

**ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет**

**Институт механизации и технического сервиса**

Направление Агроинженерия

Профиль Технические системы в агробизнесе

Кафедра Машины и оборудование в агробизнесе

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

**на соискание квалификации (степени) «бакалавр»**

Тема: «Совершенствование технологии удаления навоза с разработкой  
конструкции скрепера»

Шифр ВКР 35.03.06.452.18.00.00.00 ПЗ

Студент	<u>2311 группы</u>	_____	<u>Вильданов 3.3.</u>
		подпись	Ф.И.О.

Руководитель	<u>ст. препод.</u>	_____	<u>Иванов Б.Л.</u>
	ученое звание	подпись	Ф.И.О.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите  
(протокол \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 2018 г.)

и.о.зав. кафедрой	<u>доцент</u>	_____	<u>Халиуллин Д.Т.</u>
	ученое звание	подпись	Ф.И.О.

**Казань – 2018 г.**

**ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет**

**Институт механизации и технического сервиса**

Кафедра Машины и оборудование в агробизнесе

Направление Агроинженерия

Профиль Технические системы в агробизнесе

«УТВЕРЖДАЮ»

Зав. кафедрой

\_\_\_\_\_/Халиуллин Д.Т./

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018 г.

**ЗАДАНИЕ**

**на выпускную квалификационную работу**

Студенту Вильданову З.З.

Тема ВКР «Совершенствование технологии удаления навоза с разработкой конструкции скрепера»

утверждена приказом по вузу от \_\_\_\_\_ 2018 г. № \_\_\_\_\_

2. Срок сдачи студентом законченной ВКР \_\_\_\_\_ 2018 г.

3. Исходные данные

1. Материалы преддипломной практики;
2. Научно-техническая и справочная литература
3. Патенты навозоуборочных средств.

4. Перечень подлежащих разработке вопросов

- 1 Анализ технологий удаления навоза;
2. Анализ существующих конструкций;
- 3 Разработка новой конструкции;
- 5 Безопасность и экологичность проекта;
- 6 Технико-экономический анализ проектируемых мероприятий.

## 5. Перечень графических материалов

1. План коровника на 200 голов.
2. Предлагаемая технологическая схема удаления навоза.
3. Классификационная схема средств для удаления навоза.
4. Обзор существующих конструкций машин для удаления навоза.
5. Конструктивный чертеж предлагаемой конструкции.
6. Рабочие чертежи предлагаемой конструкции.

## 6. Консультанты по ВКР

Раздел (подраздел)	Консультант
Безопасность жизнедеятельности	
Экономическое обоснование	
Конструктивная часть	

7. Дата выдачи задания \_\_\_\_\_ 2018 г.

## КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование этапов ВКР	Срок выполнения	Примечание
1	1 раздел		100%
2	2 раздел		100%
3	3 раздел		100%

Студент \_\_\_\_\_ /Вильданов 3.3./

Руководитель ВКР \_\_\_\_\_ /Иванов Б.Л./

## АННОТАЦИЯ

Работа состоит из пояснительной записки на \_\_\_\_\_ листах машинописного текста и графической части на 6 листах формата А1.

Записка состоит из введения, трех разделов, выводов и включает \_\_\_\_\_ рисунков, \_\_\_\_\_ таблицы. Список использованной литературы содержит \_\_\_\_\_ наименований.

Во введении обоснована актуальность темы проекта.

В первом разделе выполнен литературно-патентный обзор. Рассмотрены технологии удаления навоза из животноводческих ферм и комплексов. Проведен анализ технических решений существующих конструкций, выявлены недостатки конструкций. Поставлены цели и задачи проектирования.

Во втором разделе внедрена технологическая линия удаления навоза, произведен расчет технологический расчет, выбор машин и оборудования.

В третьем разделе разработана предлагаемая конструкция скрепера, проведен конструктивный расчет установки, разработаны правила безопасной и экологической эксплуатации, проведен технико-экономический расчет предлагаемой конструкции.

Записка завершается выводами и предложениями.

## **ABSTRACT**

The work consists of an explanatory note on sheets of typewritten text and graphic part on 6 sheets of A1 format.

The note consists of an introduction, three sections, conclusions and includes \_\_\_\_ pictures, \_\_\_\_ tables. The list of references contains \_\_\_\_ names.

The introduction substantiates the relevance of the project theme.

The first section contains a literary patent review. Technologies of manure removal from livestock farms and complexes are considered. The analysis of technical solutions of existing structures, identified design flaws. Goals and objectives of the design are set.

In the second section, the technological line of manure removal is introduced, the calculation of technological calculation, the choice of machines and equipment is made.

In the third section, the proposed design of the scraper was developed, a constructive calculation of the installation was carried out, the rules of safe and environmental operation were developed, the technical and economic calculation of the proposed design was carried out.

The note concludes with conclusions and proposals.

## СОДЕРЖАНИЕ

стр.

ВВЕДЕНИЕ .....	
1 ЛИТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНЫЙ ОБЗОР .....	
1.1 Обзор существующих технологий удаления навоза из животноводческих ферм и комплексов .....	
1.2 Обзор и анализ существующих конструкций для удаления навоза .....	
1.3 Цели и задачи проектирования .....	
2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	
2.1 Выбор и обоснование предлагаемой технологии удаления навоза .....	
2.2 Технологический расчет, выбор машин и оборудования и потребления электроэнергии .....	
2.3 Организационно-технические мероприятия по снижению уровня травматизма и по экологической защите окружающей среды на производстве .....	
3. КОНСТРУКТИВНАЯ ЧАСТЬ .....	
3.1 Выбор и обоснование предлагаемой конструкции для удаления навоза .....	
3.2 Конструктивный расчет скреперной установки .....	
3.3 Правила безопасной и экологической эксплуатации предлагаемой конструкции .....	
3.4 Физическая культура на производстве .....	
3.5 Расчет и обоснование технико-экономических показателей эффективности новой конструкции скреперной установки .....	
ВЫВОДЫ .....	
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ .....	
СПЕЦИФИКАЦИИ	
ПРИЛОЖЕНИЕ	

## ВВЕДЕНИЕ

Необходимость удовлетворения потребности населения страны в продуктах питания и промышленности в сырье на первый план объективно выдвигает задачу систематического повышения плодородия почв. Определяющим фактором в решении этой задачи является - научно-обоснованная система получения и использования органических удобрений.

Первым этапом формирования органических удобрений является получение и удаление навоза из животноводческих помещений. Эти процессы отличаются особой сложностью и трудоемкостью, зависящими от многих факторов, особенно в помещениях с большой концентрацией животных, и требуют безусловного совершенствования способов и средств уборки навоза, повышения эффективности их функционирования.

Важное значение имеет эффективное использование потенциальных возможностей применяемых самотечных систем. На основании исследований и опыта ученых в тесной связи производителями установлено, что в реальных условиях получают навоз влажностью 96 ... 98 % за счет разбавления водой в 2 ... 5 раз, вместо 90 ... 92 %, необходимой для оптимального функционирования систем. А это приводит к снижению качества навоза, увеличению трудо- и энергозатрат при его транспортировке, а так же переработке. Это объясняется следующими факторами: низкой технологической надежностью машин и оборудования удаления навоза, недостаточным обоснованием мощностей, нарушением режимов работы, низкой квалификацией обслуживающего персонала.

Применение мобильного транспорта для перемещения большого количества навоза приводит к значительным транспортным, энергетическим и трудовым затратам, потери 20 ... 30 % питательных веществ, нарушению экологии, использование же гидротранспорта, вследствие необоснованности существующих конструкций, параметров и режимов работы отдельных элементов и систем в целом - к неоправданным капитальным вложениям, в

том числе на строительство насосных станций, увеличению трудо- и энергозатрат.

Анализ исследований, выполненных рядом авторов показывает, что в настоящее время с помощью устройств, используемых для разделения промышленных отходов, а также разработанных для разделения жидкого навоза ни в одной машине (аппарате) не удастся получить фракции с регламентированной влажностью: твердой - меньше 75 % и жидкой - больше 98 %.

Причинами сложившейся ситуации являются: непостоянство влажности исходной массы (от 90 % до 98 %), жесткие требования к продуктам его разделения и необходимость обеспечения высокой производительности при обработке значительного объема навоза, несоответствие принципов действия машин физико-механическим свойствам навоза. Применяющиеся для разделения устройства сложны по конструкции, металлоемки, энергоемки, с низкими степенью и интенсивностью разделения и ненадежны в работе.

Используемые для очистки и обеззараживания жидкой фракции технологии и технические средства требуют больших затрат труда и энергии, расхода химических препаратов, конструктивно несовершенны и малоэффективны, что приводит к большим потерям массы и питательных веществ, к загрязнению окружающей среды.

При получении органических удобрений все технологические процессы рассматриваются в отрыве друг от друга, без учета изменений физико-механических и реологических свойств, количества и качества получаемого на предыдущем этапе продукта. Все это не позволяет обосновать номенклатуру технических средств, обеспечивающих реализацию последовательности процессов уборки, транспортировки и переработки в потоке, определение их технологических, конструктивных и режимных параметров.



Учитывая объективные обстоятельства, заключающиеся в сложности явлений, происходящих в бесподстилочном навозе, отсутствии достаточно точной количественной информации о физико-механических и реологических свойствах бесподстилочного навоза и изменении их во время протекания технологических процессов, необходимо рассматривать процессы уборки, транспортировки и переработки как сложную биотехнологическую систему, способствующую повышению эффективности функционирования процессов получения и переработки навоза в реальных условиях.

# 1 ЛИТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНЫЙ ОБЗОР

## 1.1 Обзор существующих технологий удаления навоза из животноводческих ферм и комплексов

В отрасли животноводства существует большое разнообразие технологий для удаления навоза из животноводческих.

В настоящее время большинство вновь строящихся и реконструируемых животноводческих комплексов применяют современные технологии жидкого навозоудаления, которые предполагают использование значительного количества воды на технологические, сантехнические и питьевые цели.

В результате работы систем жидкого навозоудаления на животноводческих комплексах образуются значительные объемы жидкого навоза.

А так как жидкий навоз является ценным органическим удобрением, то наиболее эффективным – является его использование на полях для экономии затрат на минеральные удобрения при выращивании культур.

Но сразу вносить навоз на поля запрещено нормами, поэтому повышение экономической рентабельности животноводства напрямую зависит от эффективности работы системы подготовки, хранения и внесения навоза в поля.

Так как использовать жидкий навоз в качестве органических удобрений на полях разрешается только в теплое время года, и после его выдерживания в накопителях (лагунах) в течение 8...12 месяцев – с целью обеззараживания и дегельминтизации, приходится нести существенные затраты на строительство навозонакопителей.

А так как неразделенный навоз уже спустя несколько часов сильно расслаивается – выпадает в осадок около 80% твердых составляющих.

Это происходит из-за того, что жидкий навоз – это смесь твердых составляющих и жидкости.

В связи с этим, обязательным условием является оснащение навозонакопителей мешалками для перемешивания донных осадков и плавающих корок, в противном случае откачать весь навоз из навозонакопителей не представляется возможным.

Если же производить откачку без перемешивания, в лагунах останется много твердой фракции, для удаления которой придется выполнять накопитель из бетона.

Навозонакопители с неразделенным навозом требуют больших затрат на интенсивное перемешивание:

Согласно действующим нормам, объем необходимых накопителей уменьшается в 1,5...2 раза в случае, если они используются для хранения только жидкой фракции, и перемешивание уже не требуется.

Именно поэтому разделение навоза на фракции: твердую и жидкую, является первичным и ключевым элементом экономически эффективной системы переработки и утилизации навоза (отходов животноводства), и обеспечит:

- удаление твердых составляющих, не заиливаются лагуны;
- уменьшит объем необходимых навозонакопителей в 1,5...2 раза;
- упростить технологию внесения;
- существенно снизит интенсивность запаха от навозонакопителей на 30% увеличится дальность перекачки шланговой системой.

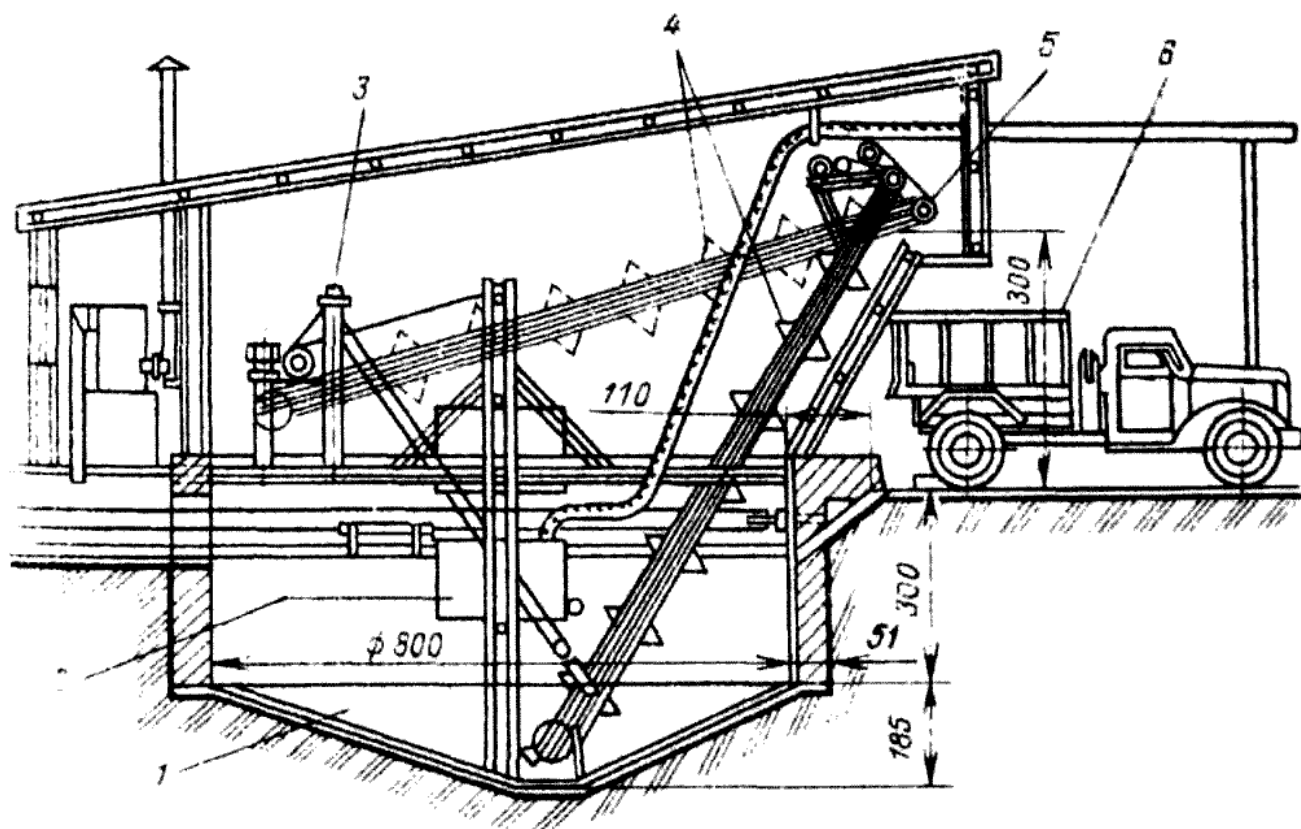
Наиболее распространены следующие. Навоз подается наклонным скребковым транспортером из помещения в кузов транспортного средства или перегружается на площадку, с которой затем удаляется бульдозером. В данном случае емкость транспортного средства и площадки выполняют роль навозосборника.

Сооружают специальные утепленные навозосборники вместимостью до суточного выхода навозной массы, которая перегружается в транспортные средства планчатым транспортером или ковшовым навозопогрузчиком НПК-35.

Навозопогрузчик ковшовый НПК-35 стационарный, его монтируют в бетонном навозосборнике (рисунок 1.1). С помощью тросового подъемника и лебедки его устанавливают в рабочее или поднимают в нерабочее положение.

Погрузчик состоит из рамы, ведущего и натяжного валов, цепей с ковшами, подвески и привода.

Работает транспортер так. При движении рабочей ветви снизу вверх ковши захватывают навозную массу и перемещаются. При переходе через верхние ведущие звездочки они опрокидываются, выгружая содержимое в направляющий рукав или лоток, по которому оно направляется в транспортное средство. Транспортер приводится в работу от электродвигателя через редуктор и цепную передачу. Наибольший угол наклона транспортера  $63^\circ$ , подача до 30 м/ч.



1 - навозосборник; 2 - насосная установка; 3 - лебедка; 4 - ковши транспортера; 5 - привод; 6 - автосамосвал.

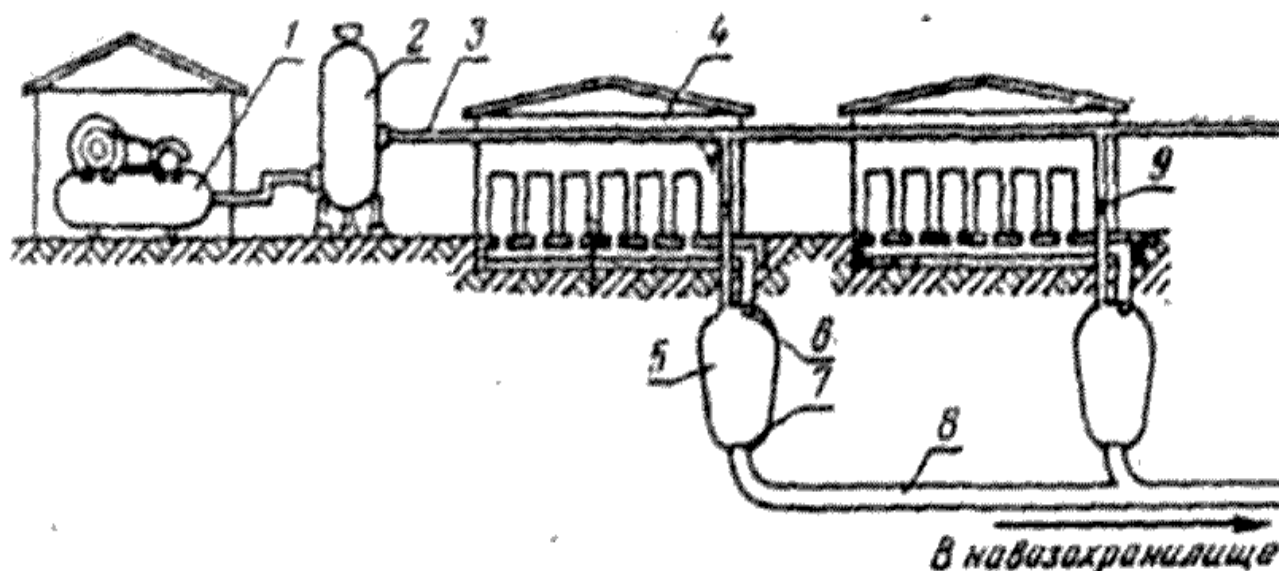
Рисунок 1.1 - Ковшовый навозопогрузчик НПК-35

Жидкий навоз выгружается из навозосборников с помощью пневмотранспортной установки УПН-15, вакуумированных цистерн шнекового насоса НЖН-200 и др.

Пневмоустановка УПН-15 состоит из навозосборника, распределителя потока навоза, управляемого пневмоцилиндром, компрессора с воздухохранилищем и системы трубопроводов. Установку комплектуют в четырех вариантах, предназначенных для ферм, включающих два, четыре, пять и шесть животноводческих помещений (рисунок 1.6).

При использовании пневмоустановки УПН-15 можно механизировать процесс подачи навоза влажностью 85% и выше в навозохранилище на расстояние до 500 м с полным исключением мобильных механизмов и ручного труда.

Навоз, поступающий от внутренних навозоуборочных транспортеров, попадает в навозосборник, который потом герметично закрывается. С помощью сжатого воздуха он подается через распределитель в навозопровод и далее в навозохранилище.



1 - компрессор; 2 - ресивер; 3 - воздухопровод; 4 - коровник; 5 - навозосборник; 6 - задвижка; 7 - клапан; 8 - трубопровод напорный; 9 - вентиль.

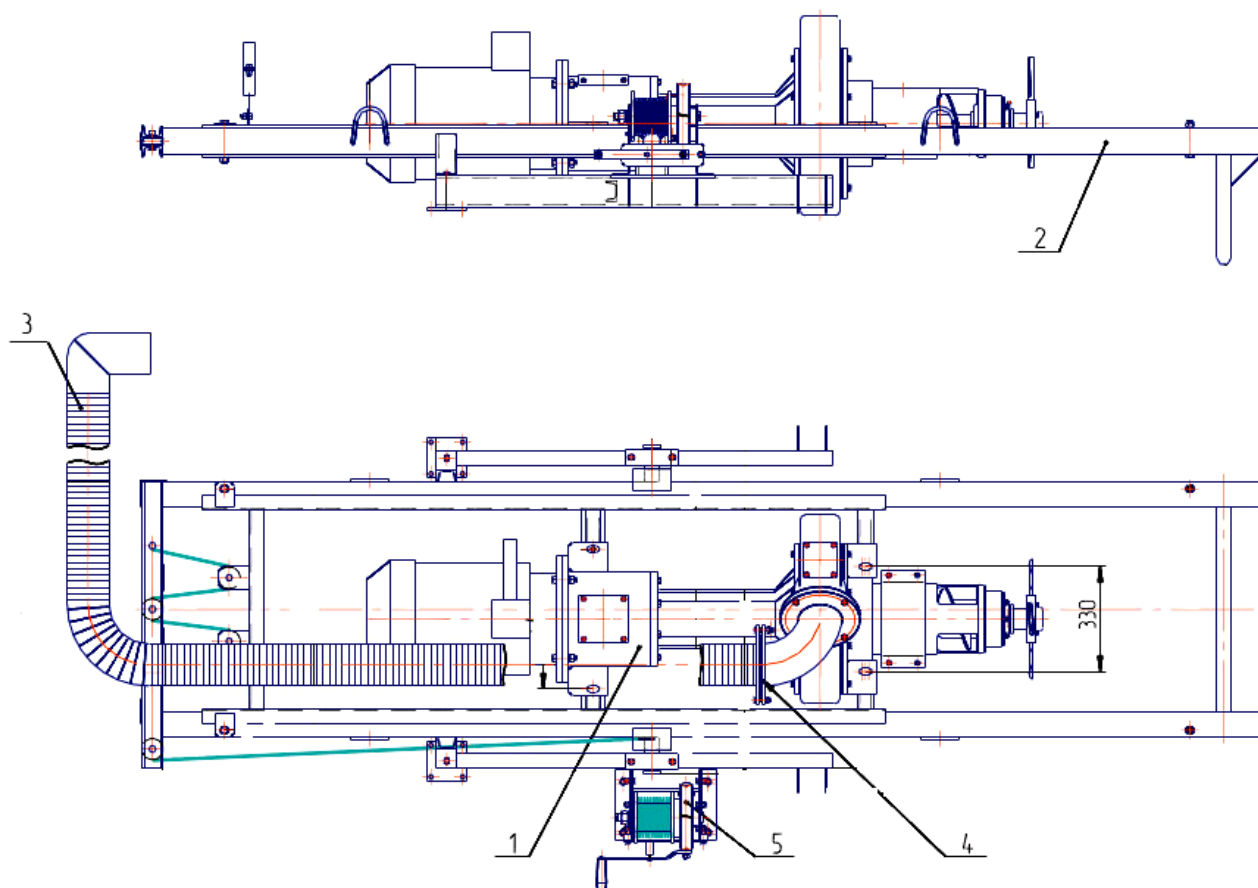
Рисунок 1.2 - Схема пневматической установки УПН-15

Распределитель потока навоза приводится в действие от пневмоцилиндра и обеспечивает надежную герметизацию навозопровода. Вместимость навозосборника 3 м, подача установки 15 т/ч.

Шнеково-центроежный насос НЖН-200А перемещает навоз в навозоприемниках, перекачивает жидкий навоз из навозосборников и навозохранилищ в транспортные средства и по трубопроводу.

Центробежный насос установлен на пневматических колесах, благодаря чему может перемещаться с помощью трактора или автомобиля. Рабочая часть насоса опускается и поднимается в навозоприемники посредством лебедки с электроприводом.

Конструктивная особенность насоса наличие двухступенчатого измельчителя оригинальной конструкции, обеспечивающего надежную работу даже при наличии кормовых остатков и подстилки в навозоприемнике.



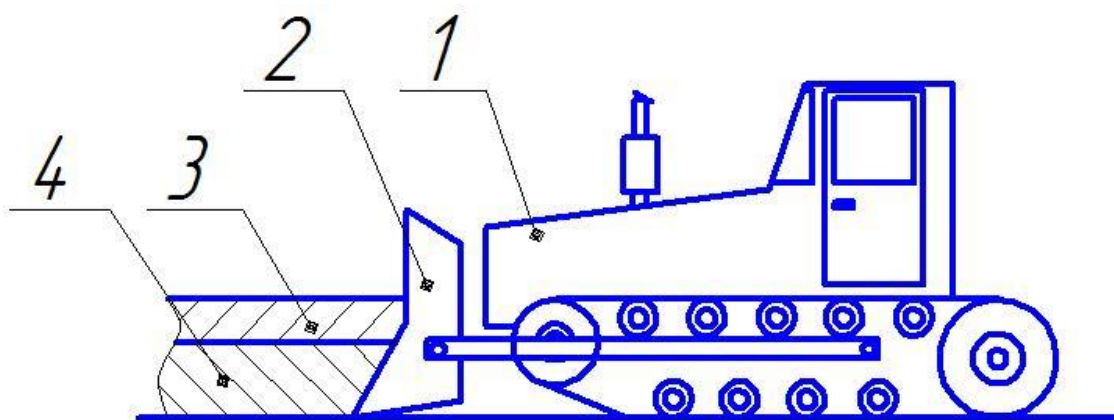
1 - насос; 2 - рама; 3 – рукав гофрированный; 4 - прокладка; 5 - лебедка; 7 - лебедка; 8 - салазки; 9 - трос; 10 - напорная труба; 11 - электродвигатель; 12 - колесный ход.

Рисунок 1.3 - Шнеково-центробежный насос НЖН-200А

Благодаря трехлопастной мешалке навоз перемешивается в навозоприемниках, предотвращая его расслаивание.

Различают следующие модификации насоса: стационарное исполнение – установлен на опорной раме, снабжен электроприводом; мобильное исполнение – навешен на трактор.

В настоящее время в хозяйствах чаще применяют бульдозеры типа Д-606. Эта схема (рисунок 1.4) мало эффективна, из-за невозможности равномерного перемешивания компоста.

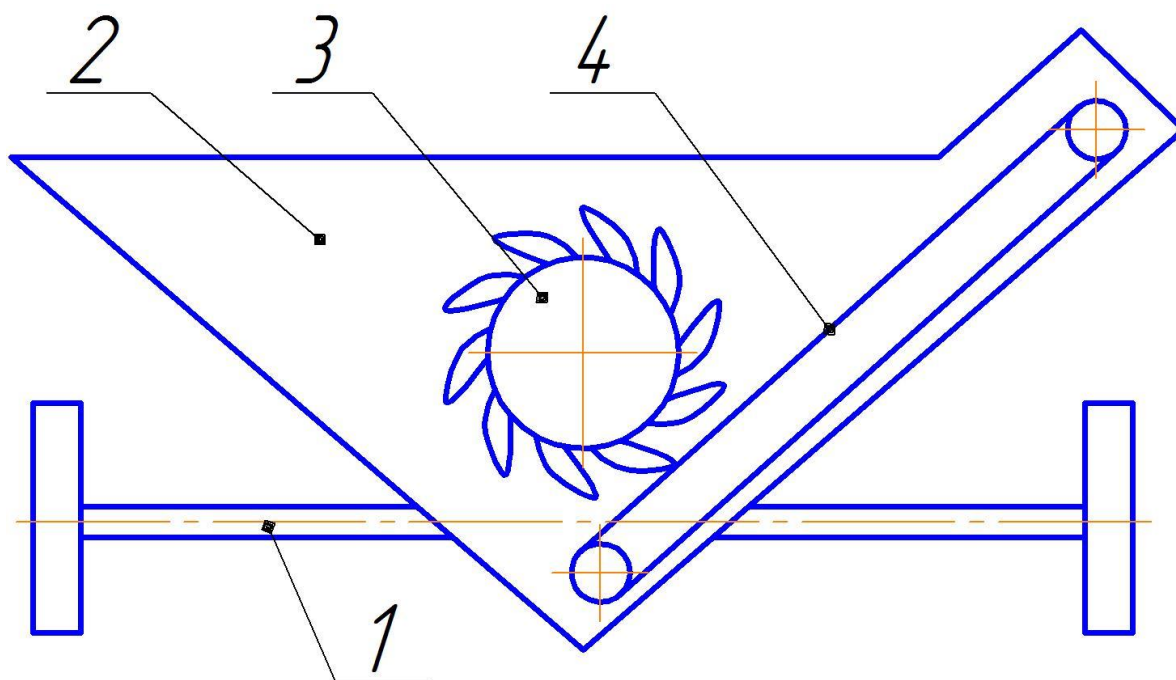


1 - трактор ДТ-75; 2 - ковш; 3 - навоз; 4 – торф.

Рисунок 1.4 - Схема бульдозера Д-606

Другая схема более совершенна. В нее прицепная машина для перемешивания компостов. В данную схему включен также тракторный погрузчик и бульдозер.

Машина для перемешивания компостов состоит из одноосной рамы, загрузочного бункера, смесительного барабана, выгрузного транспортера (рисунок 1.5).



1 - рама; 2 - бункер; 3 - смесительный барабан; 4 - выгрузной транспортер.

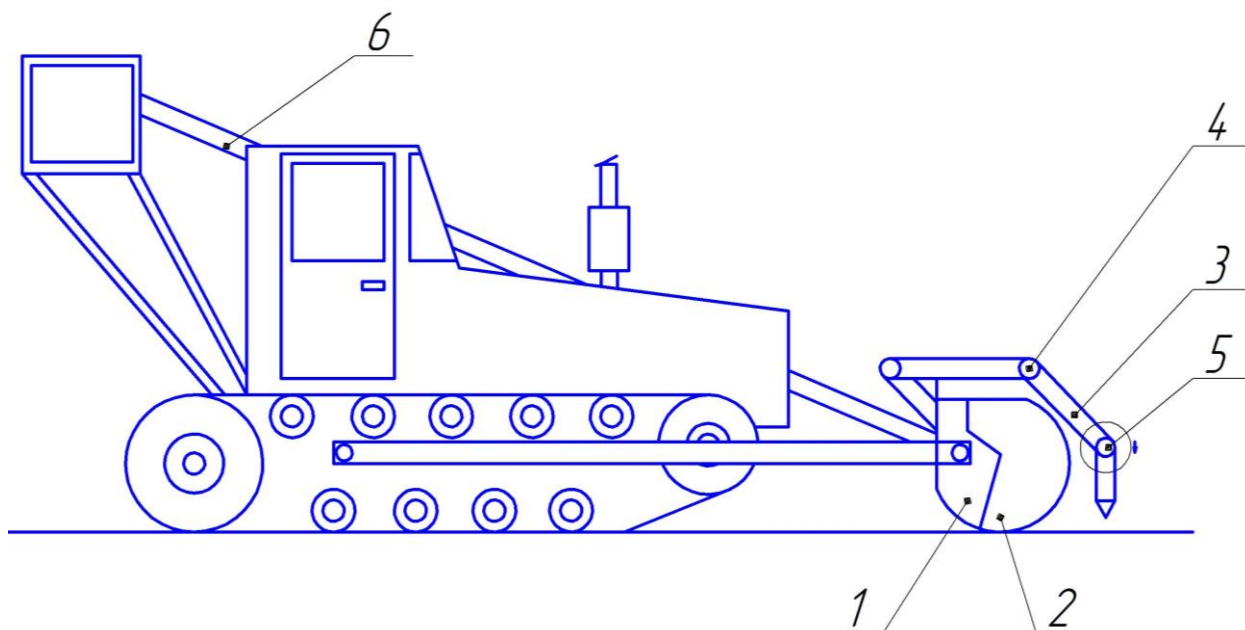
Рисунок 1.5 - Прицепная машина для приготовления компостов:

Погрузчиком загружают в бункер определенное количество необходимых компонентов. Затем их перемешивают смесительным барабаном, который приводится в движение от вала отбора мощности трактора. Одновременно с барабаном приводится в движение выгрузной транспортер. Поэтому одновременно с перемешиванием происходит и выгрузка компоста.

Данная машина по своим качествам превосходит бульдозер. Во-первых, перемешивание более качественное и полное. Во-вторых, высокая производительность машины. Но в свою очередь есть и недостатки. Для обеспечения высокой производительности приготовления компоста, к этой машине требуется погрузчик и бульдозер для выравнивания компостной массы. Это требует трудовых и энергозатрат. Следовательно, повышается и себестоимость приготовления компоста. Все это и затрудняет использование этих машин в условиях хозяйств.



Есть еще более перспективная машина для приготовления компоста – это погрузчик-смеситель (рисунок 1.6).



1 - ковш; 2 - смеситель; 3 - рама; 4 - привод; 5 - конечные датчики; 6 – транспортер.

Рисунок 1.6 - Схема погрузчика-смесителя

Навесное оборудование этой машины включает ковш, с расположенными в нем на горизонтальном валу смесителем фрезерно-роторного типа; измельчителем, выполненным в виде лап с ножами; транспортер для перемещения смеси в бурт или транспортное средство. На раме расположен дозатор, привод которого осуществляется от вала смесителя. Имеется гидроцилиндр для подъема рамы. Управление дозатором осуществляется с помощью конечных датчиков.

Погрузчик-смеситель, по сравнению с предыдущими машинами для приготовления компоста, более совершенен и требует меньших трудовых и энергозатрат. Тем самым снижается себестоимость произведенной продукции.

## **1.2 Обзор и анализ существующих конструкций для удаления навоза**

Для удаления навоза из помещений применяются большое разнообразие конструкций.

Механические средства для удаления навоза подразделяются на мобильные и стационарные [1].

Мобильные средства применяют в основном при беспривязном содержании животных. Навоз из помещения, где содержатся животные, удаляется один–два раза в год с помощью бульдозеров или погрузчика бульдозера ПФП–1,2, а с выгульных, кормовых и преддоильных площадок периодически трактором «Беларусь» с навесной бульдозерной установкой.

Стационарные средства делят на две группы [2]:

1. периодического действия – подвесные дороги, ручные тележки;
2. канатно-скребковые установки.

Скребковые транспортеры подразделяются на транспортеры кругового движения и возвратно-поступательного. Скребковые транспортеры кругового движения обеспечивают снижение затрат труда, но их недостатки – большая металлоемкость, значительное тяговое усилие в цепях, недостаточная надежность.

Скребковые транспортеры возвратно-поступательного движения обладают рядом преимуществ по сравнению с транспортерами кругового движения: навоз подается кратчайшим путем, повышается эксплуатационная надежность транспортера, в связи с отсутствием длинных цепей, жесткого соединения скребков, обеспечивается устойчивая надежность механизма [3].

К стационарным средствам относят скребковый транспортер ТСН–3Б, производительностью до 5,5 т/ч. Он состоит из горизонтального и наклонного транспортеров, которые могут работать независимо друг от друга; транспортер ТСН–160 подобен ТСН–3Б, но более надежен в работе, так как имеет круглозвенную цепь [4].

Скреперные установки ТС–1 производительностью до 10 т/ч надежны в работе с бесподстилочным навозом [5].

В некоторых случаях применяется скреперная установка УС–12, предназначенная для уборки бесподстилочного навоза из-под щелевых полов на свинофермах. Продавленный копытами животных навоз через щелевые полы падает на продольный навозный канал [7].

Существует также и гидравлический способ транспортирования навоза, основанный на перемещении его во взвешенном состоянии. Гидравлический транспортер прост по устройству, высокопроизводителен и обеспечивает максимальное сохранение азота в навозе и жиже [8].

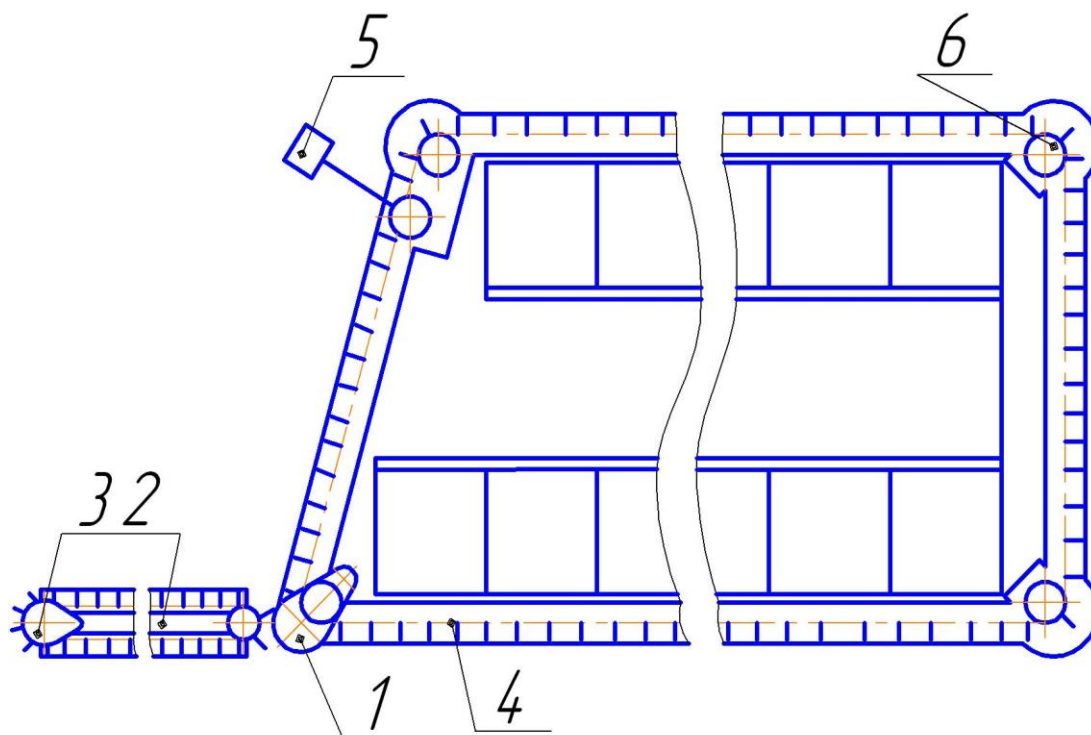
Применяются системы удаления навоза: прямого слива и транспортирования, рециркуляционная, лотково-отстойная и самотечная. Прямой слив применяют внутри животноводческих помещений и на выгульных площадках. Навоз удаляют струей воды, которая требует большого расхода. Влажность воздуха в помещении возрастает, что негативно сказывается на состоянии животных. При рециркуляционной системе вода для транспортирования навоза после отстаивания используется многократно [2].

Отстойная лотково-шиберная система удаления навоза предусматривает каналы вдоль стойл глубиной 0,6...0,7 м с уклоном 0,02 в сторону навозохранилища. Продольные и поперечные каналы при входе в навозохранилище закрываются шиберными заслонками, которые открываются при заполнении каналов, выпуская жидкий навоз в навозохранилище. Такая система особенно эффективна при бесподстилочном содержании животных [8].

Самотечная система применяется только при бесподстилочном содержании животных. Удаление основано на использовании вязко-пластичных свойств жидкого навоза и в результате самопередвижения смеси навоза и мочи. Самосплавная система обязательно включает самотечные продольные и поперечные каналы, которые примыкают к навозосборнику. У самотечных систем каналы рекомендуется прокладывать горизонтальными

или с обратным уклоном. Такой способ транспортирования навоза является самым дешевым.

Рассмотрим транспортёр скребковый ТСН-160Б (рисунок 1.7).



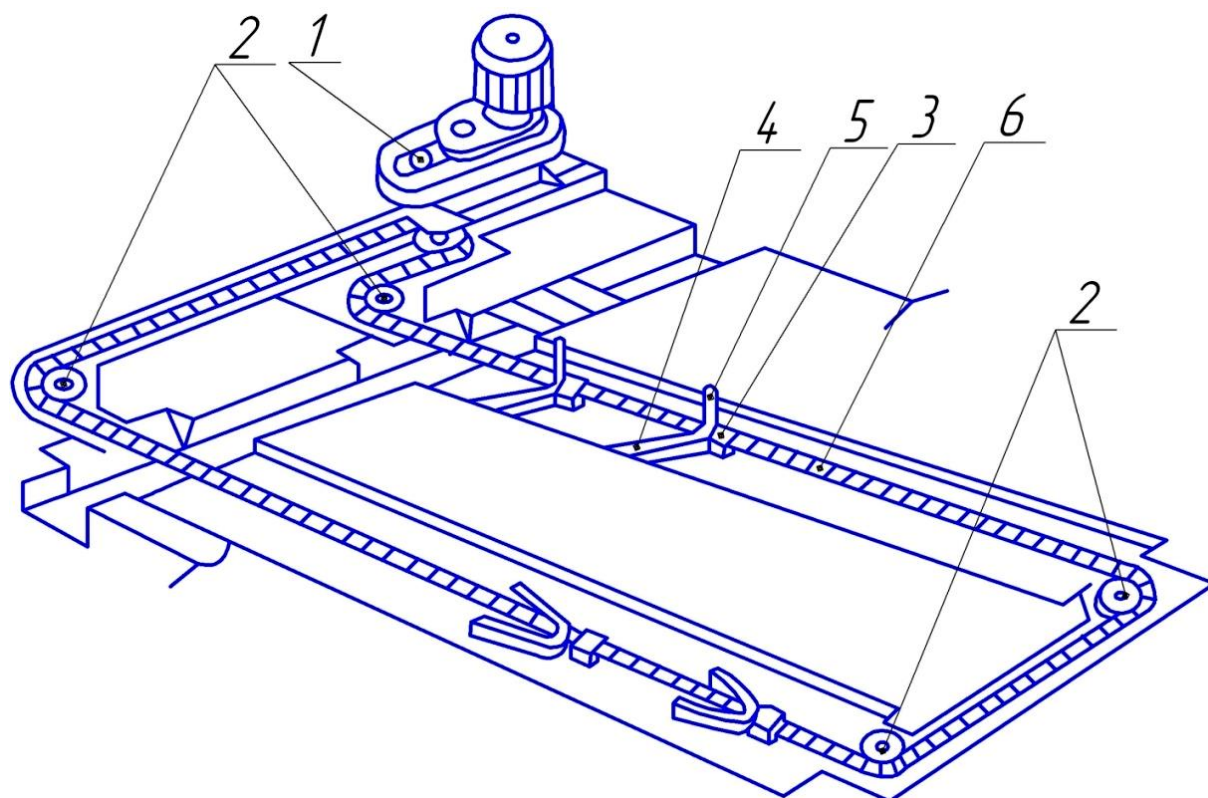
1, 3 – привод наклонного и горизонтального транспортера; 2, 4 – наклонный и горизонтальный транспортеры; 5, 6 – натяжное и поворотное устройства

Рисунок 1.7 – Схема скребкового навозоуборочного транспортера ТСН – 160

Тяговый орган установки – рабочий контур, состоящий из двух отрезков круглозвенной цепи, двух промежуточных штанг и четырех скреперов. Первый отрезок круглозвенной цепи соединяет два передних скрепера, связан с приводом установки и предназначен для передачи движения скреперам. Второй отрезок служит для соединения двух задних скреперов и огибания поворотных устройств. Каждая пара скреперов соединена промежуточными штангами. Посредством четырех скреперов (по два на каждый канал) навоз продвигается по продольному каналу и выталкивается в поперечный.

Установки работают в автоматическом режиме. При нажатии на кнопку «Вперед» в движение приводится рабочий контур. Перемещаясь по

навозному каналу, скребки раскрываются, захватывают находящийся в проходе навоз и подают его в сторону поперечного канала. В это время скреперы, расположенные в соседнем навозном проходе со сложенными скребками, совершают холостой ход в обратном направлении. При подходе переднего скрепера с навозом к люку сбрасывания в поперечный канал включается механизм реверсирования с помощью упора на круглозвенной цепи. Начинается обратное движение скреперов.



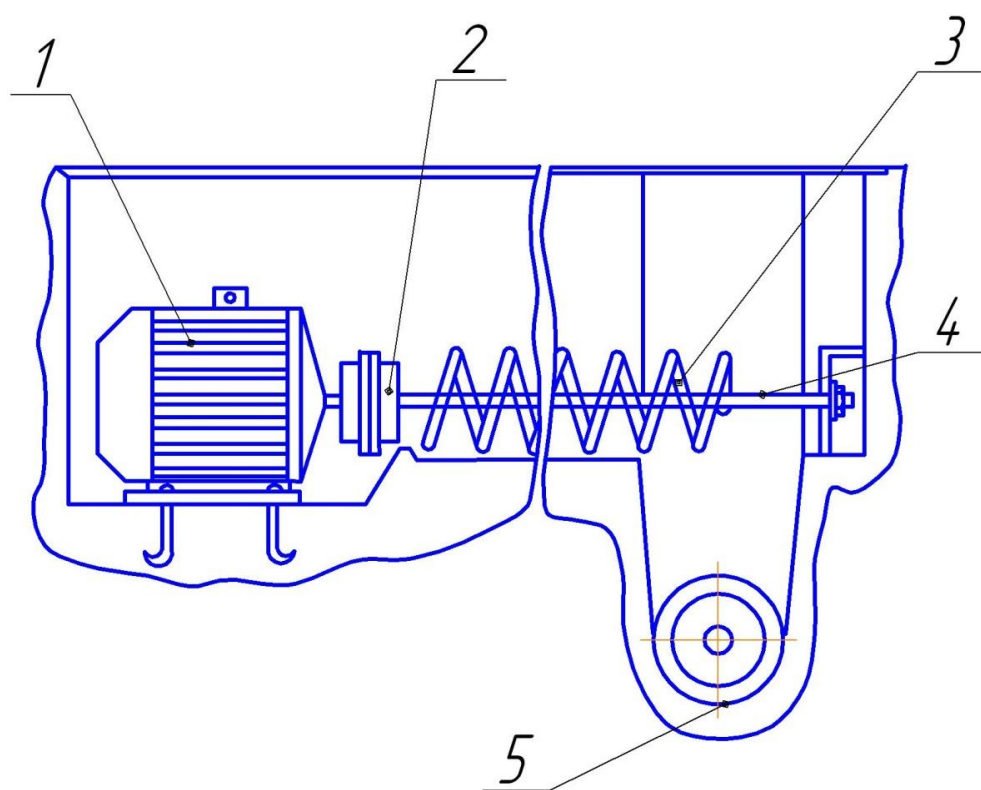
1 – привод; 2 – устройство поворотное; 3 – ползун; 4 – скрепер левый; 5 – скрепер правый; 6 – цепь

Рисунок 1.9 – Схема скреперной установки УС-Ф-170

При рабочем ходе передний скрепер (со стороны привода) сбрасывает навоз в поперечный канал, а задний подводит порцию только до середины навозного прохода. За счет разности хода скреперов они перекрывают один другого. При повторном рабочем ходе передний скрепер подбирает в середине прохода оставшийся навоз, а задний перемещается без него. Из поперечного канала навоз удаляется специальным поперечным навозоуборочным конвейером КНП-10.

Рассмотрим транспортер винтового типа. Данный транспортёр (рисунок 1.10) содержит перекрытый решеткой заглубленный навозосборный канал с расположенным в нем винтовым рабочим органом, выполненным в виде спирали 3 и установленной внутри нее оси 4, соединенным одним концом через муфту 2 с ведущим и ведомым дисками оси с приводом 1, расположенным в торцевом участке канала, а другим - с противоположным торцом канала [10].

Продольная ось 4 одним концом жестко закреплена в торце канала, а спираль 3 соединена с ведомым диском муфты 2 и установлена с возможностью вращения относительно продольной оси 4; при этом связанный с приводом 1 конец оси 4 соединен с ведомым диском муфты 2 посредством подшипниковой опоры.



1 – электродвигатель; 2 – муфта; 3 – спираль; 4 – продольная ось; 5 – поперечный транспортер

Рисунок 1.10 – Схема транспортера винтового типа:

Рассмотрим устройство для уборки навоза (патент № 2640827). Изобретение относится к сельскому хозяйству, в частности к устройствам для уборки навоза в животноводческих помещениях. Устройство содержит

установленный с возможностью возвратно-поступательного перемещения и связанный с тяговым органом рабочий орган.

Устройство работает следующим образом. Уборка навоза начинается от поперечного канала 6 со шнеком 7. По программе системы управления работой устройства включается верхний привод 2 левого продольного канала 5, при котором два барабана лебедки, вращаясь одновременно, начинают перемещать каретки 4 в сторону от поперечного 6 на запрограммированное расстояние от 1 до 2 длин кареток в зависимости от консистенции навоза и наполнения каналов 5, при этом происходит раскручивание нижнего привода 1 при отключенном электропитании. Таким образом происходит постоянное натяжение гибкого тягового органа 3.

Двигаясь в сторону от поперечного канала при возвратно-поступательном движении тягового органа 3, навозная масса направляется в полость каретки при помощи отгибов боковин и заборника 12, закрепленного на горизонтальной оси 11, совершать повороты. Под напором навозной массы передний скребок 14, закрепленный на горизонтальной оси 13, приподнимаясь пропускает порцию навоза до упора в задний скребок 15. При реверсировании по заданной программе включается нижний привод 1 и каретки одновременно начинают перемещаться к месту выгрузки - поперечному каналу 6, наталкиваясь задним скребком 15 на продольную штангу 16 с поворотным стоп-скребком 17. При дальнейшем реверсировании каретки начинают перемещаться от поперечного канала и стоп-скребок 17 останавливает движущую навозную массу, которая частично попадает в поперечный канал, а оставшаяся масса обратным ходом каретки сбрасывается тоже в тот же канал. Перемещение кареток продолжается на длину, равную первому перемещению из начального положения до забора навоза. Далее циклы повторяются с каждым последующим увеличением на одну длину первого перемещения. Таким образом происходит одновременная выгрузка навоза в поперечный канал, чем повышается производительность устройства.

### **1.3 Цели и задачи проектирования**

Исходя из всего вышеперечисленного, необходимо разработать и привести в действие следующий комплекс мер:

- разработать технологическую линию и конструкцию для удаления навоза;
- разработать мероприятия по улучшению техники безопасности на производстве, экологической безопасности при удалении навоза;
- определить экономическую эффективность предлагаемых мероприятий.



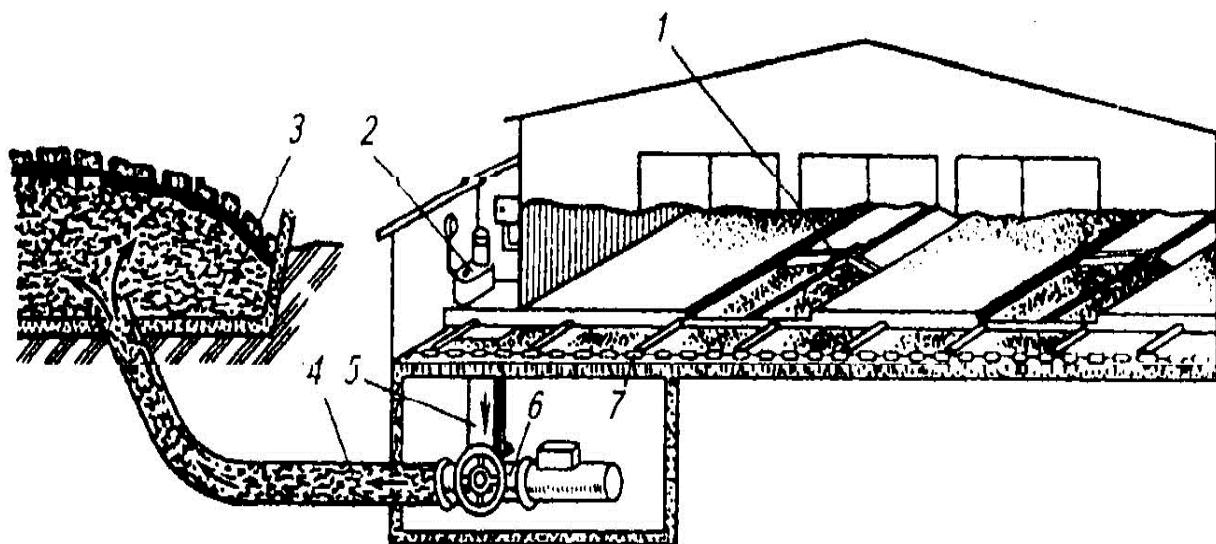
## 2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 2.1 Выбор и обоснование предлагаемой технологии удаления навоза

Предлагаемая технологическая схема удаления навоза из животноводческого помещения работает следующим образом: выгружаемая из помещения скребковыми транспортерами, скреперными установками или мобильными агрегатами (типа бульдозера) навозная масса подается на скребковый конвейер КНП-10, а с него – в приемную воронку установки УТН-10. Благодаря работе УТН-10, навоз подается по трубопроводу в навозохранилище.

Установка УТН-10 служит для транспортировки навоза любой консистенции (жидкого, полужидкого, подстилочного) от коровника в любых климатических условиях (при окружающей температуре от -40 до + 50 °С).

Основные сборочные единицы: поршневой насос, гидроприводная станция, навозопровод (трубопровод) и шкаф управления.



1 - скреперная установка УС-Ф-170; 2 - гидроприводная станция;  
3 - навозохранилище; 4 - навозопровод; 5 - загрузочная воронка; 6 - насос;  
7 - навозоуборочный конвейер КНП – 10.

Рисунок 2.4 - Технологическая схема установки УТН-10

Гидроприводная станция создает давление масла в гидросистеме и через исполнительные органы приводит в действие поршневой насос.

Работает установка так. Навоз под воздействием собственной массы и вакуума, создаваемого насосом, поступает в рабочую камеру. После ее заполнения клапан перекрывает окно загрузочной воронки и открывает нагнетательный клапан навозопровода. Поршень насоса, совершая рабочий ход, выталкивает навоз из рабочего цилиндра по навозопроводу в хранилище. Навозопровод проложен под землей ниже уровня промерзания.

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

Благодаря применению гидропривода, специального клапанного механизма, термообработанного и хромированного поршня и системы защиты от перегрузок достигают высокой надежности установки УТН-10 при работе в разных климатических условиях.

Заборная камера приводится в действие гидроцилиндром. При этом легко разрезаются солоmistые материалы, за счет чего обеспечивается надежная транспортировка подстилочного навоза по трубопроводу.

Подача навозной массы до 7...10 т/ч в специализированные места, которые называются лагунами, дальность транспортировки до 100 м.

У лагун для навоза немало очевидных преимуществ:

- Они являются эффективной по цене альтернативой модульным резервуарам для хранения навоза.
- В ландшафт лагуны встраиваются естественным путем.
- Благодаря их пленочному покрытию выделение аммиака сокращается, что увеличивает процент содержания в навозе азота на 12%.
- В лагуне навоз защищен от разжижения, чему способствует дождевая вода.
- Пленочное покрытие служит препятствием попаданию в почву навоза и, как следствие, загрязнению территории.

- Использование этой системы хранения навоза требует минимальных затрат.

Своевременная упаковка сырья в специализированные контейнеры для сбора навоза (навозохранилища позволяет решить вопрос воздействия на людей, либо животных вредных испарений от таких веществ, как аммиак, сероводород и других. Систематическое удаление навоза подобным образом позволяет создать благоприятные условия в помещениях, где содержится скот, а также, защитить окружающую среду от неблагоприятного воздействия.

Соблюдение норм сбора и хранения навоза позволяет в конечном итоге получить безопасное и богатое на полезные вещества органическое удобрение, которое высоко ценится в сфере животноводства.

## **2.2 Технологический расчет, выбор машин и оборудования**

### **2.2.1 Расчет линии удаления навоза**

Выход навозной массы на прямую зависит от типа или же способа содержания животных, вида и возраста, поголовья животных. Кроме этого выход навозной массы также зависит от продолжительности стойлового периода, типа кормления и др.

Произведем расчет времени работы навозоуборочного транспортера по формуле:

$$Q_{\text{ср сут}} = (q_{\text{э}} + q_{\text{м}} + q_{\text{в}} + \Pi) \cdot m, \quad (2.1)$$

где  $q_{\text{э}}$  – выделение экскрементов за одни сутки одним животным,

$q_{\text{э}} = (35 \dots 40)$  кг, принимаем  $q_{\text{э}} = 35$  кг [4];

$q_{\text{м}}$  – выделение мочи за одни сутки одним животным,  $q_{\text{м}} = (15 \dots 20)$  кг, принимаем  $q_{\text{м}} = 15$  кг [4];

$q_{\text{в}}$  – среднесуточный расход воды на смыв навоза от одного животного,

$q_{\text{в}} = 0$ , так как навоз убираем механическими средствами [4];

$\Pi$  – суточная норма постилки на одну голову,  $\Pi = (4 \dots 6)$  кг, принимаем  $\Pi = 5$  кг [4].

$$Q_{\text{ср.сут}} = (35 + 15 + 0 + 5) \cdot 200 = 11000 \text{ кг} = 11 \text{ т.}$$

Максимальный суточный выход навоза учитывается коэффициентом суточной неравномерности и находится из выражения:

$$Q_{\text{мах.сут.}} = Q_{\text{ср.сут.}} \cdot \alpha, \quad (2.2)$$

где  $\alpha$  – коэффициент суточной неравномерности удоя,  $\alpha = (1,5 \dots 2,5)$ ,  
принимая  $\alpha = 1,82$  [4, 6].

$$Q_{\text{сут.мах}} = 33 \cdot 1,82 = 60 \text{ т}$$

Суточное поступление навоза на ферме бывает неравномерным. Зоотехниками определено, что при двухразовом доении утром поступает 60 % суточного выхода навоза, а вечером 40%. Для подбора оборудования необходимо определить разовый выход навоза.

$$Q_{\text{раз}i} = Q_{\text{сут.мах}} \cdot \beta_i, \quad (2.3)$$

где  $\beta_i$  – коэффициент неравномерности поступления навоза в течении суток,  $\beta_1 = 0,6$  и  $\beta_2 = 0,4$  [4, 6].

$$Q_{\text{раз}1} = 60 \cdot 0,6 = 36 \text{ т,}$$

$$Q_{\text{раз}2} = 60 \cdot 0,4 = 24 \text{ т.}$$

Далее максимальную производительность поточной линии удаления навоза определяют по максимальной величине  $Q_{\text{раз}}$  т.е. в данном расчете по утренней  $Q_{\text{раз.1}}$ .

$$Q_{\text{ПТЛ макс}} = \frac{Q_{\text{раз}1}}{T_{\text{уб}}}, \quad (2.4)$$

где  $T_{\text{уб}}$  – время уборки навоза за один раз (зоотехнический норматив),  
 $T_{\text{уб}} = 1 \text{ ч}$  [4, 6].

$$Q_{\text{ПТЛ max}} = \frac{12}{1} = 12 \text{ т/ч.}$$

В последующих расчетах по максимальной производительности определяют необходимые параметры машин технологической линии, подбирают машины по каталогу (справочнику) и пересчитывают работу машин на фактическое время  $T_{\text{ф}}$  по формуле:

$$T_{\text{ф}} = \frac{Q_{\text{ПТЛ max (рас)}}}{Q_{\text{маш}}}, \quad (2.5)$$

где  $Q_{\text{ПТЛ max (рас)}}$  – максимальное расчетное количество продукта (навоза), подлежащего обработке (удалению) на поточной линии технологической линии (или машине), т;

$Q_{\text{маш}}$  – производительность машины, выбранной по каталогу (справочнику), т/ч.

Для данного расчета выбираем для удаления навоза 2 продольных транспортеров марки ТСГ – 250 и 1 поперечный транспортер марки УСН - 8. Следует иметь в виду, что в коровнике на 200 голов по технологической необходимости устанавливаются два продольных транспортера, а поперечный один. Поэтому нагрузка на один продольный транспортер в любую уборку будет в четыре раза меньше указанной ранее в расчетах.

$$Q_{\text{рази}} = \frac{Q_{\text{рази}}}{2 \cdot n}, \quad (2.6)$$

где  $n$ -кратность уборки навоза.

$$Q_{\text{раз.утро}} = \frac{12}{2 \cdot 2} = 3 \text{ т,}$$

$$Q_{\text{раз.вечер}} = \frac{8}{2 \cdot 2} = 2 \text{ т.}$$

Находим время необходимое на уборку навоза одного коровника:

$$T_{\phi 1} = \frac{3}{5,2} = 0,58 \text{ ч} \approx 35 \text{ мин.},$$

$$T_{\phi 2} = \frac{2}{5,2} = 0,38 \text{ ч} \approx 23 \text{ мин.}$$

Принимаем  $T_{\phi 1} = 40 \text{ мин.}$ , а  $T_{\phi 2} = 25 \text{ мин.}$

### 2.2.2 Энергетический расчет линии удаления навоза

Энергетический расчет проводим при условии, что все оборудование работает при оптимальной загрузке в указанное расчетное время. Расчет ведем по установленной мощности оборудования и расхода электроэнергии для всей линии.

$$P_{\text{общ}} = 2 \cdot P_{\text{пр.тр}} + 1 \cdot P_{\text{поп.тр}} + P_{\text{осв}}, \quad (2.7)$$

где  $P_{\text{общ}}$  – общая установленная мощность оборудования на линии удаления навоза, кВт;

$P_{\text{пр тр}}$  - установленная мощность продольного транспортера,

$$P_{\text{пр тр}} = 1,5 \text{ кВт};$$

$P_{\text{поп тр}}$  – установленная мощность поперечного транспортера,

$$P_{\text{поп тр}} = 2,2 \text{ кВт};$$

$P_{\text{осв}}$  – установленная мощность освещения, кВт.

Исходя из нормативов на освещение животноводческих помещений принимаем  $P_{\text{осв}} = 5,2 \text{ кВт}$  [18].

$$P_{\text{общ}} = 2 \cdot 1,5 + 1 \cdot 2,2 + 5,2 = 10,4 \text{ кВт.}$$

Расход энергии определится по формуле:

$$W_i = P_i \cdot t_i, \quad (2.8)$$

где  $W_i$  – количество потребляемой электроэнергии  $i$  - ой машиной, кВт·ч;

$P_i$  - мощность двигателя  $i$  - ой машины, кВт;

$t_i$  - время работы  $i$ -ой машины, ч.

Если машин в линии работает несколько, то расход электроэнергии определяется по формуле:

$$W_{\text{общ}} = \sum_{i=1}^n W_i = \sum_{i=1}^n P_i \cdot t_i, \quad (2.9)$$

$$W_{\text{общ}} = 2 \cdot P_{\text{пр тр}} \cdot t_{\text{пр тр}} + 1 \cdot P_{\text{поп тр}} \cdot t_{\text{поп тр}} + P_{\text{осв}} \cdot t_{\text{осв}},$$

где  $t_{\text{пр тр}}$  – время работы продольного транспортера за сутки, ч;

$t_{\text{поп тр}}$  – время работы поперечного транспортера за сутки.

Принимаем равным времени работы продольных транспортеров, т. е.  $T_{\phi 1} = 40$  мин.,  $T_{\phi 2} = 25$  мин.

$t_{\text{осв}}$  – время работы освещения за сутки. Время работы освещения принимаем исходя из условия, что освещение включается за 15 мин. до начала работы транспортеров и выключается через 15 мин. после окончания работы транспортеров.

$$W_{\text{общ}} = 2 \cdot 1,5 \cdot 1,08 + 1 \cdot 2,2 \cdot 1,08 + 10,4 \cdot (1,08 + 4 \cdot 0,25) = 27,25 \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

### 2.2.3 Подбор оборудования для транспортировки навоза от коровника

Для транспортировки навоза от коровника выбираем установку УТН-10.

Установка для транспортировки навоза УТН, предназначена для удаления навоза от животноводческих помещений в навозохранилище. Производительность данной установки 5,2 т/ч.

Для привода установки УТН берём электродвигатель мощностью 13 кВт.

## 2.3 Организационно-технические мероприятия по снижению уровня травматизма и по экологической защите окружающей среды на производстве

Для снижения уровня травматизма должны проводиться следующие мероприятия:

- в обязательном порядке проводить обучение рабочих безопасным приемам труда;
- осуществлять периодический контроль за качеством обучения и выполнением требований технической безопасности;
- обеспечивать своевременное расследование и учет несчастных случаев;
- назначить из числа должностных лиц ответственных за состояние и организацию работ по охране труда;
- закреплять технику персонально за водителями, временную передачу оформлять протоколом;
- обеспечивать рабочих средствами защиты и производить периодическую проверку их годности;
- ужесточить методы наказания за нарушение трудовой и производственной дисциплины;
- запрещать производить работы в случае возникновения травмоопасных и аварийных ситуаций;
- усовершенствовать технологические процессы путем внедрения новой и безопасной в эксплуатации техники и оборудования;
- осуществлять финансирование в области охраны труда для повышения безопасности трудового процесса;
- проводить периодический медицинский осмотр работников;
- проводить периодическую аттестацию электротехнического персонала.

Руководители обязаны не допускать применения труда женщин, лиц с ограниченной нетрудоспособностью и несовершеннолетних на тяжелых работах и работах, связанных с вредными и опасными условиями труда.

Следующей мерой для уменьшения травматизма является техническое обеспечение. Все агрегаты, машины, оборудование должны иметь исправные



средства пожаротушения, инструмент, инвентарь. Грузоподъемные и грузозахватные приспособления должны отвечать требованиям безопасности эксплуатации грузоподъемных механизмов.

Электроустановки должны быть заземлены и (или) занулены. Должны регулярно проводиться испытания контуров защитного заземления. Повреждения электроустановок должны устранять только электромонтеры. На территории предприятия необходимо иметь противопожарный водоем, вместимостью не менее 50 м<sup>3</sup>. Рабочие должны знать расположение средств пожаротушения и уметь ими пользоваться.

Сельскохозяйственное производство является источником загрязнения атмосферного воздуха. Известно, что воздух вокруг животноводческих комплексов отличается специфическим запахом и содержит аммиак в таких концентрациях, что вызывает даже гибель находящихся поблизости хвойных деревьев. Из атмосферы токсичные продукты попадают в водоемы и загрязняют их в радиусе до 15 км. от крупного животноводческого комплекса. Кроме того, размещение ферм и других животноводческих помещений поблизости или на берегах рек, прудов и озер приводит к их загрязнению. Сброс даже небольшого количества неочищенных навозосодержащих сточных вод вызывает массовые заморы рыбы и выводит водоемы из хозяйственного пользования [6].

Существующие в настоящее время многие животноводческие фермы или не имеют, или имеют, но устаревшие и малоэффективные очистные сооружения. Серьезной проблемой являются отходы животноводства – навоз и отходы от забоя сельскохозяйственных животных и птиц на бойнях. По подсчетам ученых, ферма на 200 тыс. коров ежегодно производит 60-70 тыс. тонн навоза. И здесь во весь рост встает вопрос о его хранении и утилизации.

В соответствие с природоохранным законодательством, навоз отнесен к отходам IV класса опасности, что требует особого порядка его складирования и хранения. Отдельные сельхозтоваропроизводители, не желая оформлять документы на землеотвод под полигон и, естественно,

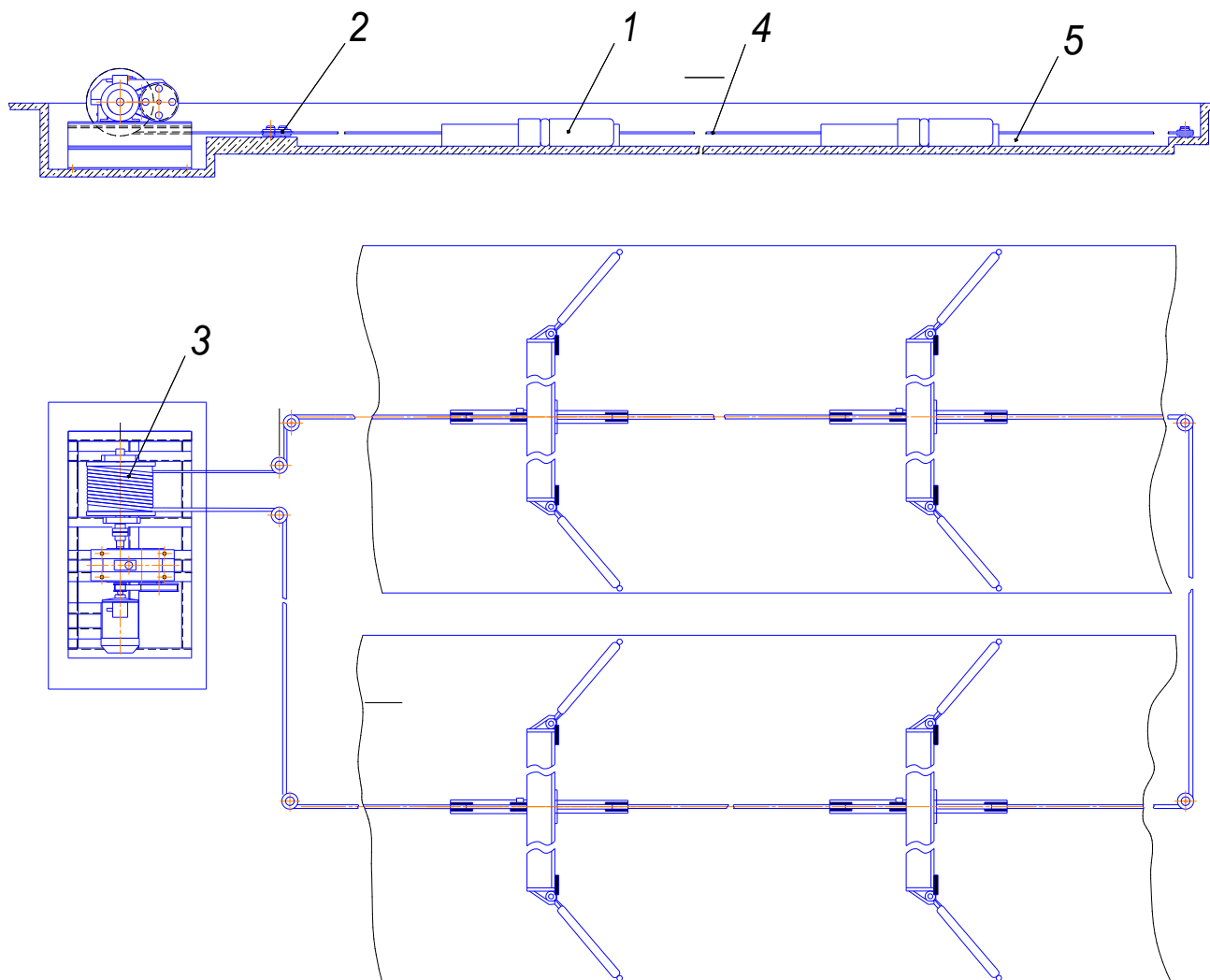
платить деньги за негативное воздействие на природную среду, продолжают разбрасывать навоз на поля (птицефабрика «Свердловская и др.) В результате вместо 300-400 тонн жидкой фракции на гектар вносится в два и более раз больше, что резко увеличивает в растениях концентрацию нитратов, калия, фосфора и т.д. Супервысокие дозы навоза загрязняют грунтовые воды и, соответственно, водные бассейны на десятки километров вокруг. Опасность навоза в том, что он может вызывать биологическое, химическое и механическое загрязнение. В одном грамме навоза может содержаться до 170 млн. шт. микроорганизмов, в том числе патогенных, вызывающих эпидемии и эпизоотии. Согласно данным ВОЗ, экскременты определены как фактор передачи более 100 видов различных возбудителей болезней животных, птиц, человека с большим сроком выживаемости. Кроме навоза в сельском хозяйстве продолжает существовать и такая проблема как скотомогильники, сегодняшние и старые со спорами сибирской язвы. Применение гербицидов и пестицидов с нарушением норм и технологий. Имеются, к сожалению, и другие факторы отрицательного воздействия сельскохозяйственного производства на окружающую природную среду и остро влияющие на здоровье и жизнь людей [8].

В охране окружающей среды важную роль играют службы контроля качества окружающей среды, призванные вести систематизированные наблюдения за состоянием атмосферы, воды и почв для получения фактических уровней загрязнения окружающей среды. Полученная информация о загрязнениях позволяет быстро выявлять причины повышения концентраций вредных веществ в окружающей среде и активно их устранять.

### 3. КОНСТРУКТИВНАЯ ЧАСТЬ

#### 3.1 Выбор и обоснование предлагаемой конструкции для удаления навоза

Конструкторская разработка заключается в изготовлении скреперной установки (рисунок 3.1) и приводной станции, которая, в свою очередь, состоит из рамы, электродвигателя, клиноременной передачи, редуктора, фланцевой муфты и барабана.



1 – скребок; 2 – поворотное устройство; 3 – привод ТСГ 300.100; 4 – трос;  
5 – проход.

Рисунок 3.1 – Предлагаемая конструкция скреперной установки

Дельта-скрепер предназначен для уборки навоза крупного рогатого скота из открытых навозных проходов при беспривязном боксовом содержании скота. Скрепер комплектуется четырьмя рабочими органами, что позволяет осуществить выгрузку навоза как из торца, так и середины помещения. Соединение цепи осуществляется с помощью соединительных звеньев, что исключает применение сварки при сборке и изменении длины цепи в процессе эксплуатации

Основными достоинствами данной станции является:

- возможность максимального размещения стойл в животноводческом помещении, так как по конструктивным особенностям приводная станция не занимает отдельного места в контуре транспортера;
- вертикальное направление рабочей и холостой ветвей цепи у приводной звездочки исключает возможность схода с нее цепи при недопустимом ослаблении натяжения цепного контура вследствие человеческого фактора;
- монтаж приводной станции осуществляется на нулевом высотном уровне при помощи анкеров цангового типа, что существенно облегчает монтажные работы, поскольку не требуется никаких дополнительных бетонных работ;
- при исполнении приводной станции углового и обратного типа станция дополнительно выполняет функцию поворотного устройства, что избавляет покупателя от приобретения одного поворотного устройства и дополнительных монтажных работ;
- наличие ременной передачи от электродвигателя к редуктору является дополнительным звеном защиты при аварийной ситуации и обеспечивает бесшумность работы привода;
- электродвигатель и редуктор находятся высоко от пола, поэтому всегда находятся в чистоте, что благоприятно для обслуживания.

## 3.2 Конструктивный расчет скреперной установки

### 3.2.1 Определение потребляемой мощности привода.

Потребляемую мощность  $P_{\text{вых}}$  привода (мощность на перемещение транспортера) определяют по формуле:

$$P_{\text{вых}} = F_t \cdot V, \text{ кВт} \quad (3.1)$$

где  $F_t$  - паспортное номинальное тяговое усилие перемещения скреперов и навозной массы, кН.  $F_t = 16,5$  кН

$V$  – скорость движения транспортера, м/с. По паспортным данным  $V = 0,085$  м/с [12].

$$P_{\text{вых}} = 16,5 \cdot 0,085 = 1,4 \text{ кВт}.$$

Определение потребной мощности электродвигателя:

$$P_{\text{э}} = \frac{P_{\text{вых}}}{\eta_{\text{общ}}}, \quad (3.2)$$

где  $\eta_{\text{общ}}$  - общий КПД привода, определяемый как произведение КПД отдельных передач и муфт.

$$\eta_{\text{общ}} = \eta_1 \cdot (2 \cdot \eta_2) \cdot \eta_3. \quad (3.3)$$

где  $\eta_1$ -КПД ременной передачи.  $\eta_1 = 0,98$  [12].

$\eta_2$ -КПД зубчатых передач.  $\eta_2 = 0,97$  [12].

$\eta_3$  -КПД муфты.  $\eta_3 = 0,98$  [12].

$$\eta_{\text{общ}} = 0,98 \cdot (2 \cdot 0,97) \cdot 0,98 = 0,90.$$

Тогда мощность электродвигателя:

$$P_{\text{э}} = \frac{1,4}{0,9} = 1,5 \text{ кВт}.$$

Определение предполагаемой частоты вращения вала электродвигателя

Каждому значению номинальной мощности соответствует не один, а несколько типов электродвигателя с различными синхронными частотами вращения: 3000, 1500, 750 мин<sup>-1</sup>. С увеличением быстроходности электродвигателя снижается его масса и стоимость. Однако с увеличением

частоты вращения вала электродвигателя растет передаточное отношение привода. А так как передаточные числа отдельных передач имеют оптимальные значения, то реализовать большое передаточное отношение не всегда возможно. Поэтому, задаваясь рекомендуемыми значениями передаточных чисел, необходимо определить предполагаемую частоту вращения и по ней выбрать подходящий электродвигатель:

$$n_9 = n_8 \cdot u_1 \cdot u_2 \cdot u_3 \cdot \dots,$$

где  $u_1, u_2, u_3$  - рекомендуемые значения передаточных чисел передач привода;

$n_8$  - частота вращения приводного вала,  $\text{мин}^{-1}$ ;

$n_9$  - предполагаемая частота вращения вала электродвигателя,  $\text{мин}^{-1}$ .

Частота вращения приводного вала для скреперного транспортера определяется по следующей зависимости:

$$n_d = \frac{60 \cdot V}{\pi \cdot D_d}, \quad (3.4)$$

$$n_8 = \frac{60 \cdot 0,085}{3,14 \cdot 0,27} = 6 \text{ мин}^{-1};$$

По найденным значениям мощности  $P_9$  и частоты вращения вала  $n_9$  выбирают электродвигатель. При выборе электродвигателя допускается его перегрузка до 5...8% при постоянной нагрузке и до 10...12% - при переменной нагрузке.

По найденным значениям выбираем электродвигатель АИС 90L4/750 ТУ 16-525.564-84 с параметрами: мощность – 1,5 кВт, частота – 750  $\text{мин}^{-1}$ .

Для данного электродвигателя выбираем двухступенчатый редуктор Ц2У – 100 с параметрами: момент на выходном валу – 315 Н м, передаточное отношение – 40.

### 3.2.2 Расчет шпоночных соединений.

Шпоночные соединения нагружаются в основном вращающим моментом. Соединение шпонками ненапряженное. Оно требует изготовления вала и отверстия с большой точностью. Момент передается с вала на ступицу боковыми узкими гранями шпонки. При этом на них возникают напряжения сжатия  $\sigma_{ом}$ , а в продольном сечении шпонки – напряжения среза  $\tau$ .

Для упрощения расчета допускают, что шпонка врезана в вал на половину своей высоты, напряжения  $\sigma_{ом}$  распределяются равномерно по высоте и длине шпонки, а плечо равнодействующей этих напряжений равно  $\sim d/2$ . Рассматривая равновесие вала или ступицы при этих допущениях, получаем условия прочности в виде.

У стандартных шпонок размеры  $b$  и  $h$  подобраны так, что нагрузку соединения ограничивают не напряжения среза, а напряжения сжатия.

Расчет шпоночного соединения муфты с валом.

Для передачи крутящего момента  $T = 315 \text{ Н}\cdot\text{м}$  на вал  $d = 35 \text{ мм}$  применяем призматическую шпонку.

Шпонка 10x8x3,2 ГОСТ 23360 – 78

Рабочая длина шпонки:

$$l_p = l - b, \quad (3.5)$$

$$l_p = 50 - 10 = 40 \text{ мм}.$$

Проверяем шпоночное соединение на смятие:

$$\sigma_{см} = \frac{2 \cdot T}{d(h - t_1)l_p} \leq [\sigma_{см}], \quad (3.6)$$

где  $[\sigma_{см}]$  – допускаемое напряжение смятия,  $[\sigma_{см}] = 74,87 \text{ МПа}$  [12].

$$\sigma_{см} = \frac{2 \cdot 47 \cdot 10^3}{35(8 - 3,3) \cdot 40} = 14,3 \text{ МПа}.$$

$\sigma_{см} = 14,3 \text{ МПа} < [\sigma_{см}] = 74,87 \text{ МПа}$  - условие смятия соблюдается.

### 3.2.3 Выбор муфты.

Муфту подбирают по расчетному моменту и диаметру вала:

$$T_p = T_n \cdot \kappa \leq T_{табл}, \quad (3.7)$$

где  $T_n$  – наиболее длительно действующий момент, Н·м;

$\kappa$  – коэффициент динамичности,  $\kappa = 1,5$ ;

$T_{табл}$  – табличное значение передаваемого момента.

Для соединения вала электродвигателя с валом редуктора используем фланцевую муфту:

$$T_p = 315 \cdot 1,5 = 472,5 \text{ Н·м.}$$

Принимаем фланцевую муфту 630-35-1-У3 ГОСТ 20761-80:  $D_p = 35 \text{ мм}$ ;  
 $d_{вала} = 30 \text{ мм}$ ;  $T_n = 630 \text{ Н·м}$ .

## **3.3 Правила безопасной и экологической эксплуатации предлагаемой конструкции**

3.3.1 Мероприятия по технике безопасности на рабочем месте при обслуживании навозоуборочного оборудования

### Общие требования безопасности

К работе в качестве слесаря по обслуживанию навозоуборочного агрегата допускаются лица не моложе шестнадцати лет, прошедшие медицинское освидетельствование, специальное обучение и инструктаж по технике безопасности.

Рабочие должны обеспечиваться спецодеждой и спецобувью.

Электрооборудование должно иметь заземление и зануление.

Агрегат устанавливают в соответствии с проектом, размещают на фундаменте на анкерных болтах.

Рабочее место должно быть освещено, а помещение иметь вентиляцию в соответствии с требованиями СНиП.

Защитные ограждения должны быть исправными откидными или легко съёмными.



Регулировать, ремонтировать и смазывать механизмы агрегата только при полной остановке агрегата и выключенном общем рубильнике с обязательным вывешиванием таблички «Не включать - работают люди».

Пусковые кнопки, рубильники должны быть установлены без возможности самопроизвольного включения.

Электроаппаратура шкафа управления и все механизмы должны быть заземлены согласно «Правил устройства электроустановок».

Должен быть обеспечен свободный доступ ко всем механизмам агрегата, загромождение проходов не допускается.

Необходимо наличие средств пожаротушения и пожарного водоснабжение в непосредственной близости от агрегата.

Категорически запрещается применение открытого огня и курение вблизи агрегата.

Персонал, обслуживающий агрегат должен знать приемы оказания первой медицинской помощи при механическом повреждении и поражении электрическим током.

Требования безопасности перед началом работы необходимо убедиться в исправности оборудования и должны быть выполнены следующие операции:

- убедиться в отсутствии посторонних предметов в транспортёре;
- убедиться в том, что все ограждения находятся на местах в исправном состоянии и надёжно закреплены;
- проверить и при необходимости подтянуть приводную цепь и крепежные изделия;
- пробным включением убедиться в работоспособности агрегата;

Требования безопасности во время работы должны соблюдаться следующие требования:

- периодически осуществлять контроль за работой агрегата;
- немедленно останавливать агрегат при повышенном шуме, стуке и вибрациях;

Требования безопасности при аварии должны соблюдаться следующие требования:

- обеспечить немедленное отключение всех агрегатов;
- в случае травмы оказать первую медицинскую помощь пострадавшему;
- при возникновении очага возгорания приступить к его тушению первичными средствами;
- сообщить о случившемся руководству предприятия и в отдел охраны труда.

Требования безопасности по окончании работы очистить рабочее место, инструмент, приспособления и оборудование; выключить силовые электроустановки.

Аптечка и противопожарное оборудование должно находиться в легкодоступном месте.

Обслуживающий персонал агрегата обязан проходить инструктаж по технике безопасности один раз в шесть месяцев, а проверку знаний - раз в год.

### 3.3.2 Экологическое описание конструкторской разработки

В проекте предложена конструкторская разработка, которая предназначена для удаления навоза с ферм КРС. Её отличие от прототипа дано в таблице 3.1. Ниже представлена самостоятельная экологическая экспертиза данной конструкторской разработки.

*1 этап – изготовление машины.* На этом этапе жизненного цикла идёт добыча природных ресурсов, их транспортировка, выплавка деталей и сборка машины. При добыче природных ресурсов идёт истощение недр земли и загрязнение окружающей среды т.к. при добыче ресурсов используется очень мощная техника.

Добыча полезных ископаемых сопровождается существенным изменением окружающей природной среды из-за создания отвалов, терриконов, карьеров, загрязнения воздуха, воды, почвы. Отвалы образуются

из пустой породы, которую поднимают из недр вместе с рудой и углем и после сортировки сваливают вблизи шахт и штолен. Порода, сложенная в терриконы и содержащая остатки каменного угля, часто самовозгорается. Поэтом терриконы дымят в течение многих лет, дополнительно загрязняя окружающую среду. Когда месторождения разрабатывают открытым способом, в карьерах, вынутые породы покрывают большие площади плодородных земель, занятых ранее полями, лугами, лесами.

После выплавки металл подвергают обработке, в результате чего образуются большие объемы металлической стружки, которая требует утилизации и повторной переработки. Таким образом, при изготовлении новой приводной станции необходимо следить за правильной утилизацией остатков металлов и других компонентов.

Таблица 3.1 – Отличие конструкторской разработки от прототипа

Различия	Конструкторская разработка	Прототип
Металлоёмкость	Уменьшение количества черных и цветных металлов за счет современного двигателя и применения композитных материалов. Масса разработки 110 кг из них масса цветных металлов составляет 6кг	Более металлоёмок, так как имеет устаревшую систему конструкции и привод. Масса прототипа 120кг из них масса цветных металлов составляет 10кг

Таким образом, при изготовлении новой приводной станции мы уменьшаем потребление природных ресурсов и как следствие уменьшаем их добычу.

*2 этап – эксплуатация машины.* Известно, что уборка навоза предполагает значительные затраты труда. Применение новой приводной станции позволяет полностью механизировать процесс удаления навоза, а так же не требует постоянного контроля за работой со стороны обслуживающего персонала. При применении данного способа удаления навоза, разработанного в данном дипломном проекте, имеет место низкий уровень шума, издаваемый установкой при работе, что благоприятно как для человека, так и для животных.

Диапазон воспринимаемых человеческим ухом звуков составляет 0...130 дБ; при 131 дБ и выше в ушах возникают болевые ощущения. Шумы вызывают сердечно-сосудистые, желудочно-кишечные, нервные заболевания, нарушение сна, потери слуха.

Уменьшить уровень шума можно за счет повышения уровня шумоизоляции помещения и максимального озеленение, т.к. растения обладают исключительной способностью задерживать и поглощать значительную часть звуковой энергии.

Привод разрабатываемой установки осуществляется от вала электродвигателя АИС 90L4. Потребляемая мощность 1,5 кВт.

Электродвигатель излучает электромагнитные потоки, которые оказывают неблагоприятное воздействие, как на человека так и на животных.

*3 этап – утилизация машины.* После списания объекта с производства (полное исчерпание рабочего ресурса) его необходимо безопасно и правильно утилизировать. Так как машина в основном собрана из черных и цветных металлов (сталь, алюминиевые и бронзовые сплавы), ее необходимо направлять в качестве лома на повторную переработку.

С применением новой технологии потребление природных ресурсов значительно падает, а большинство составных частей приводной станции могут использоваться как запасные части, снижаются загрязнения природной среды.

### **3.4 Физическая культура на производстве**

Физическая культура на производстве – важный фактор ускорения и увеличения производительности труда.

С учётом преобладания умственного или физического труда и его тяжести специалисты подразделяются на 2 группы: водители самоходных агрегатов и машин (шофёры, трактористы) и специалисты стационарных установок (мотористы, слесари, электрификаторы). Поэтому работа одних связана с управлением транспорта, с большой психофизической нагрузкой, а других – со сложной координацией движения и работой в непростых условиях (на высоте, в узких помещениях). Это требует выносливости, силы отдельных мышц, специальной координации движений. Занятия по физической культуре для операторов кормоприготовительного цеха должны включать следующие виды спорта: гиревой спорт, армспорт, борьбу, гимнастика, спортивные игры и другие виды спорта.

### **3.5 Расчет и обоснование технико-экономических показателей эффективности новой конструкции скреперной установки**

Применение скреперных установок дает существенный экономический эффект, поскольку значительно снижает эксплуатационные затраты. При выборе варианта уборки навоза решающим является экономическая эффективность. Она определяется размером капитальных вложений, эксплуатационными расходами.

В настоящее время на комплексе КРС на части дворов навоз удаляется транспортером ТСН–3Б с погрузкой в транспортный прицеп с транспортировкой до 2 км.

В проектируемой системе уборки навоза, удаление его осуществляется скреперной установкой ТСГ-250, гидротранспортером УТН-10 по трубопроводу в навозохранилище.

Экономический анализ проводим путем сравнения базовой линии удаления навоза и проектируемой. В расчетах используем текущие цены.

Таблица 3.2 - Техничко-экономических характеристики конструкций и их сравнение.

№п /п	Показатели	ГБН-100	Предлагаемая конструкция
1	Масса, кг	460	340
2	Балансовая стоимость, руб.	75 000	55 000
8	Годовая загрузка, ч	1640	1640
9	Производительность, т/ч	5	7,5

Определяем энергоёмкость процесса из выражения:

$$\mathfrak{Z}_e = \frac{N_e}{W}, \quad (3.8)$$

где  $N_e$  - потребляемая мощность, кВт;

$W$  - часовая производительность, т/ч.

$$\mathfrak{Z}_e' = \frac{N_e}{W} = \frac{5,5}{7,5} = 0,85 \text{ кВт} \cdot \text{ч/т} ;$$

$$\mathfrak{Z}_e = \frac{N_e}{W} = \frac{14,3}{5} = 2,86 \text{ кВт} \cdot \text{ч/т} ;$$

Металлоёмкость процесса из выражения:

$$G_e = \frac{G}{W \cdot T_{год} \cdot T_{сл}}, \quad (3.9)$$

где  $G$  - масса конструкции, кг;

$T_{год}$  - годовая загрузка, ч;

$T_{сл}$  - срок службы, лет.

$$G_e' = \frac{430}{7,5 \cdot 850 \cdot 10} = 0,009 \text{ кг/т} ;$$

$$G_e = \frac{940}{5 \cdot 850 \cdot 8} = 0,027 \text{ кг/т} ;$$

Фондоемкость находим из выражения:

$$F_e = \frac{C_{\bar{o}}}{W \cdot T_{\text{год}}}, \quad (3.10)$$

где  $C_{\bar{o}}$  - балансовая стоимость, руб.

$$F'_e = \frac{55000}{7,5 \cdot 850} = 11,76 \text{ руб/т};$$

$$F_e = \frac{75000}{5 \cdot 850} = 17,64 \text{ руб/т};$$

Себестоимость определяем из выражения:

$$S = C_{\text{ЗП}} + C_{\text{Э}} + C_{\text{РТО}} + A, \quad (3.11)$$

где  $C_{\text{ЗП}}$  - затраты на заработную плату, руб/т;

$C_{\text{Э}}$  – затраты на электроэнергию, руб/т;

$C_{\text{РТО}}$  – затраты на ремонт и ТО, руб/т;

$A$  – амортизационные отчисления, руб/т.

$$C_{\text{ЗП}} = z \cdot T_e, \quad (3.12)$$

где  $z$  - часовая тарифная ставка, руб/чел·ч

$$T_e = \frac{n_p}{W}$$

где  $n_p$  - количество рабочих, чел.

$$T'_e = \frac{1}{5,5} = 0,18 \text{ чел} \cdot \text{ч/т};$$

$$T_e = \frac{1}{5} = 0,2 \text{ чел} \cdot \text{ч/т};$$

$$C'_{\text{ЗП}} = 0,18 \cdot 10 = 1,8 \text{ руб/т};$$

$$C_{\text{ЗП}} = 0,2 \cdot 10 = 2 \text{ руб/т};$$

$$C_{\text{Э}} = \text{Ц}_{\text{Э}} \cdot \text{Э}_{\text{е}}, \quad (3.13)$$

где  $\text{Ц}_{\text{Э}}$  – цена электроэнергии отпускная  $\text{Ц}_{\text{Э}} = 2,5$  руб/кВт·ч.

$$C_{\text{Э}}^1 = 2,5 \cdot 1 = 2,5 \text{ руб/т};$$

$$C_{\text{Э}} = 2,5 \cdot 2,86 = 18,4 \text{ руб/т};$$

$$C_{\text{pmo}} = \frac{C_{\text{б}} \cdot H_{\text{pmo}}}{100 \cdot W \cdot T_{\text{год}}}, \quad (3.14)$$

где  $H_{\text{pmo}}$  – суммарная норма затрат на ремонт и ТО,  $H = 13$  %.

$$C'_{\text{pmo}} = \frac{55000 \cdot 13}{100 \cdot 7,5 \cdot 850} = 1,52 \text{ руб/т};$$

$$C_{\text{pmo}} = \frac{75000 \cdot 13}{100 \cdot 5 \cdot 850} = 2,29 \text{ руб/т};$$

$$A = \frac{C_{\text{б}} \cdot a}{100 \cdot W \cdot T_{\text{год}}}, \quad (3.15)$$

где  $a$  – норма амортизации;

$$A' = \frac{55000 \cdot 16,6}{100 \cdot 5,5 \cdot 850} = 1,95 \text{ руб/т};$$

$$A = \frac{75000 \cdot 16,6}{100 \cdot 5 \cdot 850} = 2,95 \text{ руб/т};$$

Себестоимость определяется из выражения:

$$S^1 = 1,8 + 0,82 + 1,52 + 1,95 = 6,09 \text{ руб/т};$$

$$S = 2 + 2,34 + 2,29 + 2,95 = 9,58 \text{ руб/т};$$

Приведенные затраты определяем из выражения:

$$C_{\text{прив}} = S + E_{\text{н}} \cdot k = S + E_{\text{н}} \cdot F_{\text{е}}, \quad (3.16)$$



где  $E_H$  - нормативный коэффициент эффективности капиталовложений = 0,15.

$$C'_{прив} = 6,09 + 0,15 \cdot 11,76 = 7,854 \text{ руб/т};$$

$$C_{прив} = 9,58 + 0,15 \cdot 17,64 = 12,226 \text{ руб/т};$$

Годовая экономия находится из выражения:

$$\mathcal{E}_{год} = (S - S') \cdot W_1 \cdot T_{год}, \quad (3.17)$$

$$\mathcal{E}_{год} = (9,58 - 6,09) \cdot 5,5 \cdot 850 = 16315 \text{ руб};$$

Годовой экономический эффект определяем из выражения:

$$E_{год} = (C_{прив} - C'_{прив}) \cdot W_1 \cdot T_{год} \quad (3.18)$$

$$E_{год} = (12,226 - 7,854) \cdot 5,5 \cdot 850 = 20439 \text{ руб};$$

Срок окупаемости конструкции определяем из выражения:

$$T_{ок} = \frac{C_б}{\mathcal{E}_{год}}, \quad (3.19)$$

$$T_{ок} = \frac{55000}{16315} = 3 \text{ года}$$

Коэффициент эффективности капитальных вложений находим из выражения:

$$E_{эф} = \frac{1}{T_{ок}}, \quad (3.20)$$

$$E_{эф} = \frac{1}{3} = 0,3$$

Таким образом, применение новой конструкции скреперной установки и приводной станции позволит существенно повысить производительность труда, снизить металло- и энергоемкость процесса.

Годовой экономический эффект от внедрения составит около 20439 тыс.руб. при внедрении одной предлагаемой конструкции.

Таблица 3.3 – Сравнительные технико-экономические показатели эффективности конструкции.

<b>№</b>	<b>Наименование показателей</b>	<b>Ед. измер.</b>	<b>Базовой (исходной)</b>	<b>Проектируемой</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
1.	Часовая производительность	т/ч	50	85
2.	Фондоёмкость процесса	руб/т	17,64	11,76
3.	Энергоёмкость процесса	кВт/т	0,85	2,86
4.	Металлоёмкость процесса	кг/т	0,027	0,009
5.	Трудоёмкость процесса	ч-ч/т	0, 2	0, 18
6.	Уровень эксплуатационных затрат	руб/т	0,2	0,18
7.	Уровень приведённых затрат	руб/т	12,22	7,85
8.	Годовая экономия	руб	-	16315
9.	Годовой экономический эффект	руб	-	20439
10.	Срок окупаемости капитала вложений	лет	-	3
11.	Коэффициент эффективности капитальных вложений	-		0,3

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Уборка навоза на животноводческих фермах остается одной из самых сложнейших операций в животноводстве. В настоящей выпускной квалификационной работе в качестве конструкторской разработки предложена приводная станция для скреперной установки ТСГ-250. За счет внедрения конструкторской разработки расчетный годовой экономический эффект по сравнению с прототипом составит 20439 руб., что позволит разработке окупиться менее чем за один год. Таким образом для хозяйства весьма целесообразно внедрение данного проекта в производственный процесс. Модернизация машины позволит снизить энерго- и металлоемкость применяемого оборудования.