сливе навоза осадок со дна навозного канала не смывается, толщина слоя осадка, накапливаемого на дне канала, постепенно увеличивается.

Для удаления и исключения накопления в продольных каналах осадка применялись различные способы смыва его водопроводной водой. Это приводило к увеличению влажности и возрастанию объема навоза, а также снижению его удобрительной ценности. С целью устранения этого недостатка была разработана и внедрена секционная система удаления навоза из продольных навозных каналов (рисунок 4.3). Принципиальным отличием самотечной системы удаления навоза секционного типа является то, что по длине навозосборных каналов дополнительно устанавливаются неподвижные поперечные перегородки, разделяющие канал на секции. Ширину зазора между дном продольного канала и перегородкой принимают равной 0,25 м у первой перегородки и 0,20 м – у остальных. Навозосборные каналы секционных систем можно прокладывать без уклона. Пере-

городки продольных каналов секционной системы выполняются из металла и устанавливаются на расстоянии 6–9 м одна от другой. Последняя перегородка устанавливается на расстоянии 2...3 м от задней стенки продольного канала. Преимуществами этой системы являются сравнительно меньший расход воды для удаления навоза, независимость от технологии содержания и кормления животных и др. Недостатки – возможность накопления придонного осадка и образования мертвой зоны в торце последней секции навозосборного канала. Для обеспечения нормальной и безотказной эксплуатации уклон дна продольных навозосборных каналов принимают не менее 0,005 градусов. Уклон поперечных каналов в пределах здания в зависимости от размеров каналов, влажности навоза, рельефа и гидрогеологических условий должен составлять 0,01...0,3 градуса. Для периодической очистки и промывки навозоприемных каналов от осадка в начальной части каналов проектные решения систем дополняют установкой трубопровода для подачи смывной воды.

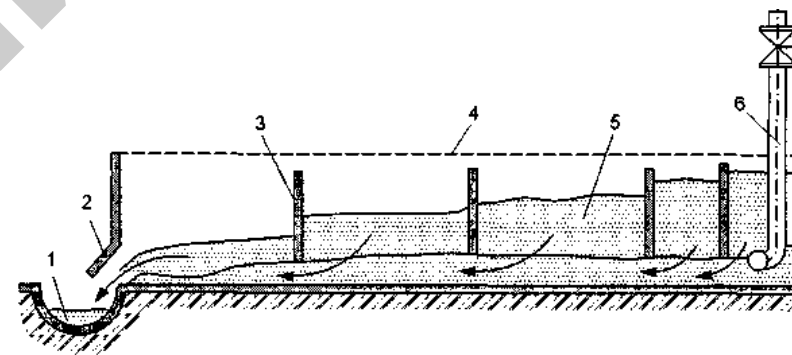


Рисунок 4.3. Секционная система навозоудаления периодического действия: 1 – поперечный коллектор; 2 – шиберное устройство; 3 – неподвижная поперечная перегородка; 4 – щелевой пол; 5 – навозоприемный лоток – поперечный канал; 6 – смывной трубопровод с задвижкой

4.3. Рециркуляционный способ удаления навоза

Для слива навоза, который накапливается в самотечном навозопровode помещения, используются осветленные стоки. Для этого на ферме сооружается насосная станция с навозосборником.

Внутри помещений лотки изготавливаются такие же, как и при лотково-отстойной системе, и сверху закрываются решетками. От насосной станции ко всем продольным лоткам прокладывается на-

порный трубопровод из асбестоцементных или чугунных труб диаметром 250...300 мм. Насос забирает осветленные навозные стоки из навозосборника (рисунок 4.2) и подает по напорному трубопроводу в продольные лотки. Поток захватывает навоз и транспортирует его по трубопроводу в навозосборник.

Проведенный нами анализ работы свиноводческих предприятий показал, что из-за неисправностей автопоилок, необходимой мойки служебных проходов и станков, расход воды на удаление навоза из каналов приводит к тому, что общее количество воды, поступающей в систему навозоудаления, за сутки достигает 30...32 л в расчете на одну голову животного. При этом влажность навозных стоков достигает 97...98,8 %.

Одной из задач, которую необходимо решать при реконструкции свиноводческих ферм, является совершенствование системы навозоудаления с целью уменьшения влажности навоза. Сегодня используются стимулирующие мероприятия по экономии расхода воды, устанавливается строгий контроль за работой автопоилок, мойкой станков, другого оборудования. Все эти мероприятия позволяют уменьшить расход воды на 10...15 %, но на свиноводческих комплексах не приносят ощутимых результатов.

В настоящее время в западноевропейских странах при реконструкции свиноводческих ферм предлагаются системы навозоудаления, прежде всего, исходя из требований экологов, сокращения трудозатрат, значительной экономии воды, повышения санитарно-гигиенического состояния свинарника.

Система предусматривает установку навозных ванн вместо продольных навозных каналов, а вместо поперечных – систему канализационных труб под навозными ваннами. Установка такой системы возможна как при полной, так и частичной реконструкции существующих навозных каналов.

Навозные ванны (рисунок 4.4) обычно выполнены из бетона.

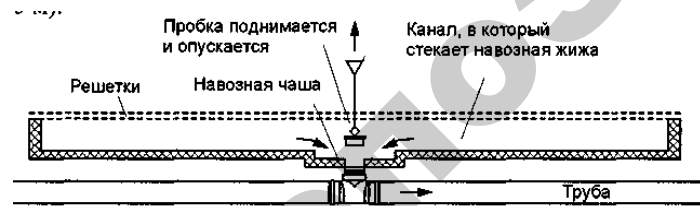


Рисунок 4.4. Схема навозосборной ванны системы навозоудаления

Дно ванны должно быть горизонтальным. Это позволяет удалять жидкую фракцию с небольшой скоростью. Она тянет за собой твердую фракцию, ванна опорожняется практически без дополнительных усилий. При наличии уклона жидкость уходит быстро, а твердая фракция остается и ее приходится смывать из шланга. Опыт показывает, что некоторые руководители хозяйств не верят в возможность опорожнения ванн с горизонтальным полом и при проведении строительных работ уклон все же делают. Это приводит к проблемам эксплуатации канализационных систем в дальнейшем.

В средней части ванны устраивается приямок глубиной 10 см и радиусом 50 см. В приямке устанавливается заборная пластиковая горловина, герметично закрываемая прорезиненной утяжеленной пробкой. При помощи тройника горловина соединена с канализационной трубой. Таким же образом соединяется с трубой каждая ванна.

Исходя из самодвижения навозной массы, длина ванны должна быть не более 14 м, глубина – достаточной для двухнедельного накопления навоза, примерно 0,4...0,5 м, так как после 14 суток хранения навоза начинается активное выделение аммиака. Канализационные трубы укладываются с уклоном 0,005 м на каждый метр трубопровода.

Благодаря герметичному закрытию сливных отверстий исключается не только вытекание из ванн жидкой фракции навоза, но и доступ под решетки сквозняков, которые губительны для всех групп животных, особенно для поросят. Данная система позволяет освобождать навозные ванны под станками независимо одна от другой, т.е. по мере накопления навоза, не остерегаясь попадания его в соседнюю ванну.

Система работает следующим образом. Твердая и жидкая фракции навоза поступают через щелевой пол в навозные ванны и (благодаря герметичному закрыванию сливных отверстий) накапливаются в емкости под ними. По истечении двух недель пробку слива поднимают вручную при помощи крюка. Навоз стекает в сливное отверстие пластикового коллектора, который прокладывается под навозоприемным каналом с уклоном 0,0035...0,004 в сторону поперечного коллектора или навозоприемника, находящегося за пределами свинарника.

Преимущества такой системы удаления навоза из свиноводческих помещений заключается в следующем:

- для реконструкции животноводческих помещений требуется небольшой объем строительных работ и, как следствие, невысокие капиталовложения;

- быстрый монтаж оборудования;

- низкая стоимость и эксплуатационные показатели (позволяет производить быстрый слив навоза, значительно экономить воду, так как система не требует дополнительного смыва водой).

Такая система проста при монтаже и эксплуатации, а также полностью обеспечивает соблюдение санитарных и ветеринарных требований для содержания всех половозрастных групп свиней в свиарниках. Самотечная система (по сравнению с механической) экономически эффективна, так как менее металлоемка и требует меньше трудозатрат.

4.4. Транспортировка бесподстилочного навоза

Для механизации выгрузки бесподстилочного навоза из навозосборников или навозохранилищ и транспортировки его по трубопроводам применяются следующие типы машин: пневмоустановки УПН-15, навозопогрузчики НПК-30, шнеко-центробежные насосы НШ-50, НЖН-200 и др.

В торце животноводческого помещения сооружаются специальные утепленные навозосборники вместимостью до суточного выхода навозной массы, которая перегружается в транспортные средства планчатый транспортером или навесным навозопогрузчиком НПК-30.

Навозопогрузчик НПК-30 – стационарный. Его монтируют в бетонном навозосборнике. Он состоит из рамы, ведущего и натяжного валов, цепей с ковшами, подвески и привода. С помощью тросового подъемника и лебедки погрузчик устанавливается в рабочее положение. Рабочая ветвь движется снизу вверх, ковш захватывает навозную массу и перемещается. При переходе через верхние ведущие звездочки он опрокидывается, выгружая содержимое в направляющий лоток, по которому навозная масса подается в транспортное средство. Транспортер приводится в работу электродвигателем через редуктор и цепную передачу. Производительность навозопогрузчика составляет 30 м³/ч.

Насос НШ-50 – предназначен для выгрузки бесподстилочного навоза из навозосборников и навозохранилищ в транспортные средства или для транспортирования его по трубам. Он разработан в мобильном и стационарном вариантах.

Насос НШ-50 (рисунок 4.5) навешивается на трактор класса 14 кН. Привод рабочего органа – от вала отбора мощности (ВОМ) трактора. Установка в рабочее и подъем в транспортное положение производится при помощи гидросистемы трактора и выносного гидроцилиндра ЦС-55, установленного на раме насоса.

Схема монтажа **стационарного** насоса НШ-50 в навозосборнике приведена на рисунке 4.5. Насос 1 монтируется на балках 2 навозосборника с помощью опорных кронштейнов 3 с возможностью поворота из горизонтального положения в вертикальное (рабочее) и обратно. Поворот осуществляется лебедкой 4.

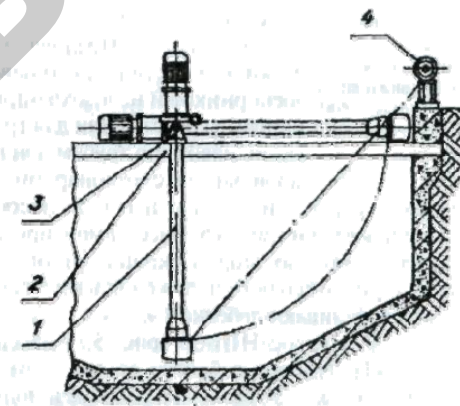


Рисунок 4.5. Монтажная схема насоса НШ-50 (стационарный вариант):
1 – насос НШ-50; 2 – балка опорная; 3 – кронштейн опорный; 4 – лебедка

Состоит из фланцевого электродвигателя 1 (или редуктора в мобильном исполнении), центробежного насоса 2, кронштейна опорного 3, шнека 4, штифтов (пальцев): подвижного 5, неподвижного 6, измельчителя 7, мешалки 8 и ограждающей решетки 9.

Центробежный насос состоит из корпуса и двухполостного рабочего колеса, посаженного на вал винта шнека, который состоит из цилиндрического кожуха и однозаходного винта со сплошными витками. Винт шнека имеет опоры: резиновый подшипник – внизу, радиальный и упорный подшипники – сверху. Размеры винта шнека, в мм: $\varnothing 160$, шаг 160, длина 2240 (14 витков), зазор между кожухом и винтом шнека 4,5 мм.

В приемной части шнека расположен измельчитель. Его рабочими органами являются радиально расположенные подвижные 5 и неподвижные 6 пальцы (штифты). Неподвижные штифты (2 шт.) закреплены в кожухе измельчителя, подвижные (3 шт.) установлены на валу винта шнека.

Мешалка лопастного (пропеллерного) типа расположена в приемной части шнека ниже измельчителя. Она состоит из двух лопастей и напоминает гребной винт. Мешалка закрыта ограждающей металлической решеткой, предназначенной для задержания крупных твердых включений, которые могут повредить ее лопасти. Техническая характеристика насоса НШ-50 представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Техническая характеристика насоса НШ-50

Параметры	Значение параметра	
	Стационарного	Мобильного
Подача, м ³ /ч	До 70	До 100
Напор, м	5	8
Потребляемая мощность, кВт	До 10	До 17
Частота вращения рабочего органа, мин ⁻¹	965	До 1390
Глубина выгрузки, м	3	2,6
Масса, кг	596	485
Габариты, мм:		
длина	4360	4000
ширина	760	830
высота	515	1600

Недостатки насоса НШ-50: малая подача (производительность), мобильный насос не может работать в наклонном положении, так как редуктор обеспечивает привод только при вертикальном положении насоса; ограждающая решетка насоса требует ручной очистки, так как забивается различными включениями; высокая удельная металлоемкость.

Насос НЖН-200 (рисунок 4.6).

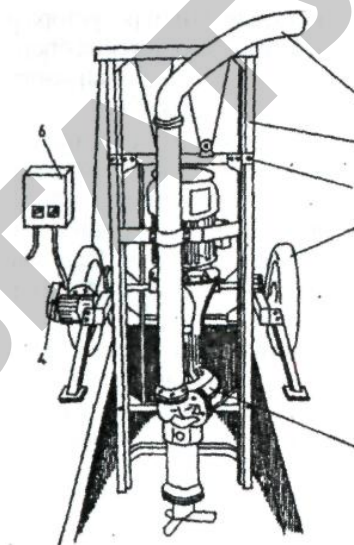


Рисунок 4.6. Общий вид насоса НЖН-200:

1 – насосная часть; 2 – салазки; 3 – тележка; 4 – лебедка; 5 – рукав; 6 – электрошкаф

Насос предназначен для перекачивания жидкого и полужидкого навоза из навозохранилищ и навозосборников в транспортные средства или по трубопроводу. Выпускается в двух исполнениях: насос передвижной (основное исполнение) и насос стационарный (исполнение 1).

Он состоит из следующих основных частей: насосной части 1, салазок 2, тележки 3, лебедки 4, рукава 5, электрошкафа 6.

Насосная часть (рисунок 4.7) состоит из электропривода 1 (электродвигатель $N = 22 \text{ кВт}$, $n = 970 \text{ об/мин}$), передающего вращение через муфту 2 на вал 3 с рабочим колесом 4 и на шнек 5, соединенный с валом 3 шлицевой муфтой 6. В верхней части корпуса 7 имеются два окна, перекрытых поворотной обоймой 8. Ниже обоймы расположена дверца 9, открываемая поворотом рычага 10. Жидкий навоз из корпуса рабочего колеса отводится по трубе 11, закрепленной скобой 12, к направляющей насоса 13. На конус шнека 5 на обгонной муфте установлена мешалка 14 для перемешивания навоза. Перед входом в корпус рабочего колеса установлены

неподвижные режущие ножи 15, которые взаимодействуют с подвижными ножами 16, укрепленными на лопастях колеса 4. Зазор между ножами должен быть 1...1,5 мм, он устанавливается регулировочными прокладками при сборке насоса.

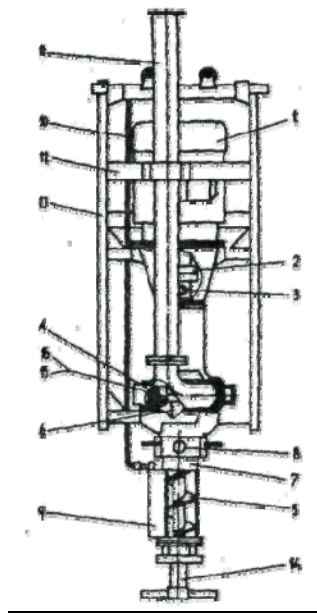


Рисунок 4.7. Насосная часть НЖН-200:

- 1 – электродвигатель; 2 – муфта; 3 – вал; 4 – рабочее колесо; 5 – шнек;
6 – шлицевая муфта; 7 – корпус; 8 – поворотная обойма; 9 – дверца;
10 – рычаг; 11 – труба; 12 – скоба; 13 – направляющая; 14 – мешалка;
15, 16 – неподвижный и подвижный ножи

В начале работы насос опускают на достаточную глубину в навоз, выходной конец рукава направляют в горловину транспортной емкости или присоединяют к трубопроводу. В зависимости от состояния навозной массы (влажности, количества солоmistых включений и т. д.) добиваются максимальной полноты навозной струи путем установки в различные положения дверцы 9 и обоймы 8 на всасывающей части, фиксируют дверцу в этом положении.

Фиксируют время заполнения транспортной емкости (при последующих наполнениях руководствуются им во избежание перетекания навоза из транспортной емкости за счет ее переполнения).

При уменьшении производительности более чем на 50 % включают насос на режим перемешивания до получения равномерной навозной массы. При этом мешалку необходимо заглублять в навоз не более чем на 0,5 м.

Навоз крупного рогатого скота в зависимости от консистенции и содержания свободной воды, т. е. влажности, подвержен расслаиванию. Это объясняется высокой долей в нем свободной воды и незначительным содержанием коллоидов. Слои навоза (рисунок 4.8) сильно различаются по консистенции, плотности, содержанию минеральных частиц, органического вещества и питательных элементов.

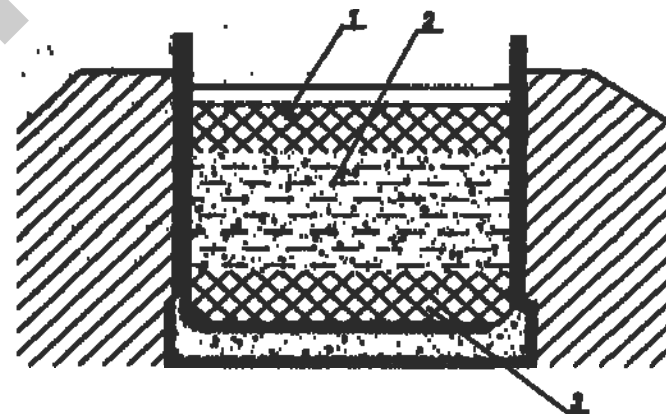


Рисунок 4.8. Расслоение бесподстилочного навоза при хранении:

- 1 – плавающий слой; 2 – жидкая фракция (зона расслоения);
3 – осадочный слой

Питательные вещества распределяются следующим образом: в жидкой фазе содержится азот, а в твердой – фосфор и калий. Навоз жидкой фазы высасывается машинами МЖТ, а в оставшееся его количество, которое невозможно убрать этими машинами, добавляется торфокрошка. Потом такой навоз грузится в машины и вносится на поля как органическое удобрение.

Следовательно, азотные удобрения вносятся на одно поле, а фосфорные и калийные – на другое, т.е. растения не получают пол-

норационного питания по NPK. Для того чтобы питательные вещества равномерно распределились в навозной массе, их необходимо предварительно перемешать. Для вывозки такого навоза из хранилища используются только машины МЖТ.

Накопившийся навоз в поперечных каналах животноводческих помещений также расслаивается. При открытии шибера жидкая фаза быстро удаляется, а для удаления твердой необходимо смывание большим количеством воды. Для экономии воды навоз необходимо перемешивать, или гомогенизировать. При перемешивании (гомогенизации) навоз получается более однородным, удобным для механической погрузки в мобильные транспортные средства (или для подачи по трубопроводу), удаления из каналов, для равномерного распределения питательных веществ при внесении в почву.

Гомогенизатор навесной (рисунок 4.9). Состоит из навески 1, рамы 2, талрепы 3, вала 4, винта 5, упора 6, карданного вала 7. Агрегатируется с тракторами 1-го и 4-го классов. Для качественного перемешивания используется четырехполостной винт. Гомогенизатор агрегатируется с трактором при помощи навески и подсоединяется к валу отбора мощности карданным валом.

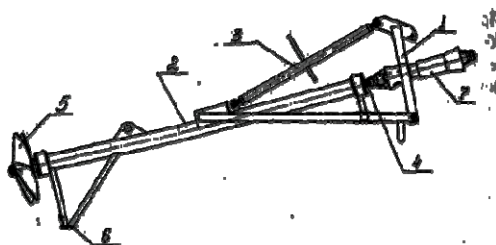


Рисунок 4.9. Общий вид гомогенизатора навесного:

1 – навеска; 2 – рама; 3 – талреп; 4 – вал; 5 – винт; 6 – упор; 7 – карданный вал

Перед началом работы гомогенизатора с помощью талрепа 3 устанавливают предварительный угол уклона мешалки к горизонту дна канала или навозохранилища. Максимальный угол наклона устанавливается исходя из возможностей карданного вала, но не должен превышать 35° . Трактор с агрегатом подъезжает задним ходом к навозохранилищу или каналу. Глубина погружения винта гомогенизатора ко дну регулируется гидросистемой из кабины трактора.

Для перемешивания навоза в продольном канале снимается несколько решеток щелевого пола, устанавливается гомогенизатор. Частота вращения вала гомогенизатора определяется влажностью навоза. Наиболее рационально ее устанавливать по частоте вращения ВОМ трактора – 500 и 1000 мин^{-1} . Увеличение частоты вращения вала сказывается на энергоёмкости процесса. Нагрузка на вал мешалки резко возрастает, появляется кавитация лопастей винта. При этом производительность смешивания слоев навоза увеличивается незначительно, но резко возрастает мощность на привод.

Следует обратить внимание, что при влажности менее 92 % возникает явление *миксотропии* – отсутствия перемещения слоев навозной массы. В этом случае перемешивание навозных слоев значительно суживается, работоспособность гомогенизатора теряется. Поэтому при низкой влажности навоза желательно в перемешиваемую массу добавлять воду (до повышения влажности до 92 %).

Наибольший эффект приносит использование гомогенизатора в открытых навозохранилищах. При использовании его в тупиковых навозных каналах длина зоны перемешивания навозной массы ограничивается 12...15 м из-за упора массы в противоположную стенку (длина продольных навозных каналов в животноводческих помещениях достигает 40...60 м). Перемещать агрегат гомогенизатора вдоль продольных каналов в этом случае не представляется возможным. Для этих целей используют малогабаритный передвижной гомогенизатор с электроприводом.

Гомогенизатор передвижной (рисунок 4.10) состоит из тележки 1, мешалки 2, электродвигателя 3 и подъемного устройства 4.

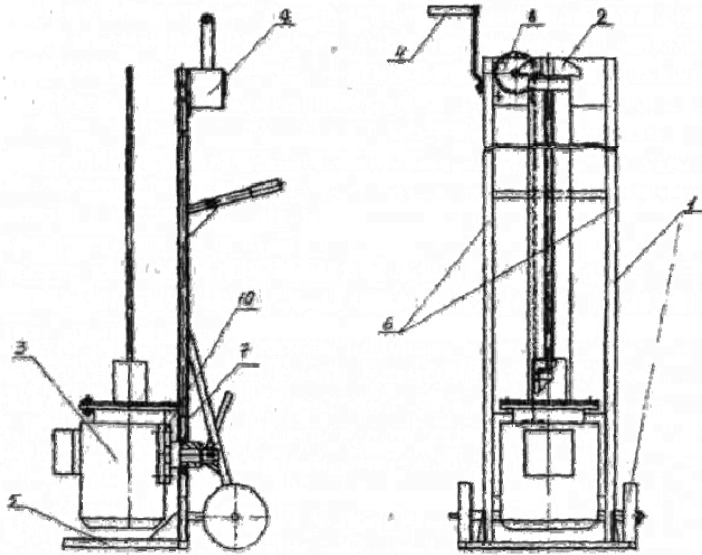


Рисунок 4.10. Общий вид гомогенизатора передвижного:

1 – тележка; 2 – мешалка; 3 – электродвигатель; 4 – подъемное устройство; 5 – рама; 6 – направляющая; 7 – каретка; 8 – полиспаст; 9 – червячный редуктор; 10 – поворотная плита

Тележка представляет П-образную раму 5 сварной конструкции и двух лонжеронов. К раме перпендикулярно вверх приварены две направляющие 6 в виде швеллеров подъемной каретки 7. В нижней части направляющих приварена ось с двумя опорными колесами.

Подъемное устройство состоит из каретки 7, соединенной через полиспаст с червячным редуктором 9, установленным в верхней части направляющих.

Электродвигатель 3 крепится на поворотной плите 10, установленной на подъемной каретке 7. На валу электродвигателя смонтирована мешалка, выполненная в виде вертикального вала с крыльцом в нижней части (на свободном конце) и соединительной муфтой в верхней, посредством которой мешалка соединяется с электродвигателем. Вал мешалки вращается в направляющих, выполненных из двух шин.

Управление электродвигателем осуществляется пультом. Электропитание к пульту управления подается с трехфазной розетки. В

транспортном положении и при переездах из одного места в другое электродвигатель с повернутой вверх мешалкой находится в нижнем положении. Для установки в рабочее положение электродвигатель с мешалкой на подъемной каретке поднимаются в верхнее положение и поворачиваются на поворотной плите на 180°.

Принцип работы гомогенизатора заключается в перемешивании в каналах гидравлических систем навозоудаления расслоившейся навозной массы до однородного состояния и для придания ей текучести. Взбалтывание слоев осуществляется за счет вращательного момента крыла мешалки, установленной непосредственно на валу электродвигателя. Глубина погружения мешалки регулируется подъемным устройством.

Гомогенизатор внутри животноводческих помещений передвигается при транспортном положении вручную.

4.5. Расчет гидронапорных трубопроводных установок

Одним из основных элементов гидронапорных установок для транспортирования навоза являются навозопроводы. Они бывают чугунные (давление до 1 МПа), стальные (практически на любое давление), асбоцементные (до 0,2 МПа), полиэтиленовые, из армированных напорных шлангов (0,4...0,6 МПа).

Диаметр навозопроводов применяют не менее 100 мм, скорость движения навоза в них не ниже 1,2 м/с. При меньшей скорости навоза трубопровод будет забиваться. Для навозопроводов, которые прокладываются в земле, не рекомендуются фланцевые соединения.

Критическое число Рейнольдса во время транспортирования навоза крупного рогатого скота по стальным трубам принимают в среднем 2000...3000, свиней – 1500...2000, навоза КРС – 2700...4000.

Трасса навозопровода должна иметь как меньше поворотов, отклонений от прямолинейности. В самых нижних частях трубопровода, а также в местах изменения его направления следует строить контрольные колодцы со сливной трубой, к которой можно подсоединить шланги для откачки навоза.

Диаметр D , м, напорного навозопровода рассчитывают по формуле:

$$D = \sqrt{\frac{Q}{0,785V}}$$

где Q – подача навоза, м³/с;

V – скорость движения навоза в навозопроводе, м/с.

Необходимая подача гидронапорной трубопроводной установки навоза зависит от поголовья n каждой половозрастной группы скота, суточного выхода навоза от одного животного q_i каждой названной группы, плотности навоза ρ , кг/м³, и длительности t , с, работы установки в сутки:

$$Q = \frac{\sum_{i=1}^m n_i \cdot q_i}{tp},$$

где m – количество половозрастных групп скота, которые обслуживает установка.

Расчетная мощность N_p , Вт, привода гидронапорной трубопроводной установки навоза равна:

$$N_p = \frac{QH_H}{\eta_m \eta_n},$$

где H_H – необходимый напор установки, Па;

η_m, η_n – КПД напорной машины установки, передач от электродвигателя к напорной машине.

Необходимый напор представляет сумму ряда составляющих:

$$H_H = H_{тр} + H_m + H_\gamma + H_c,$$

где $H_{од}$ – напор для преодоления трения навоза о стенки прямых участков трубопровода, Па;

H_m – напор для преодоления местных сопротивлений от поворотов, отклонений от прямолинейности, переключателей и других местных устройств, ориентировочно $H = (0,1 \dots 0,15)H$, Па;

H_γ – напор для преодоления геодезических разностей между местами всасывания и подачи навоза, Па;

H_c – свободный напор (не менее 10000...20000 Па), т.е. 1...2 м водяного столба.

В свою очередь:

$$H_{тр} = \lambda \frac{L}{D} \frac{\rho V^2}{2},$$

где λ – гидравлический коэффициент трения;
 L, D – длина, диаметр трубопровода, м;
 V – скорость движения навоза;
 ρ – плотность навоза, кг/м³.

Гидравлический коэффициент λ зависит преимущественно от числа Рейнольдса Re . Для труб диаметром 150...400 мм и влажности навоза 86...93 % $\lambda = 0,95 \dots 0,04$, соответственно $Re = 50 \dots 10000$. Для навоза влажностью 93 % $\lambda = 1,2 \dots 0,02$ при изменении $Re = 50$ до 5500.

$$Re = \frac{1}{\frac{\eta}{\rho V D} + \frac{\tau}{6\rho V^2}},$$

где η – динамическая вязкость, НЧ см/м²;
 τ – граничное максимальное напряжение сдвига. Значения η и τ приведены в описании физико-механических свойств навоза.

Для ламинарного движения $Re = \frac{VD\rho}{\eta}$ при влажности навоза свиней 86...93 %.

$$\lambda = (9,3 + 255) Re$$

для навоза крупного рогатого скота

$$\lambda = 64 / Re.$$

От ламинарного к турбулентному движению навоз свиней переходит, когда $Re = 1500 \dots 1800$, навоз крупного рогатого скота – когда $Re = 2800 \dots 3000$. В этих случаях соответственно для навоза свиней:

$$\lambda = (0,735 + 7,3) / Re;$$

крупного рогатого скота

$$\lambda = 0,3184 / 0,25Re.$$

Напор для преодоления трения навоза о стенки прямолинейных участков трубопровода может быть вычислен с помощью удельных потерь I напора, Па/пог. м, на названном участке:

$$H_{тр} = iL = I \left(\frac{30\eta V \rho_B}{\rho D^2} + \frac{6,4\tau \rho_B}{\rho D} \right),$$

где $\rho_{\hat{A}}$ – плотность воды, кг/м³.

Рабочий напор P установки должен быть большим или, в крайнем случае, равным необходимому расчетному $D \geq \hat{I}_i$.

Мощность N двигателя, которым нужно оборудовать установку, должна составлять:

$$N = K_{\phi} N_{\delta},$$

где K_{ϕ} – коэффициент запаса, 1,11...1,15;

N_p – расчетная мощность.

Когда навоз перемещают по навозопроводу сжатым воздухом, который нагнетает компрессорная установка, подача последней может быть вычислена следующим образом:

$$Q_{\hat{e}} \frac{QP}{K_{\phi} P_{\hat{e}}},$$

где $\hat{E}_{\hat{o}}$ – коэффициент утечки воздуха (0,8...0,85);

$D_{\hat{e}}$ – сжатие компрессором воздуха, Па.

Вместимость ресивера компрессорной установки V_{δ} м³, должна составить:

$$V_{\delta} = \frac{P(V_{\hat{e}} + V_{\delta})}{P_{\hat{e}}},$$

где $V_{\hat{e}}$ и V_{δ} – вместимости котла выдавливания навоза, навозопровода, м³.

$$V_r = \frac{\pi D^2}{4} L.$$

Давление воздуха в ресивере должно превышать его давление в конце навозопровода примерно на 0,3...0,5 МПа.

Таблица 4.2 – Значение вязкости и максимального сопротивления сдвига t_i навоза оптимальной влажности, плотностью ρ_r

Навоз	η , Н с/м ²	τ_o , Н с/м ²	ρ_r , кг/м ³
Свиней	0,2...0,3	1...2	1050...1070
Крупного рогатого скота	0,2...0,4	0,6...2	1020...1030

5. МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ НАВОЗА К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ

На фермах с подстилочным содержанием животных и механической системой уборки навоза его влажность не превышает 75 %. Подстилочный навоз обеззараживают методом самосогревания в буртах. Весной и осенью данный навоз вывозят на поля и с помощью разбрасывателей органических удобрений вносят в почву. Данная технология не требует какой-либо дополнительной обработки навозной массы и не представляет опасности загрязнения окружающей среды.

При гидравлической системе удаления навоза из помещений из-за необходимого добавления воды стали получать огромное количество навозных стоков влажностью 95...98 %.

Существует несколько направлений по использованию и обработке жидкого навоза: использование навоза в растениеводстве; подготовка жидкой фракции и ее сброс в открытые водоемы или повторное применение для технических нужд (на рециркуляцию); использование питательных веществ, содержащихся в навозе, как кормовых добавок. Технологии и средства обработки жидкого навоза должны обеспечить максимальное сохранение питательных веществ, содержащихся в нем, а уничтожение лишь семян сорных трав и болезнетворных микробов.

Уничтожение гельминтов и инфекционных бактерий в навозе перед использованием его в качестве удобрения (особенно на полях, предназначенных для овощных и кормовых культур, и пастбищах) является обязательным профилактическим мероприятием. Лучшим средством борьбы с болезнетворными микробами, вирусами, яйцами гельминтов является дезинфекция. Твердый навоз влажностью до 79 % обеззараживают биотермическим методом. В жидком навозе процесс самосогревания не происходит, в нем долго живут возбудители заразных болезней. Если после карантинной выдержки (6...8 суток) в жидком навозе обнаруживается инфекция, навоз обеззараживается химическим, биологическим или физическим способами.

Химический способ обеззараживания осуществляется путем добавления в навоз формальдегида, негашеной извести, хлорной извести, жидкого аммиака, гипохлорита натрия или едкого натра. Добавление химических веществ также применяется для уничтожения неприятного запаха сероводорода и производных азота. Например, для

этого в Швеции применяют сульфат аммония в количестве 14 кг/м³. В Финляндии используют препарат "Дуодор", состоящий из сульфата железа, биосульфата кальция и гидрокалийного метансульфата. "Дуодор" разбавляют водой, заливают в навозохранилище из расчета 1 л на 5 м³ навоза и перемешивают. Стоимость химического способа обработки высокая.

Биологический способ состоит в активизации деятельности микроорганизмов навоза, которые вырабатываемыми ими ферментами разлагают белки, жиры и углеводы инфицирующих микробов и используют их для роста собственной биомассы. Различают аэробные и анаэробные методы обработки (в зависимости от того, какие микроорганизмы преобладают). Аэробные методы протекают при постоянном наличии в жидком навозе растворенного кислорода. Для этого жидкую навозную массу постоянно перемешивают и продувают через нее воздух. Если температура навозной массы находится в пределах 20...30 °С, процесс называется мезофильным (мезофильные аэробы преобладают), если при $t = 30...40$ °С – термофильным (преобладают термофильные аэробы). При отсутствии в навозной массе кислорода происходит аэробное брожение, которое называют метановым. Этот процесс также может происходить при преобладании мезофильных анаэробов (30...35 °С) и термофильных (50...55 °С). Первый способ наиболее широко используется на фермах и животноводческих комплексах промышленного типа, второй – при очистке промышленных и бытовых стоков.

Таблица 5.1 – Утилизация навоза

Наименование	Навоз	
	Твердый	Жидкий
Удобрения	+	+
Чистая вода + удобрения		+
Кормовые добавки	Из 1 тонны экскрементов получают 200 кг живых личинок и 500 кг перегноя	То же

Таблица 5.2 – Способы обеззараживания (уничтожение гельминтов и инфекционных бактерий) навоза

Наименование	Навоз	
	Твердый	Жидкий
Биотермический	Влажность – 79 %; Температура – 50...60 °С; Высота бурта – 2 метра; Продолжительность – 2 месяца	
Химический		Влажность 96...98 %; Формальдегид, негашеная известь, хлорная известь, жидкий аммиак, гипохлорит натрия или едкий натр
Термический		Температура 95 °С
Биологический		1 – аэробные микроорганизмы (продувают воздух): мезофильные аэробы (температура 30...40 °С) или термофильные аэробы преобладают; 2 – анаэробные – получают из 1 тонны навоза 50 м ³ биогаза
Физический		Электроразряд Постоянный ток Ионизирующее излучение

Навоз должен храниться в прифермских навозохранилищах и полевых накопителях. С целью совмещения процессов карантинирования и хранения навоза прифермские хранилища секционируют. Подаче навоза в хранилище должно предшествовать разделение стока на фракции с последующим компостированием твердой

фракции и выдерживанием жидкой (рисунок 5.1). Жидкий навоз разделяют на фракции в отстойниках-накопителях выпариванием или механическими средствами.

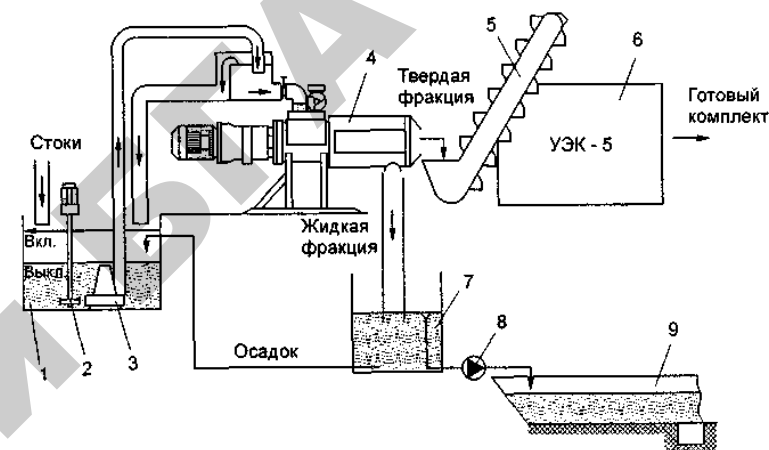


Рисунок 5.1. Технологическая схема подготовки к хранению и утилизации стоков свинофермы на 12, 24, 54 тыс. голов:

1 – приемная емкость; 2 – мешалка; 3 – насос-измельчитель; 4 – пресс-сепаратор (типа «РАК»); 5 – ковшовой транспортер НПК-Ф-30; 6 – установка экспресс-пресс-компостирования УЭК-5 (восемь комплектов); 7 – отстойник; 8 – насос НЦИ-Ф-100; 9 – хранилище

Прямоугольные заглубленные и полузаглубленные навозохранилища шириной более 18 м и глубиной более 3 м применяются для любого вида навоза. Конструктивно прифермские заглубленные или полузаглубленные навозохранилища проектируются из бетона или железобетона с усиленной гидроизоляцией, полевые хранилища и накопителя – дно из бетона, откосы из глинистого экрана с облицовкой полимерными материалами. Для хранения навоза свиноводческих предприятий разработаны проекты прифермских навозохранилищ вместимостью 600, 900, 1200 (рисунок 5.2), 2000, 4500 и 10000 м³.

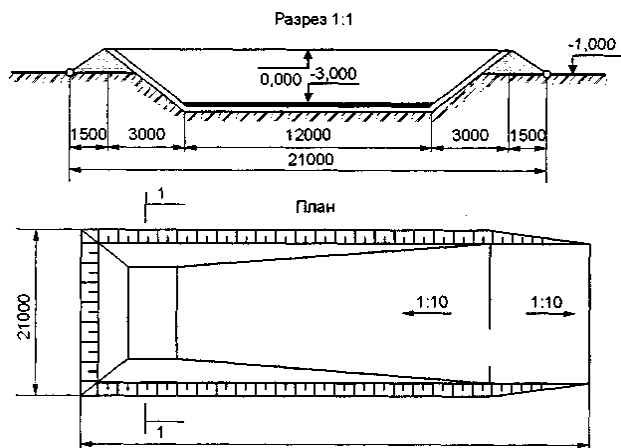


Рисунок 5.2. Схема навозохранилища вместимостью 600 и 1200 м³

За рубежом накоплен большой положительный опыт по проектированию, строительству и эксплуатации наземных хранилищ для жидкого навоза. Это связано с ограниченностью земельных ресурсов и жесткими требованиями по охране окружающей среды. Наземные навозохранилища из металлических и железобетонных конструкций, как правило, имеют круглую форму. Диаметр их достигает 24 м. Высоту определяют с учетом законов статики сооружений и сроков накопления и хранения навоза. В Центральной и Восточной Европе такие навозохранилища проектируются из металла, в Скандинавских странах, в частности, в Дании – из сборного железобетона. Принципиальная схема распространенной за рубежом системы удаления и хранения жидкого навоза в наземных хранилищах приведена на рисунке 5.3. В соответствии с данной технологией жидкий навоз из помещения по системе продольных и поперечных каналов навозоудаления самотеком поступает в навозосборник, откуда его после гомогенизации перекачивают в наземное хранилище. Выгружают навоз из хранилища через сливной трубопровод в навозосборник, последний снабжают насосом – гомогенизатором с измельчителем.

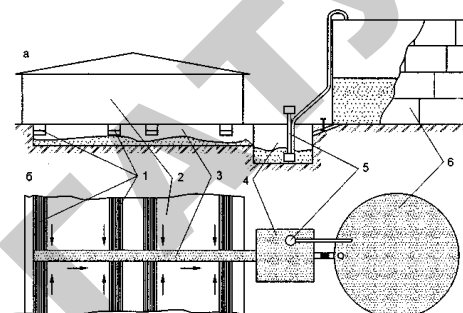


Рисунок 5.3. Технологическая схема системы удаления и хранения жидкого навоза в наземных навозохранилищах: 1 – продольные каналы; 2 – свиарник; 3 – поперечные каналы; 4 – навозосборник; 5 – насос; 6 – навозохранилище

Системы сбора и хранения жидкого навоза в наземных навозохранилищах предусматривают сбор исходного жидкого навоза в навозосборник, его гомогенизацию и перекачку в резервуар наземного хранилища, периодическую гомогенизацию в резервуаре, выгрузку навоза из резервуара и перекачку в полевые накопители или погрузку на мобильные транспортные средства. Для обеспечения периодической гомогенизации жидкого навоза в наземных резервуарах используются мешалки-гомогенизаторы, устанавливаемые в резервуаре (рисунок 5.4).

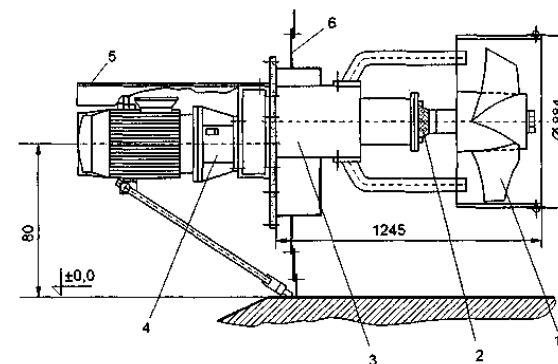


Рисунок 5.4. Мешалка-гомогенизатор:
1 – рабочий орган; 2 – корпус сальника; 3 – корпус мешалки; 4 – привод; 5 – гомогенизатор; 6 – стена навозохранилища

Основным требованием к проектированию и строительству навозохранилищ и накопителей является то, что их конструктивные решения должны исключить фильтрацию навоза и навозных стоков. С этой целью навозохранилища устраивают, как правило, из монолитного или сборного бетона или железобетона, пруды-накопители – из бетона, железобетона, пленочных материалов типа «бутилкор» или их комбинаций.

В проектных решениях накопителей предусматривают систему дренажа с контрольными колодцами для наблюдения за герметичностью сооружения. Фрагмент конструктивного решения полевого накопителя (ФРГ) для жидкого навоза с пленочным покрытием дна и откосов приведен на рисунке 5.6.

Подают жидкий навоз или навозные стоки по трубе, которая служит также для откачки навоза. Для крепления трубы используют старые автопокрышки.

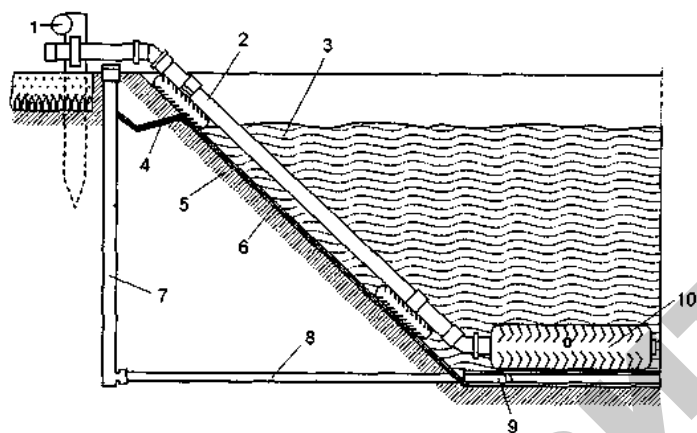


Рисунок 5.6. Схема накопителя навоза с пленочным экраном:

- 1 – ограждающий барьер; 2 – трубопровод для навоза; 3 – уровень навоза;
- 4 – гидроизоляционная пленка; 5 – глинистый экран; 6 – тонкая полимерная пленка;
- 7 – контрольная труба; 8 – труба дренажной системы; 9 – отверстие в трубе;
- 10 – старая покрышка, заполненная бетоном

В отдельных случаях может быть экологически оправданным (вместо длительного выдерживания) использование технологии и оборудования метанового сбраживания жидкой фракции стока.

Это позволяет (наряду с ее обезвреживанием) получить дополнительный источник энергии – биогаз, используемый для внутрихозяйственных целей, сделать важный шаг к созданию энергетически независимых животноводческих предприятий (рисунок 5.7).

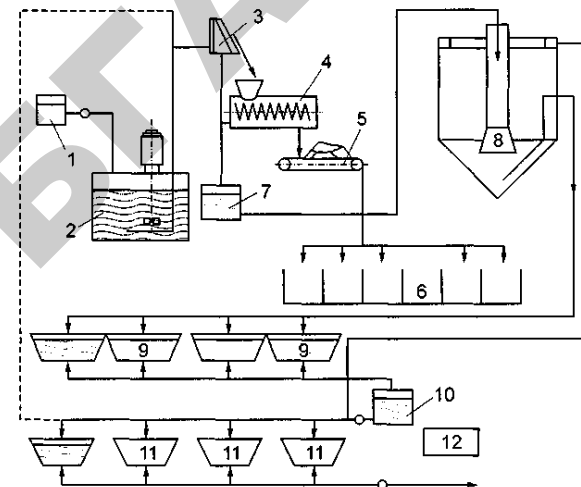


Рисунок 5.7. Схема подачи стоков на орошение:

- 1 – насосная станция; 2 – приемный резервуар; 3 – дуговое сито; 4 – пресс; 5 – транспортер ленточный; 6 – ферментационные емкости (или компостные установки); 7, 10 – промежуточные емкости; 8 – вертикальный отстойник; 9 – накопитель для осадка; 11 – накопители жидкой фракции; 12 – емкость для обеззараживания навоза химическими средствами

6. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ

6.1. Выбор технологической схемы накопления и использования удобрений

В зависимости от места хранения навоза, удаленности полей от навозохранилищ, машин, используемых на погрузке, транспортировке и внесении удобрений, и обеспеченности хозяйства этими машинами выбирают ту или иную технологические схемы: прямоточную «ферма – поле», перевалочную «ферма – бурт – поле».

При прямоточной технологии удобрения накапливаются в прифермском навозохранилище, транспортируются машинами от хранилища в поле и сразу вносятся.

При перевалочной технологии удобрения накапливаются в прифермских навозохранилищах, затем периодически вывозятся транспортными средствами в поле и укладываются в бурты (штабеля) для хранения до момента внесения в почву. В весенний период удобрения из буртов грузят в машины и вносят в почву.

Технологическая схема «ферма – поле» более экономична в том отношении, что позволяет исключить дополнительные операции формирования буртов на поле и вторичную погрузку удобрений из буртов при их внесении в почву. Она является экономичной, если расстояние перевозки для машин грузоподъемностью 5 т не превышает 2,5 км, 10 т – 3,5 км, 16 т – 4,4 км. Однако, при этом необходимо большое количество машин в наиболее напряженные периоды года, что не всегда может быть оправдано с точки зрения рационального использования техники и рабочей силы.

6.2. Выбор оптимального количества машин для использования удобрений

При любой технологии использования органических удобрений на производительность машин и себестоимость выполняемых работ влияют состав и расстановка средств механизации.

При транспортировке и внесении органических удобрений по прямоточной технологии количество машин для внесения n_{δ} определяется по формуле:

$$n_p = \frac{M}{D_p W_p t \tau_{cm}},$$

60

где M – масса навоза, подлежащего вывозке и внесению, т;
 D_{δ} – число рабочих дней периода вывозки и внесения;
 t – число часов работы в день, ч;
 W_{δ} – норма выработки разбрасывателя, т/ч;
 τ_{cm} – коэффициент использования времени смены.

Производительность разбрасывателя определяется по формуле:

$$W = \frac{\beta G \gamma}{l + \beta(t_n + t_b)},$$

где \mathcal{G} – средняя скорость агрегата, км/ч;
 β – коэффициент использования пробега;
 G – грузоподъемность разбрасывателя, т;
 γ – коэффициент использования грузоподъемности;
 l – радиус перевозки удобрений, км;
 t_i – время загрузки, ч;
 t_a – время внесения удобрений, ч.

Время погрузки определяется по формуле:

$$t_i = \frac{n_{\delta}}{n_{\delta}'},$$

где n_{δ} – необходимое количество разбрасывателей;

n_{δ}' – количество машин, бесперебойную работу которых может обеспечить один погрузчик.

Количество разбрасывателей, обеспечиваемых одним погрузчиком:

$$n_{\delta}' = 1 + \frac{W_i t_{\pm \delta}}{G},$$

где $t_{\pm, \delta}$ – время, затраченное на транспортировку (с грузом и без груза) и внесение удобрений, ч.

6.3. Охрана окружающей среды на комплексах и фермах и вокруг них

Действие животноводческих предприятий осуществляется непосредственно в природной среде и тесно связано с ней. На них накапливается значительное количество навоза, отходов боен, отходов силоса, кормовых и растительных отходов и даже трупов животных. Навоз – ценнейшее средство увеличения урожайности почвы, а при неправильной утилизации – огромнейшая сила, разрушающая природу.

Снизить загрязняющее влияние животноводческих комплексов на прилегающую к ним территорию возможно лишь за счет качественного проектирования технологии производства и застройки ферм. Для этого необходимо:

1) воздержаться от проектирования и строительства на территории республики комплексов по откорму крупного рогатого скота свыше 3...5 тыс. голов, свиноводческих – свыше 24...27 тысяч голов. Категорически отказаться от проектирования и строительства новых комплексов с гидросмывными системами навозоудаления;

2) значительно сократить общее число животных на ферме, в отдельных помещениях, секциях;

3) включить в технологию содержания животных принцип «все пусто» – «все занято» и профилактические перерывы (с целью постоянного поддержания на фермах высокой санитарной культуры);

4) проводить общие ветеринарно-санитарные мероприятия, способствующие снижению количества микрофлоры в помещениях ферм и предупреждения разноса их по прилегающей территории. Вокруг комплексов и на их территории создавать санитарно-защитные зеленые зоны;

5) максимально снижать расход воды на удаление навоза, переходить на широкое использование механических способов его удаления;

6) больше использовать в качестве подстилочного материала соломенную резку, позволяющую создать для животных теплое логово и значительно повысить удобрительные качества навоза. Для этого потребуется на каждой ферме строить цехи для его утилизации;

7) постоянно совершенствовать систему обеспечения микроклимата помещений, не допускать внутренней и внешней рециркуляции отработанного воздуха;

8) производственные группы животных любой формы размещать с соблюдением ветеринарно-санитарных разрывов. Между фермами, комплексами и населенными пунктами создавать санитарно-защитные зоны;

9) усилить гигиенический контроль качества проектирования, обязательно проводить комиссионную экологическую экспертизу проектов будущих ферм и комплексов.

Проектирование, строительство и эксплуатация животноводческих ферм и комплексов должны осуществляться с учетом действующих агротехнических, мелиоративных, санитарно-гигиенических и ветеринарных мероприятий. Это позволит обеспечить безопасность навоза в эпидемиологическом и эпизоотическом отношениях, уменьшить возможность загрязнения воздуха и распространения инфекций аэрогенным путем, а также создаст санитарно-защитные зоны и лесные полосы, своевременную запашку навоза при его внесении мобильным транспортом, внедрение дождеваль-ных машин с насадками и агрегатами для близкочувственного дождевания. Все это может значительно снизить интенсивность загрязнения атмосферного воздуха и распространение неприятных запахов и микроорганизмов.

Учебное издание

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
ПРОЦЕССОВ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ**

**ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ
И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА УБОРКИ
И УТИЛИЗАЦИИ НАВОЗА**

Пособие

Составители:

Кольга Дмитрий Федорович,
Сыманович Виктор Семенович,
Коновалов Сергей Петрович и др.

Ответственный за выпуск *Д.Ф. Кольга*
Редактор *Н.А. Антипович*
Компьютерная верстка *А.И. Стебуля*

Подписано в печать 19.12.2009 г. Формат 60×84¹/₁₆.
Бумага офсетная. Офсетная печать.
Усл. печ. л. 3,72. Уч.-изд. л. 2,9. Тираж 172 экз. Заказ 1158.

Издатель и полиграфическое исполнение: учреждение образования
«Белорусский государственный аграрный технический университет».

ЛИ № 02330/0131734 от 10.02.2006.

ЛП № 02330/0131656 от 02.02.2006.

Пр. Независимости, 99–2, 220023, Минск.