

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ.
КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ**

*Рекомендовано Учебно-методическим объединением по аграрному
техническому образованию в качестве учебно-методического пособия
для студентов учреждений высшего образования по специальности
1-74 06 07 Управление охраной труда в сельском хозяйстве*

Минск
БГАТУ
2018

УДК 658.345(07)
ББК 65.246я7
П80

Составители:

заведующий кафедрой кандидат технических наук, доцент *В. Г. Андруш*,
доцент кафедры кандидат технических наук, доцент *Т. В. Молош*,
доцент кафедры кандидат технических наук *Л. Т. Ткачева*,
доцент кафедры кандидат технических наук *Т. П. Кот*,
старший преподаватель *О. В. Абметко*

Рецензенты:

кафедра «Безопасность жизнедеятельности»
УО «Белорусский государственный технологический университет»
(заведующий кафедрой доктор сельскохозяйственных наук, профессор *В. Н. Босак*);
кандидат технических наук, доцент кафедры «Охрана труда»
УО «Белорусский национальный технический университет» *Л. П. Филянович*

Производственная безопасность. Курсовое проектирование : учебно-методическое
П80 пособие / сост.: В. Г. Андруш [и др.]. – Минск : БГАТУ, 2018. – 168 с.
ISBN 978-985-519-896-4.

Учебно-методическое пособие служит руководством к выполнению курсового проекта по дисциплине «Производственная безопасность» и содержит требования к ее тематике, структуре и содержанию. Изложены методика выполнения основной части курсового проекта, требования к оформлению пояснительной записки и графической части проекта. В приложении приведены необходимые справочные данные, примеры выполнения типовых вариантов расчетов и заданий.

Для студентов, обучающихся по специальности 1-74 06 07 Управление охраной труда в сельском хозяйстве, очной и заочной форм обучения.

УДК 658.345(07)
ББК 65.246я7

ISBN 978-985-519-896-4

© БГАТУ, 2018

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1 ЦЕЛЬ, ЗАДАЧИ И ТЕМАТИКА КУРСОВОГО ПРОЕКТА.....	6
2 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА.....	9
2.1 Содержание пояснительной записки.....	9
2.2 Графическая часть курсового проекта.....	12
3 МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ ОСНОВНОЙ ЧАСТИ КУРСОВОГО ПРОЕКТА.....	13
3.1 Характеристика производственного процесса.....	13
3.2 Организационно-технические мероприятия по обеспечению производственной безопасности.....	14
3.3 Разработка инженерно-технических мероприятий по обеспечению производственной безопасности объекта проектирования.....	15
3.3.1 Расчет границ опасных зон и ограждений.....	16
3.3.2 Расположение защитных устройств с учетом скоростей приближения частей тела человека.....	18
3.3.3 Расчет предохранительных клапанов.....	21
3.3.4 Расчет теоретического остановочного пути сельскохозяйственного агрегата.....	23
3.3.5 Расчет и меры по снижению выбросов загрязняющих веществ животноводства в окружающую среду.....	25
3.3.6 Молниезащита сельскохозяйственных объектов.....	48
3.3.7 Расчет показателей взрывоопасности (расчетное и допустимое избыточное давление взрыва) производственных помещений.....	56
4 ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА.....	66
4.1 Оформление листов пояснительной записки.....	66
4.2 Структура и обозначение проектной документации.....	67
4.3 Правила построения текстового материала.....	68
4.4 Изложение текста пояснительной записки.....	69
4.5 Оформление графической части курсового проекта.....	74
Список рекомендуемой литературы.....	79
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	80
Приложение А Пример оформления титульного листа пояснительной записки.....	81
Приложении Б Задание по курсовому проектированию.....	82
Приложение В Пример оформления ведомости проектной документации.....	84
Приложение Г Пример оформления содержания и примерный состав рассматриваемых вопросов.....	85
Приложение Д Пример оформления списка использованных источников....	86

Приложение Е Примеры выполнения листов графической части.....	88
Приложение Ж Примеры расчета границ опасных зон и ограждений.....	93
Приложение И Примеры расчета теоретического остаточного пути сельскохозяйственного агрегата.....	94
Приложение К Примеры расположения защитных устройств с учетом скоростей приближения частей тела человека.....	95
Приложение Л Примеры расчетов выбросов загрязняющих веществ животноводства в окружающую среду.....	97
Приложение М Примеры расчетов по молниезащите сельскохозяйственных объектов.....	111
Приложение Н Примеры расчетов предохранительных клапанов.....	121
Приложение П Расчетная проверка эффективности зануления электрооборудования.....	125
Образец выполнения курсовой работы.....	129

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в условиях оснащённости предприятий агропромышленного комплекса, как и других отраслей народного хозяйства, высокотехнологичным оборудованием требуется уделять повышенное внимание обеспечению безопасности производственных процессов. От неудовлетворительного состояния дел в сфере безопасности труда государство ежегодно несет большие человеческие и материальные потери. Обеспечение безопасности производства – одна из составляющих национальной безопасности страны.

Курсовое проектирование по дисциплине «Производственная безопасность» является одним из завершающих этапов подготовки инженеров в БГАТУ по специальности «Управление охраной труда в сельском хозяйстве». Учебно-методическое пособие по курсовому проектированию разработано на основе Государственного образовательного стандарта подготовки специалиста для специальности «Управление охраной труда в сельском хозяйстве».

В курсовом проекте студент должен показать способность к квалифицированной деятельности на основе системного подхода, уметь ставить цели и формулировать задачи, связанные с реализацией своих профессиональных компетенций. В пособии приводятся вопросы организации курсового проектирования, а также порядок оформления пояснительной записки и графической части курсового проекта в соответствии с требованиями нормативной документации.

Приведенные в пособии структура и содержание отдельных разделов курсового проекта, а также примеры инженерно-технических расчетов отражают основные вопросы изучаемой студентами дисциплины «Производственная безопасность», позволяют выполнить разработку в области анализа состояния производственной безопасности и условий труда и на этой основе предложить инженерно-технические мероприятия по обеспечению охраны труда.

Данное пособие отвечает основным целям и задачам курсового проектирования – демонстрации студентом применения накопленных знаний, практических навыков и умений для использования современных методов исследований, способности выполнять технические и графические работы по обеспечению безопасности производственных процессов в сельском хозяйстве.

1 ЦЕЛЬ, ЗАДАЧИ И ТЕМАТИКА КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Цель курсовой работы – демонстрация студентом творческого применения накопленных знаний и навыков, необходимых для самостоятельной практической деятельности.

Задачи курсовой работы:

- систематизация и закрепление теоретических знаний и практических навыков студентов по специальности и применение этих знаний при решении конкретных технических и технологических задач;
- приобретение опыта самостоятельной работы и овладение методикой исследования и экспериментирования при решении разрабатываемых в проекте вопросов;
- выяснение подготовленности студентов к самостоятельной работе в условиях современного производства.

При работе над проектом студент должен показать умение пользоваться современными методами исследований, способность выполнять технические, графические работы, применять передовые достижения науки и техники.

Разрабатываемые в курсовом проекте вопросы должны соответствовать тематике будущего дипломного проекта в целях обеспечения процесса сквозного проектирования.

Тематика курсовых проектов должна быть актуальной, соответствовать современному состоянию и перспективам развития науки и техники, соответствовать задачам, изложенным выше. Курсовые проекты по дисциплине «Производственная безопасность» должны быть посвящены различным аспектам безопасности жизнедеятельности на производстве:

- обеспечению безопасности производственных процессов на животноводческих объектах;
- обеспечению безопасности производственных процессов на объектах растениеводства;
- обеспечению безопасности производственных процессов при переработке сельскохозяйственной продукции;
- обеспечению безопасности в технологических процессах ремонтного производства;
- обеспечению электробезопасности на сельскохозяйственных объектах.

Примерная тематика курсовых проектов.

Обеспечение безопасности производственных процессов на животноводческих объектах

1. Совершенствование производственной безопасности при приготовлении компостов.
2. Обеспечение производственной безопасности процесса первичной обработки молока на МТФ с разработкой инженерно-технических решений по модернизации пастеризатора молока.
3. Совершенствование производственной безопасности при обслуживании линии уборки навоза на свиномкомплексе.
4. Обеспечение производственной безопасности при обслуживании линии доения и первичной обработки молока с разработкой инженерно-технических решений по модернизации холодильного оборудования.

5. Обеспечение производственной безопасности при обслуживании линии приготовления кормов с разработкой инженерно-технических решений по модернизации дробилки зерна.

6. Обеспечение производственной безопасности на свиноводческом комплексе с разработкой инженерно-технических решений по модернизации установки для жидкого кормления.

7. Обеспечение производственной безопасности при обслуживании линии приготовления кормов с разработкой инженерно-технических решений по модернизации активатора кормосмеси.

8. Совершенствование производственной безопасности при автоклавной обработке кормов.

Обеспечение безопасности производственных процессов на объектах растениеводства

1. Обеспечение производственной безопасности при уборке картофеля с разработкой инженерно-технических решений по модернизации картофелеуборочного комбайна.

2. Обеспечение производственной безопасности при послеуборочной обработке лука с разработкой инженерно-технических решений по модернизации переборочного стола СП-10.

3. Совершенствование производственной безопасности при обслуживании пресс-подборщика ПЛР-1.

4. Совершенствование производственной безопасности при эксплуатации комбайна льноуборочного ГЛК-1,5.

5. Совершенствование производственной безопасности при эксплуатации оборудования для поверхностного внесения твердых минеральных удобрений.

6. Совершенствование производственной безопасности при эксплуатации и обслуживании культиватора-растениепитателя УСМК-5,4В.

7. Совершенствование производственной безопасности при эксплуатации машины для уборки салата и капусты.

8. Совершенствование производственной безопасности при эксплуатации и обслуживании оборудования для внесения мульчирующих материалов в приствольные полосы плодовых деревьев.

9. Совершенствование производственной безопасности при эксплуатации оборудования для внесения жидких органических удобрений.

10. Обеспечение производственной безопасности при заготовке грубых кормов с разработкой инженерно-технических решений по модернизации косилки-плющилки КПП-3,1.

11. Обеспечение производственной безопасности при окультуривании пастбищ с разработкой инженерно-технических решений по модернизации косилки-измельчителя.

12. Обеспечение производственной безопасности при эксплуатации оборудования для внесения жидких минеральных удобрений.

13. Совершенствование производственной безопасности в тепличном комплексе.

Обеспечение безопасности производственных процессов при хранении и переработке сельскохозяйственной продукции

1. Совершенствование производственной безопасности при эксплуатации оборудования для производства сливочного масла.

2. Обеспечение производственной безопасности в овощехранилище с разработкой инженерно-технических решений по модернизации оборудования для обеспечения микроклимата.

3. Совершенствование производственной безопасности при эксплуатации оборудования для переработки ягод.

4. Совершенствование производственной безопасности на линии консервирования овощей.

5. Совершенствование производственной безопасности на линии мойки и засолки огурцов в бочки.

6. Обеспечение производственной безопасности при производстве чипсов с разработкой инженерно-технических решений по модернизации жарочной линии.

7. Совершенствование производственной безопасности на линии производства сухого картофельного пюре.

8. Совершенствование производственной безопасности при эксплуатации оборудования для получения сгущенного молока.

9. Совершенствование производственной безопасности при эксплуатации оборудования для производства творога.

10. Совершенствование производственной безопасности при эксплуатации оборудования для производства натуральных соков.

11. Совершенствование производственной безопасности при эксплуатации оборудования для производства меланжа.

Обеспечение безопасности в технологических процессах ремонтного производства

1. Повышение производственной безопасности при погрузочно-разгрузочных работах.

2. Совершенствование производственной безопасности при техническом обслуживании и ремонте сельскохозяйственных машин в полевых условиях.

3. Совершенствование производственной безопасности при обкатке и испытании машин.

4. Повышение производственной безопасности при выполнении разборочно-сборочных работ.

5. Повышение производственной безопасности при выполнении вулканизационных работ.

6. Совершенствование производственной безопасности при покрасочных работах сельскохозяйственных машин.

7. Повышение производственной безопасности при обслуживании и ремонте аккумуляторов.

8. Совершенствование производственной безопасности при проведении сварочных ремонтных работ.

2 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Курсовой проект состоит из пояснительной записки и графической части. Объем пояснительной записки – не менее 40 страниц машинописного текста на листах формата А4 (при написании пояснительной записки рукописным способом ее объем не должен превышать 60 страниц). Графическая часть выполняется на 3 листах формата А1. При необходимости и по согласованию с руководителем отдельные материалы проекта могут быть выполнены на листах иных форматов. Допускается на одном листе формата А1 размещать несколько чертежей меньшего формата (без разрезания листа).

2.1 Содержание пояснительной записки

Пояснительная записка (ПЗ) должна включать следующие элементы (приведены в порядке их расположения):

- титульный лист;
- задание на проектирование;
- ведомость проектной документации;
- реферат;
- содержание;
- введение;
- основная часть;
- заключение;
- список использованных источников;
- приложения (при необходимости);
- спецификации.

Титульный лист. Титульный лист является первой страницей ПЗ курсового проекта. Оформление титульного листа должно быть выполнено в соответствии с приложениями А, Б.

Задание на проектирование. Задание на курсовое проектирование является главным руководством, на основании которого разрабатывается проект. Оно должно соответствовать форме, приведенной в приложениях Б, В, и является единым исходным документом, определяющим объект исследования и рассматриваемые вопросы. После составления задания оно должно быть подписано руководителем проекта и студентом.

Ведомость проектной документации является сводным перечнем всех материалов, разработанных при проектировании. Форма и пример заполнения ведомости комплекта проектной документации приведены в приложениях В, Г. Номер страницы ведомости проектной документации в сквозной нумерации страниц ПЗ не проставляется, но учитывается в ней.

Реферат является краткой характеристикой выполненного проекта, предназначенной для предварительного ознакомления с проектом и отражающей основное содержание работы с точки зрения ее достоинств и достижения цели, поставленной в теме проекта.

Объем реферата – не более одной страницы. Вначале указывают объем проектной документации: перечисляют общий объем текстовых материалов с выделением, в том числе иллюстраций (эскизов, рисунков, таблиц и т. п.); указывают объем графической части проекта, количество использованных источников. Далее приводят ключевые слова. Перечень ключевых слов должен включать от 5 до 15 слов или словосочетаний из текста записки, которые в наибольшей степени характеризуют содержание. Ключевые слова приводятся в именительном падеже и записываются строчными буквами в строку через запятые. Затем дают краткое содержание проекта, отражающее цель работы, методы разработки, принятые решения, приводят итоговые результаты и основные показатели, указывают возможности внедрения основных результатов проекта.

Содержание предназначено для облегчения поиска необходимых материалов при чтении записки, а также для общего ознакомления с работой и представления об объемах всех разделов. Содержание начинает текстовую часть записки. Его размещают сразу после листа реферата с новой страницы и при необходимости продолжают на последующих листах. Слово «Содержание» пишут с прописной буквы по центру. В содержании приводят порядковые номера и наименования разделов, подразделов и пунктов, имеющих наименование, а также приложения с их обозначениями и наименованиями. Указывается номер листа (страницы), на котором размещено начало материала (раздела, подраздела и т. п.). Не рекомендуется проводить подробное деление материала. На первой странице содержания приводят основную надпись по форме, соответствующей основной надписи первого листа текстового материала. Пример оформления первой страницы содержания и примерный состав рассматриваемых вопросов в основной части пояснительной записки приведены в приложении Г.

Введение. Во введении рассматривается актуальность темы, основные положения и документы, лежащие в основе разрабатываемого проекта, кратко характеризуется современное состояние вопроса или проблемы, обосновывается необходимость их решения.

Основная часть пояснительной записки. В основной части приводят данные, отражающие сущность, методику и основные результаты выполненной работы. Текст основной части пояснительной записки при необходимости разделяют на разделы, подразделы и т. д., номенклатура и последовательность изложения которых зависят от особенностей темы проекта.

В заключении, представленном на отдельной странице, приводятся выводы по выполненной работе с уточнением главных особенностей разработанных решений, собственной оценки творческого вклада автора. Кратко описывается, за счет каких решений достигнуто улучшение производственной безопасности при выполнении рассматриваемого производственного процесса, и указывается перспектива использования материалов курсового проекта на объектах агропромышленного комплекса, в учебном процессе и т. п.

Список использованных источников. Составление списка использованных источников является завершением курсового проекта, основой для которого служат записи всех просмотренных и изученных книг, статей из сборников и журналов и других материалов.

Библиографическое описание источников для списка составляют непосредственно по произведению печати или выписывают из каталогов полностью, без пропусков каких-либо элементов, сокращения заглавий и т. д.

Все библиографические записи в списке литературы составляют по определенным правилам в соответствии с ГОСТ 7.1–2003 «Библиографическая запись. Библиографическое описание».

Последовательность обязательных элементов описания:

- заголовок описания. Если литературный источник имеет одного автора, то в качестве заголовка приводится его фамилия и после запятой – инициалы. Если литературный источник имеет двух или трех авторов, то в качестве заголовка приводится фамилия и после запятой – инициалы первого автора. Если литературный источник имеет более трех авторов, то последовательность описания начинают со второго элемента – заглавия;

- заглавие – название источника;

- общее обозначение материала, к которому принадлежит объект описания, – видеозапись, звукозапись, карты, кинофильм, мультимедиа, рукопись, текст, электронный ресурс и т. д. Данный элемент помещают в квадратные скобки [] и отделяют от последующих элементов символом «:» с пробелами. Например, «[Электронный ресурс] : »; общее обозначение материала, описания которого преобладают в конкретном информационном массиве (например, списке использованных источников), может быть опущено;

- сведения, относящиеся к заглавию, – учебник, учебное пособие, сборник трудов и т. д. (записывают со строчной буквы);

- сведения об авторах и редакторе (запись выполняют после символа «/», при этом инициалы авторов помещают перед фамилией);

- выходные данные – место издания, издательство, год издания;

- количественная характеристика – объем книги (количество страниц).

Изучая литературу по теме, удобно производить описание источников на каталожных карточках, в виде рабочей картотеки, и лишь после того, как работа завершена, карточки можно сгруппировать в определенном порядке для составления библиографического списка.

Список использованных источников формируется либо в порядке появления ссылок в тексте пояснительной записки либо в алфавитном порядке фамилий первых авторов и (или) заглавий.

Как правило, используется алфавитный способ группировки материала в списках, когда источники группируют в алфавитном порядке записей. В начале списка размещаются по алфавиту книги, а затем – статьи из журналов и сборников. При этом иностранные источники размещают по алфавиту после перечня всех источников на языке выполняемой работы.

Список использованных источников дается на отдельной странице (страницах) под заголовком «Список использованных источников». Заголовок порядкового номера не имеет.

В список включают только те источники, на которые в тексте ПЗ имеется ссылка. Каждый источник, включенный в список, нумеруют арабскими цифрами с точкой и записывают с новой строки.

Пример оформления списка использованных источников приводится в приложениях Д, Е.

Приложения. Приводятся, при необходимости, в конце курсового проекта. На все приложения должны быть ссылки в тексте.

2.2 Графическая часть курсового проекта

Графический материал в зависимости от темы курсового проекта может быть представлен в виде технологической схемы процесса; планировки производственного помещения с расстановкой в нем оборудования; чертежей общего вида и сборочных чертежей производственного оборудования; таблицы опасных и вредных факторов, выполненной на основе проведенного анализа, и др.

При этом следует учитывать, что схема – документ, на котором показаны в виде условных изображений или обозначений составные части изделия или процесса и связи между ними.

Содержание данной части курсового проекта в соответствии с темой и по согласованию с руководителем курсового проектирования может иметь следующее содержание:

Лист 1 – а) Схема технологического процесса; б) План расстановки технологического оборудования участка (цеха); в) Анализ опасных зон производственного оборудования.

Лист 2 – а) Анализ опасных и вредных производственных факторов при выполнении технологического процесса; б) Анализ производственных рисков.

Лист 3 – «Производственное оборудование. Чертеж общего вида», «Модернизированный узел. Сборочный чертеж».

Информация, представленная на листах графической части, должна основываться на материалах пояснительной записки. Пример оформления листов графической части приводится в приложении Е.

3 МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ ОСНОВНОЙ ЧАСТИ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

В основной части необходимо охарактеризовать объект, на котором требуется улучшение производственной безопасности (технологический процесс или рабочее место), и на основе анализа опасных и вредных факторов предложить самостоятельное решение комплекса задач по совершенствованию производственной безопасности при выполнении технологических операций сельскохозяйственного производства. С учетом требований нормативных документов, анализа условий труда работающих, риска производственного травматизма разрабатываются инженерно-технические мероприятия по обеспечению производственной безопасности выбранного объекта проектирования.

Основная часть пояснительной записки курсового проекта может иметь примерный состав рассматриваемых вопросов:

1. Характеристика производственного процесса.
2. Организационно-технические мероприятия по обеспечению производственной безопасности.
 - 2.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов (опасных зон).
 - 2.2 Требования безопасности при выполнении производственного процесса.
3. Разработка инженерно-технических мероприятий по обеспечению производственной безопасности объекта проектирования.
 - 3.1 Выбор и обоснование объекта модернизации.
 - 3.2 Описание и принцип работы модернизированной машины (оборудования).
 - 3.3 Расчет систем и устройств для обеспечения производственной безопасности.
 - 3.4 Обеспечение электробезопасности, защиты от атмосферного электричества, пожарной и экологической безопасности (по заданию преподавателя).

3.1 Характеристика производственного процесса

В данном разделе приводится характеристика производственного процесса. Описание технологического процесса начинают с указания технологического назначения и области применения. Далее описывают работу объекта с указанием последовательности выполняемых операций, виды выполняемых работ, применяемые машины и оборудование, количество персонала, задействованного в данном процессе, дают характеристику помещения, в котором осуществляется процесс. Приводится структурно-технологическая схема производственного процесса, планировочные решения по организации производственного процесса в соответствии с особенностями размещения оборудования для выполнения отдельных технологических операций. Рассматривается назначение и принцип работы машин, механизмов, производственного оборудования. Приводятся применяемые вещества и материалы. Указывается уровень механизации и автоматизации производственного

процесса. Приводится анализ производственных процессов с точки зрения обеспечения безопасности труда, наличие средств безопасности для предупреждения травматизма и заболеваемости на производстве.

3.2 Организационно-технические мероприятия по обеспечению производственной безопасности

В данном разделе рассматриваются организационно-технические мероприятия по обеспечению производственной безопасности в соответствии с требованиями нормативной документации.

На основании изучения заданного технологического процесса рассматриваются источники образования опасных и вредных производственных факторов. Приводится характеристика физических, химических, биологических, психофизиологических факторов и их влияние на организм человека (риск травматизма и заболеваемости). Проводится сравнительный анализ состояния данных факторов в соответствии с требованиями технических нормативных правовых актов и дается их оценка.

Рассматриваются постоянные и временные опасные зоны в пространстве вокруг движущихся элементов машин и механизмов, наличие которых обусловлено опасностью поражения людей, в зависимости от типа оборудования и характера технологического процесса. Приводится характеристика устройств, исключающих возможность контакта с опасной зоной либо снижающих опасность контакта (средств защиты работающих: оградительных, предохранительных, специальных; блокировочных и сигнализирующих устройств). Дается их оценка с точки зрения обеспечения безопасности работающих при выполнении заданного технологического процесса.

Приводятся требования охраны труда при выполнении производственного процесса в соответствии с техническими нормативными правовыми актами, предъявляемыми при проектировании машин и механизмов для обеспечения надежности и удобства в обслуживании в период их эксплуатации.

При этом следует учитывать, что безопасность конструкции оборудования должна обеспечиваться: выбором принципов действия и конструктивных решений, источников энергии, параметров рабочих процессов, системы управления и ее элементов; выбором комплектующих изделий и материалов для изготовления конструкций, а также применяемых при эксплуатации; выбором технологических процессов изготовления; применением встроенных в конструкцию средств защиты работников, а также средств информации, предупреждающих о возникновении опасных ситуаций; надежностью конструкции и ее элементов; применением средств механизации, автоматизации, дистанционного управления и контроля; возможностью использования средств защиты, не входящих в конструкцию, выполнением эргономических требований; ограничением физических и нервно-психических нагрузок на работников.

Приводятся требования безопасности при выполнении заданного технологического процесса, основанные на положениях Правил по охране труда при производстве и послеуборочной обработке продукции растениеводства; Правил по охране труда при производстве продукции животноводства; Правил по охране труда при ремонте, техническом обслуживании и постановке на хранение сельскохозяйственных машин и оборудования и других нормативных технических актов.

При этом следует рассматривать организационные вопросы обеспечения безопасности технологического процесса (подготовка и допуск обслуживающего персонала; подготовка рабочих мест и площадок; размещение и установка оборудования, выбор помещения (площадки); техническое состояние машин и оборудования; наличие средств защиты работающих от опасных и вредных производственных факторов; требования пожарной безопасности, а также меры безопасности при эксплуатации средств механизации при выполнении заданного технологического процесса.

3.3 Разработка инженерно-технических мероприятий по обеспечению производственной безопасности объекта проектирования

В данном разделе приводятся инженерно-технические мероприятия по обеспечению производственной безопасности при выполнении заданного технологического процесса.

При разработке мероприятий следует обратить внимание на вопросы комплексной автоматизации и механизации выполняемых работ, использования технических средств и их влияния на условия труда.

На основании изучения состояния производственной безопасности при выполнении заданного технологического процесса приводится обоснование предлагаемых инженерно-технических решений по снижению риска травматизма и заболеваемости работающих на производстве. Рассматриваются решения по модернизации машин (оборудования), направленные на повышение эффективности средств защиты от опасных и вредных производственных факторов. Приводится описание и принцип работы модернизируемой машины и оборудования, при этом рассматриваются условия безопасности при выполнении заданного технологического процесса.

В данном разделе также рассматриваются вопросы обеспечения пожарной безопасности при выполнении заданного технологического процесса, а также совершенствования экологической безопасности в животноводстве; при эксплуатации мобильных (стационарных) средств механизации; химических препаратов, применяемых в сельскохозяйственном производстве, и др.

В данном разделе могут быть приведены технические расчеты ограждающих, предохранительных, блокировочных устройств; устойчивости мобильных средств механизации, систем молниезащиты; средств обеспечения электробезопасности; пожарной, экологической безопасности и др.

3.3.1 Расчет границ опасных зон и ограждений

Границы постоянных опасных зон можно легко определить, так как они не меняются в процессе выполнения работ, а границы переменных зон не имеют четких очертаний в пространстве. Поэтому для создания безопасных условий труда очень важно найти максимальное расстояние, в пределах которого возможно воздействие на человека опасных производственных факторов эксплуатируемых машин и оборудования. При работах, выполняемых на высоте, опасной зоной считают участок, расположенный под рабочей площадкой, границы которого определяют горизонтальной проекцией, увеличенной на безопасное расстояние $L_{без}$ (м):

$$L_{без} = 0,3H, \quad (3.1)$$

где H – высота, на которой выполняют работу, м.

Максимальное расстояние (м) от строящегося объекта, в пределах которого могут возникать опасности:

$$l = \frac{S_c}{9,81m} (20h + 0,235h_{II}^2) + 0,45v\sqrt{h_{II}}, \quad (3.2)$$

где S_c – эффективная площадь поперечного сечения падающего предмета, m^2 (определяют как среднее арифметическое значений площадей наибольшего и наименьшего сечений);

$9,81$ – ускорение свободного падения, m/c^2 ;

m – масса падающего предмета, кг;

h_{II} – высота падения предметов, м;

v – горизонтальная составляющая скорости падения предмета, м/с.

При работе грузоподъемной машины (электротельфера, кран-балки и т. п.) возможное расстояние (м), на которое отлетает груз при обрыве одной из строп (рисунок 3.1), определяют по формуле:

$$L_{от} = 2\sqrt{h_{Г} [l_c (1 - \cos \alpha) + a]}, \quad (3.3)$$

где $h_{Г}$ – высота подъема груза, м;

l_c – длина ветви стропа, м;

α – угол между стропами и вертикалью, град;

a – расстояние от центра тяжести груза до его края, м.

Для стреловых кранов дополнительно учитывают вылет стрелы при расчете расстояния, на которое отлетает груз в случае обрыва стропы. Тогда

$$L_{\text{ор}} = l_{\text{в}} + 2\sqrt{h_{\text{Г}}[l_{\text{с}}(1 - \cos \alpha) + a]}, \quad (3.4)$$

где $l_{\text{в}}$ – вылет стрелы крана, м.

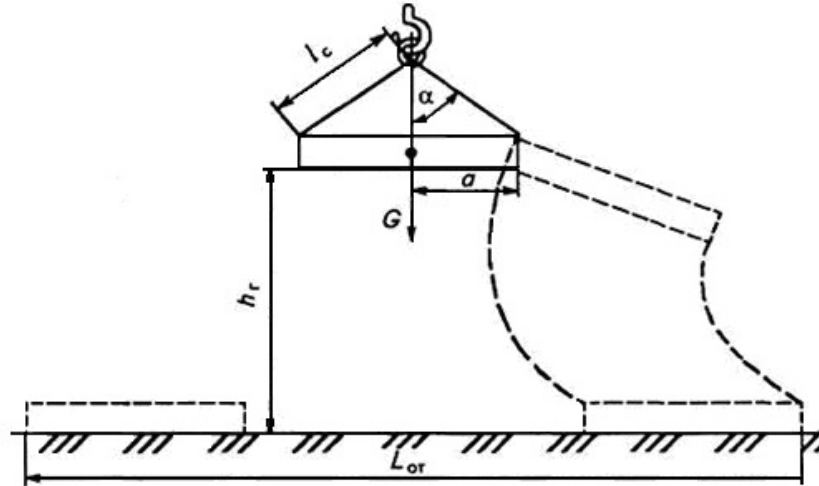


Рисунок 3.1 – Схема определения границ опасной зоны при обрыве стропы грузоподъемной машины: G – сила тяжести

При перемещении механических транспортных средств по ходу их движения возникает опасная зона, границы которой определяют скоростью движения, массой транспортного средства, временем реакции водителя, эффективностью тормозного устройства и коэффициентом сцепления шин с поверхностью дороги. Расчет границ такой зоны рассмотрим далее.

Для абразивного круга или вращающейся детали в случае их разрыва на 2 части ударная нагрузка на ограждение равна

$$P_{\text{огр}} = \frac{m_{\text{к}} \cdot v_{\text{окр}}^2}{2 \cdot R_0}, \quad (3.5)$$

где $m_{\text{к}}$ – масса круга или детали, кг;

$v_{\text{окр}}$ – окружная скорость вращения, м/с;

R_0 – радиус центра тяжести половины абразивного круга или детали, м.

Радиус центра тяжести

$$R_0 = \frac{4(R^3 - r^3)}{3\pi(R^2 - r^2)}, \quad (3.6)$$

где R – радиус внешней окружности круга или детали, м;

r – радиус центрального отверстия круга или детали, м.

Ударная (центробежная) сила отлетающей детали, H :

$$P_{\text{отл}} = \frac{m_{\text{д}} \cdot v_{\text{д}}^2}{r_{\text{д}}}, \quad (3.7)$$

где $m_{\text{д}}$ – масса детали, части, кг;

$v_{\text{д}}$ – скорость движения детали, части, м/с;

$r_{\text{д}}$ – радиус кривизны траектории отрыва детали, части, м.

По найденному значению $P_{\text{огр}}$ или $P_{\text{отл}}$ (таблица 3.1) определяют толщину стенки ограждения.

Сплошные ограждения, толщину стенок которых находят по указанному методу, могут быть заменены сетчатыми или решетчатыми после соответствующего расчета конструкции ограждения в зависимости от характера нагрузки (растяжение, изгиб, срез).

Для ограждений станков и элементов конструкций животноводческих ферм расчетное усилие F , развиваемое животным, равно

$$F = 40m, \quad (3.8)$$

где m – масса животного, кг.

Таблица 3.1 – Толщина стенки ограждения в зависимости от ударной нагрузки

Ударная нагрузка, кН	Толщина стенки ограждения, мм	Ударная нагрузка, кН	Толщина стенки ограждения, мм
4,91	1	73,5	10
8,33	2	80,36	11
14,6	3	96,04	12
17,15	4	102,9	13
25,67	5	115,64	14
31,16	6	139,16	15
39,69	7	159,74	16
47,04	8	188,16	17
61,74	9	205,8	18

3.3.2 Расположение защитных устройств с учетом скоростей приближения частей тела человека

Методология расположения устройств обнаружения или приведения в действие предохранительного оборудования – в соответствии со стандартом ИСО 13855–2006 «Безопасность оборудования». Расположение защитных устройств с учетом скоростей приближения частей тела человека заключается в следующем:

1) идентифицировать опасности и оценить риски (ИСО/ТО 12100–1, ИСО 14121);

2) выбрать один из установленных типов предохранительного оборудования по стандарту типа *C* для конкретной машины (если он существует) и использовать значение расстояния, указанное в этом стандарте;

3) использовать формулы для расчета минимального расстояния для выбранного предохранительного оборудования, приведенные в данном стандарте, если стандарт типа *C* отсутствует или не устанавливает минимальные расстояния. Выбор подходящего типа предохранительного оборудования должен быть выполнен согласно соответствующим стандартам типов *A* и *B*.

Расчет минимальных расстояний для электрочувствительного предохранительного оборудования, использующего радиоактивные электронно-оптические предохранительные устройства, производится с учетом скорости приближения частей тела человека. Минимальное расстояние S , мм, от опасной зоны до точки, линии, плоскости или зоны обнаружения следует рассчитывать по формуле

$$S = KT + C, \quad (3.9)$$

где K – параметр, полученный по данным скоростей приближения тела человека или его частей, мм/с;

T – общая характеристика останова системы, с;

C – дополнительное расстояние, полученное по перемещению в направлении опасной зоны до приведения в действие предохранительного оборудования, мм.

Минимальное расстояние S от опасной зоны до точки, линии, плоскости или зоны обнаружения – это время или перемещение, проходящие от момента приведения в действие функции обнаружения до прекращения опасного движения или до перехода машины в безопасное состояние, включающее минимально две стадии:

$$T = t_1 + t_2, \quad (3.10)$$

где t_1 – максимальное время между приведением в действие функции обнаружения и выходным сигналом коммутационного устройства, находящегося в состоянии «выключено»;

t_2 – максимальное время срабатывания машины, т. е. время, требуемое для останова машины или исключения рисков после получения выходного сигнала от предохранительного оборудования. t_2 зависит от различных факторов, например: от температуры, времени переключения клапанов, старения элементов.

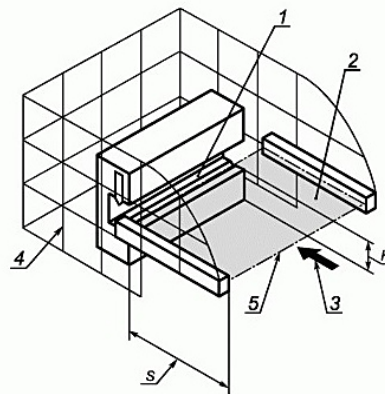
Потребители должны выбирать и применять электрочувствительное предохранительное оборудование, использующее радиоактивные электронно-оптические предохранительные устройства для машины согласно соответствующему стандарту типа *C* для этой конкретной машины. Если стандарт типа *C* отсутствует, то следует выполнять оценку риска в соответствии с ИСО 14121.

В случае, если направление приближения параллельно к зоне обнаружения (рисунок 3.2), то минимальное расстояние S должно быть рассчитано по формуле (3.9). При этом K меняется на 1600 мм/с, C – на $1200 - 0,4H$, но не менее 850 мм (H – высота зоны обнаружения над базовой плоскостью, например над полом):

$$S = 1600T + (1200 - 0,4H). \quad (3.11)$$

Для предохранительного оборудования указанного типа высота H зоны обнаружения должна быть не более 1000 мм. Если значение H больше 300 мм (или больше 200 мм для непромышленного назначения, например в присутствии детей), существует риск непреднамеренного, необнаруженного доступа под зоной обнаружения, что следует учитывать при оценке риска. Минимальная допустимая высота зоны обнаружения K рассчитывается по формуле

$$H = 15(d - 50). \quad (3.12)$$



H – высота зоны обнаружения над базовой плоскостью; S – минимальное расстояние; 1 – опасная зона; 2 – зона обнаружения; 3 – направление приближения; 4 – неподвижное защитное ограждение; 5 – начало зоны обнаружения

Рисунок 3.2 – Пример параллельного приближения к зоне обнаружения

Для заданной высоты зоны обнаружения H соответствующая способность обнаружения d должна быть рассчитана по формуле

$$d = \frac{H}{15} + 50. \quad (3.13)$$

Если известна или задана высота зоны обнаружения H , то может быть рассчитана максимальная способность обнаружения, например, при расчете горизонтальной части L -образной формы электрочувствительного предохранительного оборудования или, если известна или задана способность обнаружения, то минимальная высота может быть рассчитана вплоть до максимального допустимого значения, равного 1000 мм.

Таким образом, расчет минимальных расстояний для электрочувствительного предохранительного оборудования, использующего радиоактивные электронно-оптические предохранительные устройства, производится с учетом скорости приближения частей тела человека.

3.3.3 Расчет предохранительных клапанов

На предприятиях АПК нашло широкое применение оборудование, работающее под давлением. К нему относятся паровые и водогрейные котлы, баллоны, автоклавы, компрессоры и др.

Основная опасность при обслуживании таких установок состоит в том, что при нарушении техники безопасности, правил эксплуатации или неисправности контрольно-предохранительной арматуры возможен взрыв сосуда, при котором потенциальная энергия сжатой среды (за промежуток времени в результате ее адиабатического расширения) переходит в кинетическую энергию разлетающихся осколков разрушенного оборудования. Производимая при адиабатическом расширении сжатой среды работа (в Дж) может быть определена по формуле

$$A = \frac{P_1 \cdot V}{m-1} \left[1 - \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{m-1}{m}} \right], \quad (3.14)$$

где P_1, P_2 – абсолютное давление, соответственно, в сосуде и в окружающей среде, МПа;

V – начальный объем газа, м³;

$m = c_p/c_v$ – показатель адиабаты, для воздуха $m = 1,41$ (здесь c_p – удельная теплоемкость газа при постоянном давлении, Дж/(кг·К); c_v – то же, при постоянном объеме, Дж/(кг·К)).

Мощность взрыва (МВт)

$$N = \frac{A}{\tau}, \quad (3.15)$$

где τ – время действия взрыва, с.

Например, при вместимости сосуда 1 м³, находящегося под давлением газа 1 МПа, мощность взрыва может достигать 13,2 МВт. Взрыв такой мощности сопровождается не только разрушением зданий, но и травматизмом с тяжелым и (или) смертельным исходом. Поэтому при эксплуатации такое оборудование является всегда потенциально опасным и требует повышенного внимания

со стороны обслуживающего персонала и администрации предприятия. Для предупреждения превышения допустимого давления котлы оснащаются манометрами и предохранительными клапанами.

Пропускная способность (G , кг/ч) предохранительного клапана, установленного на паровом котле с рабочим давлением насыщенного пара в пределах 0,7–12 МПа, рассчитывается по формуле

$$G = 0,5\alpha F(10p_1 + 1), \quad (3.16)$$

где α – безразмерный коэффициент расхода пара через клапан, принимаемый равным 0,9 величины, установленной заводом-изготовителем клапана (в первом приближении можно принимать $\alpha = 0,6$);

F – площадь проходного сечения клапана в проточной части, мм²;

$$F = \frac{\pi d^2}{4}, \quad (3.17)$$

P_1 – максимальное избыточное давление перед клапаном, МПа.

Число клапанов, требуемое для обеспечения часовой производительности котла:

$$n = \frac{G_k}{G_{н.п.}}, \quad (3.18)$$

Взрывы при работе компрессоров могут происходить вследствие превышения давления сжатого воздуха, а также из-за повышения его температуры при сжатии. При сжатии температура воздуха значительно растет и может быть определена по формуле

$$T_2 = T_1 \cdot \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{m-1}{m}}, \quad (3.19)$$

где T_2, T_1 – абсолютная температура воздуха до сжатия, К;

P_2, P_1 – абсолютное давление газа после и до сжатия, МПа;

m – показатели политропы, величина которой изменяется в пределах 1–1,4 (политропа – кривая на термодинамических диаграммах, изображающая политропный процесс).

Кроме того, на предприятиях АПК широко применяются баллоны, предназначенные для хранения, перевозки и использования сжатых (азот, кислород, сероводород), сжиженных (аммиак, сернистый ангидрид, фреоны) и растворимых

(ацетилен) газов под давлением до 15 МПа. При заполнении сжиженным газом всего объема баллона давление в нем при повышении температуры определяется по формуле

$$P = \frac{\alpha}{\beta} \cdot (t_2 - t_1), \quad (3.20)$$

где α – коэффициент теплового объемного расширения;
 β – коэффициент объемного сжатия;
 t_2, t_1 – конечная и начальная температура баллона, °С.

3.3.4 Расчет теоретического остановочного пути сельскохозяйственного агрегата

Эффективность торможения мобильных машин оценивают по величине тормозного пути, который пройдет машина с момента обнаружения препятствия до момента ее остановки.

Безопасность эксплуатации тракторных средств во многом зависит от эффективности тормозных систем. Полное время t аварийной остановки движущегося транспортного средства можно разложить на отдельные составляющие:

$$t = t_1 + t_2 + t_3, \quad (3.21)$$

где t_1 – время реакции водителя (с момента обнаружения препятствия до начала воздействия на педаль тормоза) – зависит от индивидуальных особенностей водителя и находится в пределах от 0,2 до 1,5 с (в расчетах обычно принимают $t_1 = 0,8$ с);

t_2 – время срабатывания тормозов – зависит от конструкции привода (для тормозов с гидравлическим приводом – 0,2 с, механическим – 0,3 с, пневматическим – 0,6–0,7 с, для автопоезда с пневмоприводом – до 2 с);

t_3 – время от начала торможения до полной остановки транспортного средства (обычно $t_3 = 0,2–1,0$ с).

Минимальное время торможения t_3 рассчитывают по формуле

$$t_3 = \frac{v_0}{126\varphi}, \quad (3.22)$$

где v_0 – скорость в момент начала торможения, км/ч;

φ – коэффициент сцепления шин с поверхностью дороги (таблицы 3.2 и 3.3).

Таблица 3.2 – Коэффициенты ϕ сцепления тракторов в зависимости от типа пути

Тип пути	Коэффициент сцепления ϕ	
	для тракторов на пневматических шинах	гусеничных тракторов
Асфальт	0,7	–
Грунтовая сухая дорога	0,6–0,8	0,9–1,1
Целина, плотная залежь	0,7–0,9	1,0–1,2
Залежь двух-трехлетняя, скошенный луг	0,6–0,8	0,9–1,1
Стерня	0,6–0,8	0,8–1,0
Вспаханное поле	0,5–0,7	0,6–0,8
Поле, подготовленное под посев	0,4–0,6	0,6–0,7
Болотно-торфяная целина	–	0,4–0,6
Укатанная снежная дорога	0,3–0,4	0,5–0,7

Таблица 3.3 – Коэффициенты сцепления ϕ шин автомобилей с поверхностью дороги

Тип пути	Коэффициент сцепления ϕ
Асфальтированное шоссе	0,60–0,75
Гравийно-щебеночная дорога	0,50–0,65
Булыжная мостовая	0,40–0,50
Сухая грунтовая дорога	0,50–0,70
Грунтовая дорога после дождя	0,35–0,50
Песок	0,65–0,75
Снежная укатанная дорога	0,30–0,35

Эффективность торможения транспортного средства оценивают по величине остановочного пути l_0 с момента обнаружения препятствия до момента остановки:

$$l_0 = (t_1 + t_2 + \frac{t_3}{2}) \cdot \frac{v_0}{36} + \frac{K_y v_0^2}{254\phi} = (t_1 + t_2 + \frac{v_0}{254\phi}) \cdot \frac{v_0}{36} + \frac{K_y v_0^2}{254\phi}, \quad (3.23)$$

где K_y – коэффициент эксплуатационных условий торможения, учитывающий нарушение регулировок тормозов, их загрязнение (для легковых автомобилей – 1,2; для грузовых и автобусов – 1,4–1,6).

Для трактора или автомобиля с прицепом, не имеющим тормозов, остановочный путь определяется следующим образом:

$$l_{\text{оп}} = (t_1 + t_2 + \frac{v_0}{252\phi}) \cdot \frac{v_0}{3,6} + \frac{K_y v_0^2 (G_a + G_{\text{п}})}{254\phi G_a}, \quad (3.24)$$

где G_a – масса автомобиля (трактора), кг;

$G_{\text{п}}$ – масса прицепа, кг.

Расчет критической скорости на повороте

Критическая скорость $V_{кр}$, при которой возможно опрокидывание на повороте:

$$V_{кр} = 3,6 \sqrt{\frac{gBR}{2h_{ц}}}, \quad (3.25)$$

где $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ – ускорение свободного падения;

R – радиус поворота, м;

B – ширина колеи транспортного средства, м;

$h_{ц}$ – высота расположения центра масс машины над поверхностью дороги, м.

3.3.5 Расчет и меры по снижению выбросов загрязняющих веществ животноводства в окружающую среду

Выбросы загрязняющих веществ от различных технологических операций, технологического процесса содержания, выращивания, откорма и воспроизводства сельскохозяйственных животных, пушных зверей и домашней птицы рассчитываются как сумма выбросов от каждого источника выделений. Расчет количества выбросов загрязняющих веществ из различных источников выделения осуществляют на основании:

- фактических характеристик применяемых технологий содержания, выращивания, откорма и воспроизводства;
- характеристик используемых процессов уборки, хранения и использования навоза;
- параметров работы технологического оборудования;
- параметров используемых методов внесения навоза в почву;
- технологических нормативов выброса загрязняющих веществ в атмосферный воздух для каждого вида (технологической группы) сельскохозяйственных животных, пушных зверей и домашней птицы.

Значения параметров, входящих в формулы расчета, принимаются в соответствии с утвержденными в установленном порядке регламентами производства работ.

Расчет выбросов загрязняющих веществ от каждого i -того вида (технологической группы) сельскохозяйственного животного, пушного зверя, птицы производится для единицы измерения «тонна в год». Валовые выбросы загрязняющих веществ рассчитываются как сумма выбросов от всех видов (технологических групп) сельскохозяйственных животных, пушных зверей, домашней птицы, находящихся на учете данного животноводческого комплекса, зверофермы, птицефабрики. Далее в техническом кодексе при расчете валовых выбросов используется размерность «тонн в год», и для расчета выбросов за рассматриваемый период в формулы необходимо подставлять значения параметров за данный период.

Максимальный выброс каждого загрязняющего вещества рассчитывается как среднее значение выброса загрязняющего вещества исходя из значения валового выброса и продолжительности технологического процесса. При этом для расчета максимального выброса аммиака и метана от сельскохозяйственных животных используются процессы их стойлового содержания и не учитываются процессы выпаса и пастбищного содержания (то есть для расчета максимального выброса аммиака и метана от сельскохозяйственных животных используется валовой выброс, рассчитанный исходя из фактического времени их содержания в помещении).

Валовой выброс j -того вещества на различных этапах технологического процесса содержания, выращивания, откорма и воспроизводства сельскохозяйственных животных, пушных зверей, домашней птицы M_j^{te} , т/год, (кл./год для микроорганизмов), рассчитывается по формуле

$$M_j^{te} = \sum_i G_j^i, \quad (3.26)$$

где i – вид (технологическая группа) сельскохозяйственного животного;

G_j^i – валовой выброс j -того вещества от i -того вида (технологической группы) сельскохозяйственного животного, т/год (кл./год для микроорганизмов), определяемый для аммиака, метана, закиси азота, сероводорода, метиламина, фенола, метанола, пропиональдегида, гексановой кислоты, диметилсульфида, этилформиата, пыли меховой, микроорганизмов.

Максимальный выброс j -того вещества на различных этапах технологического процесса содержания, выращивания, откорма и воспроизводства сельскохозяйственных животных, пушных зверей, домашней птицы M_j , г/с (кл./с для микроорганизмов), рассчитывается по формуле

$$M_j = \frac{10^6 \cdot M_j^r}{3600 \cdot \tau} = \frac{38,05 \cdot M_j^{te}}{1200}, \quad (3.27)$$

где $10^6/3600$ – коэффициент пересчета из т/ч в г/с при расчете выбросов аммиака и метана от сельскохозяйственных животных при стойловом содержании;

τ – продолжительность технологического процесса при расчете выбросов аммиака и метана от сельскохозяйственных животных при их стойловом содержании, ч/год;

M_j^r – валовой выброс аммиака или метана при стойловом содержании сельскохозяйственных животных, т/год;

38,05 – коэффициент пересчета из т/год в г/с при расчете выбросов от сельскохозяйственных животных при процессах выпаса и пастбищного содержания, от пушных зверей и домашней птицы;

M_j^{te} – валовой выброс j -того вещества на различных этапах технологического процесса содержания, выращивания, откорма и воспроизводства сельскохозяйственных животных, пушных зверей, домашней птицы, т/год.

Валовой выброс аммиака на различных этапах технологического процесса содержания, выращивания, откорма и воспроизводства i -того вида (технологической группы) сельскохозяйственного животного (кроме свиней), пушного зверя, домашней птицы $G_{NH_3}^i$, т/год, рассчитывается по формуле

$$G_{NH_3}^i = 10^{-3} \cdot (K_{N_1^i} + 0,7 \cdot K_{N_2^i} + 0,4 \cdot K_{N_3^i}) \times \sum (q_{NH_3}^{ia} + q_{NH_3}^{ib} + q_{NH_3}^{ic} + q_{NH_3}^{mn} \cdot K^{mn}), \quad (3.28)$$

где $K_{N_1^i}$, $K_{N_2^i}$, $K_{N_3^i}$ – количество сельскохозяйственных животных (кроме свиней), зверей соответствующей градации (возраста), участвующих в данном технологическом процессе, гол. Градации сельскохозяйственных животных (кроме свиней), зверей N_1^i , N_2^i , N_3^i определяются по таблице 3.4.

$q_{NH_3}^{ia}$ – удельное выделение аммиака от i -того вида (технологической группы) сельскохозяйственного животного (кроме свиней), пушного зверя при процессах их содержания, выращивания и откорма в течение года, кг/(год·гол.), определяемое в зависимости от наличия данных о системе их содержания по таблицам 3.4 и 3.6;

$q_{NH_3}^{ib}$ – удельное выделение от i -того вида (технологической группы) сельскохозяйственного животного (кроме свиней), пушного зверя при процессах их содержания в загоне, на выгульно-кормовой площадке в течение года, кг/(год·гол.), определяемое по таблице 3.5;

$q_{NH_3}^{ic}$ – удельное выделение от i -того вида (технологической группы) сельскохозяйственного животного (кроме свиней), пушного зверя при процессах их содержания на пастбище, выпасе в течение года, кг/(год·гол.), определяемое по таблице 3.5;

$q_{NH_3}^{mn}$ – удельное выделение аммиака при процессе уборки, хранения и использования навоза в течение года, кг/(год·гол.), определяемое по таблице 3.5;

K^{mn} – коэффициент снижения удельных выделений аммиака при процессах уборки, хранения и внесения навоза в почву рассчитывается как произведение коэффициента хранения навоза по таблице 3.8 и коэффициента внесения навоза в почву – по таблице 3.7, при отсутствии данных принимается равным 0,24.

Валовой выброс аммиака на различных этапах технологического процесса содержания, выращивания, откорма и воспроизводства i -того вида (технологической группы) свиней, домашней птицы $G_{NH_3}^i$, т/год, рассчитывается по формуле

$$G_{NH_3}^i = 10^{-3} [K_{N_1^i} (q_{NH_3}^{N1ia} + q_{NH_3}^{N1ib} + q_{NH_3}^{N1mn} \cdot K^{mn}) + K_{N_2^i} (q_{NH_3}^{N2ia} + q_{NH_3}^{N2ib} + q_{NH_3}^{N2mn} \cdot K^{mn}) + K_{N_3^i} (q_{NH_3}^{N3ia} + q_{NH_3}^{N3ib} + q_{NH_3}^{N3mn} \cdot K^{mn})], \quad (3.29)$$

где $K_{N_1^i}$, $K_{N_2^i}$, $K_{N_3^i}$ – количество свиней, птицы соответствующей градации (возраста), участвующих в данном технологическом процессе, гол. Градации свиней, птицы N_1^i , N_2^i , N_3^i определяются по таблице 3.4;

$q_{NH_3}^{Njia}$ – удельное выделение аммиака от i -того вида (технологической группы) свиней, домашней птицы для градации животных N_j при процессах их содержания, выращивания и откорма в течение года, кг/(год·гол.), определяемое в зависимости от наличия данных о системе их содержания по таблицам 3.5 и 3.6;

$q_{NH_3}^{Njib}$ – удельное выделение от i -того вида (технологической группы) свиней, домашней птицы для градации животных N_j при процессах их содержания в загоне, на выгульно-кормовой площадке в течение года, кг/(год·гол.), определяемое по таблице 3.5;

$q_{NH_3}^{Njmn}$ – удельное выделение аммиака при процессе уборки, хранения и использования навоза для градации животных N_j в течение года, кг/(год·гол.), определяемое по таблице 3.5;

K^{mn} – коэффициент снижения удельных выделений аммиака при процессах уборки, хранения и внесения навоза в почву для свиней рассчитывается как произведение коэффициента хранения навоза (таблица 3.7) и коэффициента внесения навоза в почву (таблица 3.6), при отсутствии данных принимается равным 0,24, для домашней птицы определяется по таблице 3.6, при отсутствии данных принимается равным 0,3.

В случае множественности процессов содержания, выращивания, откорма и воспроизводства сельскохозяйственного животного, пушного зверя, домашней птицы коэффициенты $q_{NH_3}^{ia}$, $q_{NH_3}^{ib}$, $q_{NH_3}^{ic}$, $q_{NH_3}^{mn}$, K^{mn} применяются для каждой градации животных, зверей, птицы N_1^i , N_2^i , N_3^i .

Валовой выброс метана на различных этапах технологического процесса содержания, выращивания, откорма и воспроизводства i -того вида (технологической группы) сельскохозяйственного животного, пушного зверя, домашней птицы $G_{CH_4}^i$, т/год, рассчитывается по формуле

$$G_{CH_4}^i = 10^{-3} (K_{N_1^i} + 0,7K_{N_2^i} + 0,4K_{N_3^i}) \cdot (q_{CH_4}^{1i} + q_{CH_4}^{2i}), \quad (3.30)$$

где $K_{N_1^i}$, $K_{N_2^i}$, $K_{N_3^i}$ – количество животных, зверей, птицы соответствующего возраста, участвующих в данном технологическом процессе, гол. Градации животных, зверей, птицы N_1^i , N_2^i , N_3^i определяются по таблице 3.1;

$q_{CH_4}^{1i}$ – удельное выделение метана непосредственно от i -того вида (технологической группы) сельскохозяйственного животного, пушного зверя, домашней птицы при процессах внутренней ферментации в течение года, кг/(год·гол.), определяемое по таблице 3.9;

$q_{CH_4}^{2i}$ – удельное выделение метана непосредственно от i -того вида (технологической группы) сельскохозяйственного животного, пушного зверя, домашней птицы при процессах уборки, хранения и использования навоза в течение расчетного периода времени, в течение года, кг/(год·гол.), определяемое по таблице 3.9.

В случае множественности процессов содержания, выращивания, откорма и воспроизводства сельскохозяйственного животного, пушного зверя, домашней птицы коэффициенты $q_{CH_4}^{1i}$, $q_{CH_4}^{2i}$ применяются для каждой градации животных, зверей, птицы N_1^i , N_2^i , N_3^i .

Валовой выброс закиси азота на различных этапах технологического процесса содержания, выращивания, откорма и воспроизводства i -того вида (технологической группы) сельскохозяйственного животного, пушного зверя, домашней птицы $G_{N_2O}^i$, т/год, рассчитывается по формуле

$$G_{N_2O}^i = 10^{-3} (K_{N_1^i} + 0,7K_{N_2^i} + 0,4K_{N_3^i}) R^i \cdot M^i \cdot S_w^i \cdot q_{N_2O}^{wi}, \quad (3.31)$$

где $K_{N_1^i}$, $K_{N_2^i}$, $K_{N_3^i}$ – количество животных, зверей, птицы соответствующего возраста, участвующих в данном технологическом процессе, гол. Градации животных, зверей, птицы N_1^i , N_2^i , N_3^i определяются по таблице 3.4;

R^i – интенсивность выделения азота, кг/(т·сут) (килограмм азота на тонну массы сельскохозяйственных животных, пушного зверя, домашней птицы в сутки), определяемая по таблице 3.10;

M^i – типовая масса i -того вида (технологической группы) сельскохозяйственного животного, пушного зверя, домашней птицы, кг, определяемая по таблице 3.10;

S_w^i – доля суммарного годового выделения азота на одну голову i -того вида (технологической группы) сельскохозяйственного животного, пушного зверя, домашней птицы в зависимости от систем уборки, хранения и использования навоза, согласно таблице 3.11;

$q_{N_2O}^w$ – удельное выделение закиси азота в рамках w -той системы уборки, хранения и использования навоза от i -того вида (технологической группы) сельскохозяйственного животного, домашней птицы кг/кг, определяемое по таблице 3.12.

В случае множественности процессов содержания, выращивания, откорма и воспроизводства сельскохозяйственного животного, пушного зверя, домашней птицы коэффициенты R^i , M^i , S_w^i , $q_{N_2O}^w$ применяются для каждой градации животных, птицы N_1^i , N_2^i , N_3^i .

Валовой выброс сероводорода, метиламина, фенола, метанола, пропиональдегида, гексановой кислоты, диметилсульфида, этилформиата, пыли меховой, микроорганизмов на различных этапах технологического процесса содержания, выращивания, откорма и воспроизводства i -того вида (технологической группы) сельскохозяйственного животного, пушного зверя, домашней птицы G_j^i , т/год, рассчитывается по формуле

$$G_j^i = 10^{-6} \cdot q_j^i (K_{N_1^i} + 0,7K_{N_2^i} + 0,4K_{N_3^i}), \quad (3.32)$$

где q_j^i – удельное выделение j -того вещества непосредственно от i -того вида (технологической группы) сельскохозяйственного животного, пушного зверя, домашней птицы при процессах содержания, выращивания, откорма и воспроизводства в течение года, г/(год·гол.), определяемое по таблицам 3.5–3.7;

$K_{N_1^i}$, $K_{N_2^i}$, $K_{N_3^i}$ – количество животных, зверей, птицы соответствующего возраста, участвующих в данном технологическом процессе, гол. Градации животных, зверей, птицы N_1^i , N_2^i , N_3^i определяются по таблице 3.4.

Методы расчета выбросов при процессах санитарной обработки мест содержания домашней птицы

По завершении цикла содержания, выращивания, откорма, воспроизводства и убоя домашней птицы производится санация пустого птичника, его подготовка к заселению новой партии. Санация производится согласно технологии (обычно в течение 20 дней) и представляет собой процессы, описанные в таблице 3.13, при которых в зависимости от проводимой операции выделяются соответствующие загрязняющие вещества. Выбросы загрязняющих веществ, поступающих в атмосферный воздух в процессе санитарной обработки мест содержания домашней птицы, относятся к залповым выбросам загрязняющих веществ в атмосферный воздух.

Валовой выброс пыли неорганической, содержащей менее 70 % двуокиси кремния, при ворошении помета птицы $G_{SiO_2}^i$, т/год, рассчитывается по формуле

$$G_{SiO_2}^i = 10^{-3} \cdot 0,0125(K_{N_1^i} + 0,7K_{N_2^i} + 0,4K_{N_3^i})K_{SiO_2}, \quad (3.33)$$

где $K_{N_1^i}$, $K_{N_2^i}$, $K_{N_3^i}$ – количество птицы соответствующего возраста, участвующей в данном технологическом процессе, гол. Градации животных, зверей, птицы N_1^i , N_2^i определяются по таблице 3.4;

K_{SiO_2} – параметр, характеризующий количество пыли неорганической, содержащей двуокись кремния, образующейся при ворошении помета птицы, кг/т, равный 0,2.

Валовой выброс пыли неорганической, содержащей менее 70 % двуокиси кремния при обдувке помещений $G_{SiO_2}^i$, т/год, рассчитывается по формуле

$$G_{SiO_2}^i = 10^{-6} \cdot 0,3(K_{N_1^i} + 0,7K_{N_2^i} + 0,4K_{N_3^i}), \quad (3.34)$$

где 0,3 – эмпирический коэффициент выброса пыли неорганической, содержащей менее 70 % двуокиси кремния при обдувке помещений;

$K_{N_1^i}$, $K_{N_2^i}$, $K_{N_3^i}$ – количество птицы соответствующего возраста, участвующей в данном технологическом процессе, гол. Градации животных, зверей, птицы N_1^i , N_2^i , N_3^i определяются по таблице 3.4;

K_{SiO_2} – параметр, характеризующий количество пыли неорганической, содержащей двуокись кремния, образующейся при ворошении помета птицы, кг/т, равный 0,2.

Валовой выброс диоксида азота при огневом обезвреживании мест содержания птицы $G_{NO_2}^i$, т/год, рассчитывается по формуле

$$G_{NO_2}^i = 10^{-3} \cdot B \cdot Q_i^r \cdot K_{NO_2}, \quad (3.35)$$

где B – расход топлива, т/год;

Q_i^r – низшая рабочая теплота сгорания топлива, МДж/м³ (МДж/кг);

K_{NO_2} – параметр, характеризующий количество диоксида, образующегося при сжигании топлива, м³/ГДж (кг/ГДж), для природного газа равен 0,08; дизельного топлива – 0,17; печного бытового топлива – 0,19; для мазута – 0,21.

Валовой выброс диоксида серы при огневом обезвреживании мест содержания птицы $G_{SO_2}^i$, т/год, рассчитывается по формуле

$$G_{SO_2}^i = 10^{-3} \cdot B \cdot Q_i^r \cdot K_{SO_2}, \quad (3.36)$$

где B – расход топлива, т/год;

Q_i^r – низшая рабочая теплота сгорания топлива, МДж/м³ (МДж/кг);

K_{SO_2} – параметр, характеризующий количество диоксида серы, образующегося при сжигании топлива, м³/ГДж (кг/ГДж), для природного газа равен 0; дизельного топлива – 0,008; печного бытового топлива – 0,02; для мазута – 0,055.

Валовой выброс оксида углерода при огневом обезвреживании мест содержания птицы G_{CO}^i , т/год, рассчитывается по формуле

$$G_{CO}^i = 10^{-3} \cdot B \cdot Q_i^r \cdot K_{CO}, \quad (3.37)$$

где B – расход топлива, т/год;

Q_i^r – низшая рабочая теплота сгорания топлива, МДж/м³ (МДж/кг);

K_{CO} – параметр, характеризующий количество оксида углерода, образующегося при сжигании топлива, м³/ГДж (кг/ГДж), для природного газа равен 0,25; дизельного топлива – 0,294; печного бытового топлива – 0,304; для мазута – 0,319.

Валовой выброс сажи при огневом обезвреживании мест содержания птицы G_C^i , т/год, рассчитывается по формуле

$$G_C^i = 10^{-3} \cdot B \cdot Q_i^r \cdot K_C, \quad (3.38)$$

где B – расход топлива, т/год;

Q_i^r – низшая рабочая теплота сгорания топлива, МДж/м³ (МДж/кг);

K_C – параметр, характеризующий количество сажи, образующейся при сжигании топлива, м³/ГДж (кг/ГДж), для природного газа равен 0,113; дизельного топлива – 0,029; печного бытового топлива – 0,032; для мазута – 0,036.

Валовой выброс углеводородов при огневом обезвреживании мест содержания птицы $G_{C_1-C_{10}}^i$, т/год, рассчитывается по формуле

$$G_{C_1-C_{10}}^i = 10^{-3} \cdot B \cdot Q_i^r \cdot K_{C_1-C_{10}}, \quad (3.39)$$

где B – расход топлива, т/год;

Q_i^r – низшая рабочая теплота сгорания топлива, МДж/м³ (МДж/кг);

$K_{C_1-C_{10}}$ – параметр, характеризующий количество углеводородов, образующихся при сжигании топлива, м³/ГДж (кг/ГДж), для природного газа равен 0,113; дизельного топлива – 0,162; печного бытового топлива – 0,197; для мазута – 0,239.

Валовой выброс формальдегида и фенола при санитарной обработке мест содержания птицы G_j^i , т/год, рассчитывается по формуле

$$G_j^i = 10^{-3} \cdot R_j \cdot \rho \cdot d_j, \quad (3.40)$$

где R_j – расход дезинфицирующего средства, л/год;

ρ – плотность дезинфицирующего средства, кг/л;

d_j – содержание загрязняющего вещества в дезинфицирующем средстве, %, при использовании: формалина – 40 % формальдегида, креолина – 27,5 % фенола.

Таблица 3.4 – Градация животных, зверей, птицы в зависимости от возраста

Наименование сельскохозяйственного животного, пушного зверя, домашней птицы	Вид/группа животных по данным Государственной статистической отчетности	Градация животных, принимаемая для целей настоящего технического кодекса
1	2	3
Молочные коровы	Телки от 2 лет и старше осемененные	N_1^i
	Телки от 2 лет и старше не осемененные	N_1^i
	Коровы молочного стада, (без коров на откорме и нагуле)	N_1^i
	Коровы молочного стада, выделенные для группового подсосного выращивания телят	N_1^i
Немолочный крупный рогатый скот	Коровы мясного направления	N_1^i
	Крупный рогатый скот мясного направления, за исключением коров	N_1^i
	Крупный рогатый скот на откорме и нагуле	N_1^i
	Коровы мясного и молочного направления на откорме и нагуле	N_1^i
	Быки-производители	N_1^i
	Телки от 1 года до 2 лет осемененные	N_2^i
	Нетели	N_2^i
	Бычки старше 1 года	N_2^i
	Бычки до 1 года	N_3^i
	Телки до 1 года	N_3^i
	КРС, не включенный в приведенные выше группы (остаток)	N_2^i
Лошади	Рабочие лошади	N_1^i
	Жеребцы-производители	N_1^i
	Кобылы старше 3 лет	N_1^i
	Лошади до 18 месяцев	N_3^i
	Лошади, не включенные в приведенные выше группы (остаток)	N_2^i

Продолжение таблицы 3.4

1	2	3
Свиньи	Основные свиноматки	N_1^i
	Проверяемые свиноматки	N_1^i
	Хряки-производители	N_1^i
	Ремонтные свинки старше 4 месяцев	N_2^i
	Поросята до 4 месяцев	N_3^i
	Свиньи, не включенные в приведенные выше группы (остаток)	N_2^i
Козы, бараны, овцы	Овцематки и ярки старше 1 года	
	Козоматки	
	Овцы – всего	
	Козы – всего	
	Козы, бараны и овцы, не включенные в приведенные выше группы (остаток)	
Соболь, норка, хорек, лисица, песец	Более 14 месяцев	N_1^i
	От 9 до 14 месяцев	N_2^i
	Менее 9 месяцев	N_3^i
Соболь, норка, хорек, лисица, песец	Более 14 месяцев	N_1^i
	От 9 до 14 месяцев	N_2^i
	Менее 9 месяцев	N_3^i
Кролик, нутрия	Кроликоматки	N_1^i
	Взрослые нутрии более 6 месяцев	N_1^i
	Кролик, нутрия до 6 месяцев	N_3^i
	Кролик, нутрия, не включенные в приведенные выше группы (остаток)	N_2^i
Домашняя птица	Куры и петухи взрослые более 170 дней	N_1^i
	Куры-несушки	N_1^i
	Гуси, утки, индюки взрослые более 170 дней	N_1^i
	Гуси, утки, индюки, куры молодняк от 45 до 170 дней	N_2^i
	Цыплята-бройлеры, гуси, утки менее 45 дней	N_3^i
Страусы	Более 30 месяцев	N_1^i
	От 14 до 30 месяцев	N_2^i
	Менее 14 месяцев	N_3^i

Таблица 3.5 – Величины удельных выделений аммиака от сельскохозяйственного животного, пушного зверя, домашней птицы при отсутствии данных о системе их содержании и от процессов уборки, хранения и использования навоза в течение года, кг/(год·гол.)

Наименование сельскохозяйственного животного, пушного зверя, домашней птицы	Системы содержания животных			Процессы уборки, хранения и использования навоза ³⁾ . Время между разбрасыванием буртов и их запашкой в почву составляет более 48 часов
	Удельные выделения в помещении при отсутствии данных о системе содержания ¹⁾	Удельные выделения в загоне, на выгульно-кормовой площадке ²⁾	Удельные выделения на пастбище, выпасе ²⁾	
Молочные коровы	8,7	3,8	3,9	12,1
Немолочный крупный рогатый скот	4,4	1,9	2,0	6,0
Лошадь	2,9	0	2,9	2,2
Основные свиноматки	7,43	2,18	0	6,82
Свиньи, хряки-производители, проверяемые свиноматки	2,89	0,85	0	2,65
Ремонтные свинки старше 4 месяцев	1,9	0,75	0	1,7
Поросята до 4 месяцев	0,8	0,36	0	0,6
Коза, баран, овца	0,24	0	0,8	0,22
Пушные звери ⁴⁾	0,60	0	0	1,09
Куры-несушки, куры и петухи взрослые более 170 дней	0,19	0,3	0	0,15
Цыплята-бройлеры	0,15	0,2	0	0,11
Домашняя птица ⁵⁾	0,48	0,6	0	0,38

Примечание: 1) Удельные выделения аммиака от сельскохозяйственных животных, пушного зверя, домашней птицы, находящихся в помещении при наличии данных о системе их содержания.
2) Коэффициенты удельных выделений применяются только лишь при использовании систем содержания животных на пастбище, выпасе в загоне, на выгульно-кормовой площадке.
3) К указанным значениям применяются коэффициенты снижения удельных выделений при процессах уборки, хранения и использования навоза в зависимости от используемого метода внесения навоза в почву.
4) Под пушными зверями понимаются кролики, лисицы, еноты, норки, хорьки, нутрии, песцы, соболя.
5) Под домашней птицей понимаются индюки, утки, гуси, страусы.

Таблица 3.6 – Величины удельных выделений аммиака от сельскохозяйственного животного, домашней птицы, находящихся в помещении, кг/(год·гол.)

Тип содержания	Наименование сельскохозяйственного животного, домашней птицы	Удельные выделения аммиака кг/(год·гол.)
1	2	3
Система без привязи	Молочные коровы	5,5
	Немолочный КРС	2,1
Система с привязью	Молочные коровы	4,4
	Немолочный КРС	1,8

Продолжение таблицы 3.6

1	2	3
Желобчатый пол	Молочные коровы	8,3
	Немолочный КРС	4,2
Твердый навоз, наклонный пол или система с глубокой соломенной подстилкой (с достаточным количеством соломы (5–6 кг на 1 корову в день))	Молочные коровы	7,5
	Немолочный КРС	3,2
Система содержания скота на привязи только в зимний период	Немолочный КРС	5,0
Система удаления навоза по несколько раз в день без использования кислоты, скребковые системы удаления навоза	Молочные коровы	8,0
	Немолочный КРС	4,0
Сплошной пол с соломенной подстилкой	Молочные коровы	6,0
	Немолочный КРС	3,5
Содержание в группе на полностью решетчатом полу с глубокой навозной ямой под ним и принудительной вентиляцией	Откармливаемые свиньи Базовая система	3,0
Содержание в группе на полностью решетчатом полу: с вакуумной системой	Откармливаемые свиньи, с учетом применения систем снижения выбросов	2,25
со смывными каналами; без аэрации		2,1
смывные желоба/трубки; без аэрации		1,8
со смывными каналами; аэрация		1,35
смывные желоба/трубки; аэрация		1,35
Содержание в группе на частично решетчатом полу:		
со скребком; бетонные планки		1,8
с охлаждающими поверхность пластинами; бетонные планки		1,5
с охлаждающими поверхность пластинами; бетонные планки		1,2
со смывными каналами; без аэрации		1,5
со смывными каналами; аэрация		1,2
смывные желоба/трубки; без аэрации		1,2
смывные желоба/трубки; аэрация		1,2
с каналами/наклонными стенами/бетонными планками		1,2
с каналами/наклонными стенами/металлическими планками		1,05
со скребком; металлические планки		1,5
Полностью решетчатый пол с пластическими или железными планками	Подсосные свиноматки с поросятами. Базовая система	8,7
Полностью решетчатый пол с пластическими или железными планками с наклонным полом		6,09
с каналом для отвода воды и навозной жижи со смывными и навозными желобами	Подсосные свиноматки с поросятами, с учетом применения систем снижения выбросов	3,05
с ямой для навоза		2,61
с охлаждающими поверхность пластинами		6,0
Частично решетчатый пол с пластическими или железными планками с уменьшенным размером навозной ямы		6,0
Содержание по отдельности на полностью решетчатом бетонном полу с глубокой ямой	Оплодотворенные и супоросные свиноматки Базовая система	4,2

Продолжение таблицы 3.6

1	2	3
Полностью решетчатый бетонный пол с вакуумной системой	Оплодотворенные и супоросные свиноматки, с учетом применения систем снижения выбросов	3,15
со смывными каналами; без аэрации		2,94
со смывными каналами; аэрация		1,89
смывные желоба/трубки; без аэрации	Оплодотворенные и супоросные свиноматки, с учетом применения систем снижения выбросов	2,52
смывные желоба/трубки; аэрация		1,89
Частично решетчатый пол		
с уменьшенной навозной ямой		2,94
с охлаждающими поверхность навоза пластинами		2,1
с вакуумной системой; бетонные планки		3,15
с вакуумной системой; металлические планки		2,73
со смывными каналами; без аэрации		2,1
со смывными каналами; аэрация		1,68
смывные желоба/трубки; без аэрации		2,1
смывные желоба/трубки; аэрация		1,26
со скребком; бетонные планки	2,94	
со скребком; металлические планки	2,1	
Загон или одноярусная клеточная батарея с полностью решетчатым полом с пластиковыми или металлическими планками и глубокой навозной ямой под ним	Поросята-отъемыши Базовая система	0,8
Либо полностью, либо частично решетчатый пол	Поросята-отъемыши, с учетом применения систем снижения выбросов	
со скребком для навоза		0,38
со смывными желобами или трубками, без аэрации		0,38
с двухклиматной системой		0,52
с наклонным или выпуклым сплошным полом	Поросята-отъемыши, с учетом применения систем снижения выбросов	0,48
с ямой для навоза и каналом для смыва водой		0,36
с треугольными железными планками, каналом для навоза с наклонными стенками		0,24
с охлаждающими поверхность пластинами		0,2
Полностью решетчатый пол с вакуумной системой		0,6
Частично решетчатый пол с уменьшенной навозной ямой и наклонными стенками		0,24
Открытое хранилище помета под птичниками	Куры-несушки в клетках Базовая система	0,22
Аэрируемое открытое хранилище помета под клетками (системы с глубокими ямами или высоко поднятые и канальные системы)	Куры-несушки в клетках, с учетом применения систем снижения выбросов	0,154
Удаление помета ленточным транспортером в закрытое хранилище		0,075
Расположенные вертикальными ярусами клетки с ленточными транспортерами и принудительной сушкой воздухом		0,099

Продолжение таблицы 3.6

1	2	3
Расположенные вертикальными ярусами клетки с ленточными транспортерами и принудительной сушкой пульсирующим воздухом		0,088
Расположенные вертикальными ярусами клетки с ленточными транспортерами и усиленной принудительной сушкой воздухом		0,046
Расположенные вертикальными ярусами клетки с ленточными транспортерами и внутренним или внешним сушильным тоннелем		0,046
Система с глубокой подстилкой (без вентилирования подстилки)	Куры-несушки со свободным выгулом Базовая система	0,315
Система с глубокой подстилкой и принудительной сушкой помета	Куры-несушки со свободным выгулом, с учетом применения систем снижения выбросов	0,126
Система с глубокой подстилкой на перфорированном полу и принудительной сушкой помета		0,110
Ярусная система		0,091
Помещения со сплошным полом, который полностью покрыт подстилочным материалом	Цыплята-бройлеры Базовая система	0,080
Принудительная сушка воздухом через перфорацию	Цыплята-бройлеры, с учетом применения систем снижения выбросов	0,014
Ярусный пол и принудительная сушка воздухом		0,005
Ярусный пол, убираемые стенки и принудительная сушка воздухом		0,005
Система с комбинированными ярусами		0,045

Таблица 3.7 – Коэффициенты снижения выбросов аммака в зависимости от метода внесения навозной жижи в почву

Метод снижения выбросов	Описание метода	Коэффициент снижения выбросов
1	2	3
Ленточное внесение удобрений	Разбрасыватели для ленточного внесения удобрений, прицепные сошники и инжекторы обычно устанавливаются в задней части цистерны для жидкого навоза, которая либо буксируется трактором, либо является частью самоходной сельскохозяйственной машины. В некоторых случаях машина для внесения удобрений может прицепляться к задней части трактора, при этом навозные стоки подаются в нее по длинному «пуповинному» шлангу из цистерны или склада, расположенного за пределами участка. Применение таких «пуповинных» систем устраняет необходимость вывоза на участок тяжелых цистерн для жидкого навоза.	0,7 Снижение выбросов может быть ниже, если высота травы более 10 см

Продолжение таблицы 3.7

1	2	3
	Разбрасыватель для ленточного внесения удобрений обеспечивает внесение навозной жижи на уровне или чуть выше уровня почвы с помощью системы свешивающихся или стелющихся по земле трубок. Рабочая ширина разбрасывателя обычно составляет 12 м, а расстояние между полосами – около 30 см. Этот метод можно использовать на пастбищных угодьях и пахотных землях, например, для внесения навозной жижи между рядами посевных культур. В силу большой ширины этой машины данный метод непригоден для небольших участков неправильной формы или на крутых склонах. Может также происходить засорение шлангов при большом содержании соломы в жидком навозе	
Прицепной сошник	Этот метод используется главным образом на пастбищных угодьях. Листья и стебли травы раздвигаются узким прицепным сошником или башмаком над поверхностью почвы, и на эту поверхность с интервалами в 20–30 см наносятся узкие полосы навозной жижи. Эти полосы должны покрываться слоем травы высотой не менее 8 см. Такие машины доступны с различной шириной, достигающей 7–8 м. Возможности применения этого метода ограничиваются размером, формой и уклоном участка и наличием камней на поверхности почвы	0,4
Инжекторная заделка в открытые борозды	Этот метод используется главным образом на пастбищных угодьях. Для нарезания в почве вертикальных борозд глубиной до 5–6 см, в которые вносятся навозные стоки, используются ножи или дисковые сошники различной формы. Расстояние между бороздами обычно составляет 20–40 см, а рабочая ширина – 6 м. Норма внесения удобрений должна регулироваться таким образом, чтобы не допускать перелива на поверхность почвы избытка навозной жижи из открытых борозд. Этот метод нельзя применять на очень каменистых землях или на очень маломощных или уплотненных почвах, где невозможно обеспечить единообразное проникновение ножей или дисковых сошников на требуемую рабочую глубину. Уклон участка может являться ограничивающим фактором для инжекторной заделки навозной жижи в открытые борозды	0,3
Инжекторная заделка в закрытые борозды	Различают методы неглубокой (5–10 см) и глубокой (15–20 см) заделки. После заделки навозной жижи в борозды последние полностью закрываются с помощью прикатывающих колес или катков, установленных за инжекторами. Метод неглубокой заделки в закрытые борозды более эффективен в плане сокращения выбросов аммиака, чем метод заделки в открытые борозды. Его применение возможно только в том случае, если категория и состояние почвы действительно позволяют обеспечить закрытие борозды. Поэтому метод имеет меньшее распространение по сравнению с методом заделки в открытые борозды. Инжекторы для глубокой заделки обычно представляют собой ряд трубок, имеющих боковые лопатки или «гусиные лапки» для содействия распространению навозной жижи в почве в разные стороны, чтобы добиться относительно высоких норм внесения удобрений. Расстояние между трубками обычно составляет 25–50 см, а рабочая ширина – 2–3 м.	0,2

Продолжение таблицы 3.7

1	2	3
	Хотя эффективность сокращения выбросов аммиака с помощью этого метода высока, возможности его применения являются очень ограниченными. Метод глубокой заделки может применяться главным образом на пахотных землях, поскольку механические повреждения могут снижать продуктивность пастбищных угодий. К числу других факторов, ограничивающих возможности применения этого метода, относят мощность почвы и содержание глины и камней, уклон и большое тяговое усилие, требующее использования мощных тракторов	
Разбрасывание и одновременная вспашная заделка	Заделка навоза, разбросанного по поверхности почвы, путем вспашки является эффективным средством для сокращения выбросов аммиака. Метод вспашки используется главным образом для внесения твердого навоза в пахотные земли. Этот метод	0,2
Разбрасывание и последующая вспашная заделка в течение менее 4 ч	можно также использовать для внесения в почву навозной жижи в том случае, когда применять методы инжекторной заделки не представляется возможным по тем или иным причинам. Метод вспашной заделки удобрений можно применять на пастбищных угодьях при переходе к пахотному земледелию (например, в порядке севооборота) или при повторном посеве. При разбрасывании навоза по поверхности почвы аммиак быстро улетучивается,	0,45
Заделка диском	и поэтому более значительное сокращение выбросов обеспечивается в том случае, когда заделка навоза осуществляется сразу после его разбрасывания. Это предусматривает необходимость использования второго трактора, который должен двигаться сразу же за навозоразбрасывателем. Более практичным вариантом, в	0,3
Разбрасывание и последующая вспашная заделка в течение 12 ч	особенности для небольших хозяйств, может быть заделка навоза в течение 12 ч с момента разброса навоза, но такой вариант менее эффективен для уменьшения выбросов. Осуществление заделки возможно только до того, как будут посажены культуры. Впоследствии, если отсутствуют растения, которые смогли бы усвоить уже присутствующий и доступный азот, возрастает риск выщелачивания азота.	0,35
Мгновенная заделка вспашкой (навоз крупного рогатого скота, свиней)	Вспашная заделка навоза сопровождается риском превращения загрязнения воздуха в загрязнение воды, но снижает риск возникновения поверхностного стока в результате последующих дождей	0,1
Мгновенная заделка вспашкой (птичий помет)		0,05
Заделка вспашкой в течение 12 ч		0,45
Заделка вспашкой в течение 24 ч		0,3
Заделка вспашкой в течение 48 ч		0,2
Примечание. Показатели эффективности, приведенные в таблице, обеспечиваются только в том случае, если навоз полностью покрывается слоем почвы. При применении других типов сельскохозяйственного оборудования уровень эффективности снижается.		

Таблица 3.8 – Коэффициенты снижения выбросов аммиака в зависимости от способа хранения навозной жижи крупного рогатого скота и свиней

Метод снижения	Применимость	Коэффициент снижения выбросов
«Жесткая» крышка, кровля или навес	Закрытые бетонные или стальные резервуары или навозохранилища. Метод может быть непригоден для существующих хранилищ	0,2
Плавающее покрытие из пластиковых материалов, брезента или другого подходящего материала	Небольшие открытые отстойники с земляными стенками. Большие открытые отстойники с земляными стенками и бетонные или стальные резервуары	0,4
Покрытия с применением несложных технологий (солома, торф, кора, шарики-заполнители и т. д.)	Бетонные или стальные резервуары или навозохранилища. Не применим на фермах, на которых производится частое внесение навозной жижи. Не применим, если используемые материалы создают проблемы в обращении с навозом	0,6
Компостирование в емкостях, буртах, компостных рядах	Открытые емкости, кучи, ряды. Кучи и ряды по мере их увеличения оборудуются земляными стенками	0,8
Естественная корка	Только для типов навозной жижи с высоким содержанием сухого вещества. Не применим на фермах, на которых необходимо перемешивать навозную жижу с целью частого ее внесения	0,65

Таблица 3.9 – Величины удельных выделений метана при процессах кишечной ферментации КРС, содержания других сельскохозяйственных животных, пушного зверя, домашней птицы в течение года и при процессах уборки, хранения и использования навоза в течение расчетного периода времени

Наименование сельскохозяйственного животного	Удельные выделения при процессах кишечной ферментации в течение года кг/(год·гол.)	Удельные выделения при процессах уборки хранения и использования навоза, кг/(год·гол.)
Молочные коровы	99	4,7
Немолочный крупный рогатый скот	58	2,72
Лошади	18	1,39
Свиньи	1,5	3,94
Козы	5	0,12
Бараны, овцы	8	0,19
Кролики	0,5	0,08
Пушные звери	0,1	0,68
Мясные куры, петухи, цыплята, гуси, гусята	0	0,02
Куры-несушки	0	0,03
Другая взрослая птица более 170 дней	0	0,045
Молодняк другой птицы до 170 дней	0	0,02
Страусы	0	0,08
Примечание. Под пушными зверями понимаются кролики, лисицы, еноты, норки, хорьки, нутрии, песцы, соболя.		

Таблица 3.10 – Интенсивность выделения азота, типовая масса сельскохозяйственного животного, пушного зверя, домашней птицы и величины удельных выделений азота при процессах уборки, хранения и использовании навоза в течение расчетного периода времени

Наименование сельскохозяйственного животного, пушного зверя, домашней птицы	Интенсивность выделения азота, кг/(т·сут)	Типовая масса сельскохозяйственного животного, пушного зверя, домашней птицы, кг
Молочные коровы	0,50	550
Немолочный крупный рогатый скот	0,35	420
Лошади	0,36	390
Свиньи	0,77	50
Козы	1,42	38,5
Бараны, овцы	1,13	48,5
Кролики	2,61	4,3
Лисицы, еноты	1,77	6,35
Норки, хорьки	6,42	1,75
Нутрии	2,25	5,0
Песцы	1,55	7,25
Соболи	8,32	1,35
Куры в возрасте более 170 дней	1,51	1,45
Куры-молодки от 45 до 170 дней	1,99	1,1
Цыплята-бройлеры	3,13	0,7
Гуси	1,83	3,0
Индейки	1,03	5,3
Страусы	0,66	75

Таблица 3.11 – Соотношение основных типов систем уборки, хранения и использования навоза и птичьего помета для различных категорий сельскохозяйственных животных и птицы, доля суммарного годового выделения азота на одну голову 1-го вида (технологической группы) сельскохозяйственного животного, пушного зверя, домашней птицы в зависимости от систем уборки, хранения и использования навоза

Наименование сельскохозяйственного животного, пушного зверя, домашней птицы	Жидкий навоз/навозные стоки		Сухое хранение/компостирование		Пастбище, выпас, загон, в том числе выгульно-кормовая площадка		Средневзвешенная доля суммарного годового выделения азота при отсутствии данных о системе уборки, хранения и использования навоза S_w^i
	использование данной системы, %	S_w^i	использование данной системы, %	S_w^i	использование данной системы, %	S_w^i	
1	2	3	4	5	6	7	8
Молочные коровы	1	0,175	76,3	0,6	22,7	0,18	0,500
Немолочный крупный рогатый скот	5,6	0,225	66,9	0,44	27,5	0,2	0,362
Лошади	0	0	81,6	0,38	18,4	0,23	0,352

Продолжение таблицы 3.11

1	2	3	4	5	6	7	8
Свиньи	23,9	0,247	76,1	0,42	0	0	0,379
Козы	0	0	81,6	0,32	18,4	0,18	0,294
Бараны, овцы	0	0	81,6	0,3	18,4	0,19	0,280
Пушные звери	0	0	100	0,01	0	0	0,010
Кролики	0	0	100	0,006	0	0	0,006
Нутрии	100	0,004	0	0	0	0	0,004
Домашняя птица	0	0	93,5	0,04	6,5	0,08	0,043

Таблица 3.12 – Удельное выделение закиси азота в рамках систем уборки, хранения и использования навоза

Наименование процесса	Удельное выделение закиси азота в рамках систем уборки, хранения и использования навоза, кг/кг	
	Пастбище, выпас, загон	для крупного рогатого скота, домашней птицы и свиней	0,02
	овец, баранов, коз, лошадей	0,01
	пушных зверей	0,005
Выгульно-кормовая площадка		0,02
Сухое хранение		0,005
Жидкий навоз/навозные стоки	с естественной поверхностной коркой	0,005
	без естественной поверхностной корки	0,001
Хранение в ямах под стойлами животных		0,002
Глубокая подстилка крупного рогатого скота и свиней	без перемешивания	0,01
	активное перемешивание	0,07
Компостирование в емкостях и в буртах		0,006
Компостирование в компостных рядах с интенсивной аэрацией		0,1
Компостирование в компостных рядах с неинтенсивной (пассивной) аэрацией		0,01
Помет домашней птицы с подстилкой/без подстилки		0,001
Аэробная обработка	естественные системы аэрации	0,01
	системы принудительной аэрации	0,005

Таблица 3.13 – Характеристика птичников для расчета выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, наименование загрязняющих веществ

Процедура	Описание процесса, расходные материалы	Наименование выделяющихся загрязняющих веществ
1	2	3
Уборка помета Подметание – проводится сразу после удаления помета (продолжительность уборки – 1 день)	Помет сгребается трактором, подгребается лопатами. Возрастает загазованность за счет ворошения помета. Работает 50–100 % вентиляторов. Выброс идет через вытяжные вентиляторы	Пыль неорганическая, содержащая двуокись кремния менее 70 %, сероводород, аммиак (выбросы сероводорода и аммиака учтены в разделе 5)

Продолжение таблицы 3.13

1	2	3
Обдувка (1,5–2 ч)	Обдувка электро- и вентоборудования производится сжатым воздухом (10 атм.) от компрессора с целью его очистки от насевшей органической пыли	Пыль неорганическая, содержащая двуокись кремния менее 70 %, аммиак, сероводород (выбросы сероводорода и аммиака учтены в разделе 5)
Влажная дезинфекция, мойка водой (1–2 дня)	Производится моечной машиной, работающей на дизельном топливе. Расход – 7,1 л час. На птичник расходуется около 100 л	Продукты сжигания топлива (NO ₂ , CO, SO ₂ , сажа)
Прожигание огнеметом (1–1,5 ч на зал)	Обжиг ведется огнеметом, работающим на дизельном топливе. Расход – 160 л на моноблок (3-секционный птичник). На один зал или одиночный птичник расход, соответственно, равен 160 / 3 = 53,33 л.	Продукты сгорания топлива (NO ₂ , CO, SO ₂ , сажа)
Дезинфекция известью, побелка известью гашеной, создание подстилки	Обработка раствором каустической соды, побелка известью полов и потолка, завоз, создание подстилки из опилок, просушка посредством вентиляторов	Выбросов нет, или ими можно пренебречь
Газация формалином или креолином (нагнетание формалина и работа пушки – 1 ч), Процесс дезинфекции (птичник стоит закрытым 24–48 ч), Проветривание посредством вентиляторов (24–48 ч)	Раствор формалина или креолина распыляется специальной пушкой с порога птичника в течение часа. Пушка работает на бензине. Расход – 10 л/ч. Продолжительность газации 1 ч. На птичник расходуется около 10 л бензина и 120 л раствора формалина. Далее птичник закрывается на 24–48 ч для процесса дезинфекции, затем происходит проветривание (дегазация) в течение 24–48 ч	Формальдегид или фенол Продукты сгорания топлива (NO ₂ , CO, SO ₂ , углеводороды предельные C ₁ –C ₁₀)

Таблица 3.14 – Наименование, коды и ПДК загрязняющих веществ

Код вещества	Наименование вещества	Класс опасности	ПДК м.р., мг/м ³	ПДК с.с., мг/м ³
1	2	3	4	5
0301	Азота IV оксид (азота диоксид)	2	0,25	0,1
0303	Аммиак	4	0,2	-
0328	Углерод черный (сажа)	3	0,15	0,05
0330	Сера диоксид (ангидрид сернистый, сера (IV) оксид, сернистый газ)	3	0,5	0,2
0333	Сероводород	2	0,008	-
0337	Углерода оксид (окись углерода, угарный газ)	4	5,0	3,0
0401	Углеводороды предельные алифатического ряда C ₁ –C ₁₀ (алканы)	4	25,0 (ОБУВ)	
0410	Метан ¹⁾	4	50,0 (ОБУВ)	
1052	Метанол (метиловый спирт)	3	1,0	0,5
1071	Фенол (гидроксибензол)	2	0,001	0,0007

Продолжение таблицы 3.14

1	2	3	4	5
1246	Этилформиат (муравьиной кислоты этиловый эфир)	б/к	0,02 (ОБУВ)	
1314	Пропиональдегид (пропаналь, пропионовый альдегид)	3	0,01	-
1325	Формальдегид (метаналь)	2	0,03	0,012
1531	Гексановая кислота (капроновая кислота)	3	0,01	0,005
1707	Диметилсульфид	4	0,8	0,6
1849	Метиламин (монометиламин)	2	0,004	0,001
2603	Микроорганизмы и микроорганизмы-продуценты (отраслей промышленности: мукомольной, комбикормовой, дрожжевой, пивоваренной, кормовых-дрожжей, аминокислот, ферментов, биопрепаратов на основе молочнокислых бактерий) (по общему бактериальному счету) ²⁾	б/к	5000 кл/м ³ (ОБУВ)	
2908	Пыль неорганическая, содержащая двуокись кремния менее 70 % (шамот, цемент, пыль цементного производства – глина, глинистый сланец, доменный шлак, песок, клинкер, зола, кремнезем, доломит, пыль цементного производства – известняк, мел, огарки, сырьевая смесь, пыль вращающихся печей, боксит и др.)	3	0,3	0,1
2920	Пыль меховая (шерстяная, пуховая)	б/к	0,03 (ОБУВ)	

¹⁾ Метан является не только загрязняющим веществом, но и парниковым газом.
²⁾ Значения не суммируются с величинами выбросов других загрязняющих веществ и помечаются буквой К.

Таблица 3.15 – Описание систем уборки, хранения и использования навоза

Наименование процесса	Описание процесса
1	2
Пастбище, выпас, загон	Навоз от животных, которые пасутся на пастбище или выпасе, остается неубранным и не обрабатывается
Суточное разбрасывание	Навоз регулярно убирается из помещений, где содержатся животные, и вносится в возделываемые земли или пастбища в течение 48 ч после выделения
Сухое хранение	Хранение навоза обычно в течение периода нескольких месяцев в буртах вне помещений. Навоз можно буртовать благодаря присутствию достаточного количества подстилочного материала или потерь влаги через испарение
Выгульно-кормовая площадка	Асфальтированная или грунтовая открытая площадка для содержания без какого-либо существенного растительного покрова, с которой накапливающийся навоз может периодически убираться

Продолжение таблицы 3.15

1	2
Жидкий навоз/навозные стоки	Навоз хранится в том виде, в каком он был выделен животными, или к нему добавляют некоторое минимальное количество воды для облегчения работ по их удалению и хранят в специальных резервуарах за пределами помещений
Хранение в ямах под стойлами животных	Сбор и хранение навоза обычно с небольшой добавкой воды или без нее, обычно под решетчатым полом в закрытых помещениях для содержания скота
Глубокая подстилка крупного рогатого скота и свиней	По мере накопления навоза производится непрерывное добавление подстилки для абсорбции навоза в процессе производственного цикла, обычно на протяжении 6–12 мес, который удаляется техническими средствами по мере накопления. Система может использоваться в сочетании с выгульно-кормовой площадкой и пастбищем
Компостирование в буртах	Производится на открытых площадках
Компостирование в емкостях	Производится в закрытых канавах с принудительной аэрацией и непрерывном перемешивании. В буртах с принудительной аэрацией, но без перемешивания
Компостирование в компостных рядах с интенсивной аэрацией	В компостных рядах с регулярным перелопачиванием для обеспечения перемешивания и аэрации
Компостирование в компостных рядах с неинтенсивной (пассивной) аэрацией	В компостных рядах с нечастым перелопачиванием для обеспечения перемешивания и аэрации
Помет домашней птицы с подстилкой/без подстилки	Система с подстилкой аналогична системе с глубокой подстилкой для крупного рогатого скота и свиней. Система без подстилки может быть аналогичной открытым ямам в закрытых помещениях для содержания скота или может разрабатываться и использоваться для высушивания помета по мере его накопления. Система без подстилки известна как система уборки, хранения и использования навоза с высокоподнятым птичником и является формой пассивного компостирования в компостных рядах при надлежащей разработке и эксплуатации
Аэробная обработка	Биологическое окисление навоза, собранного в жидком виде, с использованием принудительной или естественной аэрации. Естественная аэрация ограничивается аэробными или аэробно-анаэробными прудами-накопителями, а также системами водно-болотных угодий и в основном обусловлена фотосинтезом. Поэтому эти системы становятся анаэробными во время периодов отсутствия солнечного света
<p>Примечания.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Применение жидкостных систем сбора и хранения навоза возможно только при стойловом содержании животных, которое практикуется при откорме животных на мясо. В откормочных хозяйствах содержится молодое поголовье крупного рогатого скота и свиней. Навоз молочного рогатого скота частично остается на пастбищах, остальной собирается и хранится в твердом виде. 2. Для пушных зверей характерно клеточное содержание и практически весь навоз хранится в твердом виде. 3. Учитывая специфику поведения нутрий и условия их содержания, как правило, весь навоз хранится в жидком виде. 4. Применение аэробных систем сбора и хранения навоза очень незначительно. 5. Для определения того, считается ли данная система предназначенной для хранения сухого или жидкого навоза/навозных стоков, следует пользоваться количественными данными. В качестве граничного значения разделяющего сухие и жидкие отходы, принимается 20 процентное содержание сухого вещества. 	

Таблица 3.16 – Величины удельных выделений загрязняющих веществ от сельскохозяйственных животных для различных этапов технологического процесса содержания, выращивания, откорма и воспроизводства

Наименование вещества	Ед. изм. (год·гол.)	Наименование сельскохозяйственного животного				
		Крупный рогатый скот	Лошадь	Свинья	Коза	Баран, овца
1. Сероводород	г	15,71	10,59	15,72	2,92	2,56
2. Метиламин	г	13,88	7,87	7,57	2,29	1,2
3. Фенол	г	6,94	5,55	8,33	1,58	1,32
4. Метанол	г	34,00	28,26	42,39	7,89	6,40
5. Пропиональдегид	г	17,35	12,11	17,03	3,47	2,76
6. Гексановая кислота	г	20,54	28,26	9,46	5,05	3,86
7. Диметилсульфид	г	26,64	40,37	59,80	12,30	9,38
8. Этилформиат	г	52,73	48,45	34,06	10,72	8,61
9. Пыль меховая	г	416,3	282,6	200,6	86,74	88,31
10. Микроорганизмы	кл	44376,7	32769,7	20016,6	8223,5	7603,0

Таблица 3.17 – Величины удельных выделений загрязняющих веществ от пушных зверей для различных этапов технологического процесса содержания, выращивания, откорма и воспроизводства

Наименование вещества.	Ед. изм (год·гол.)	Наименование пушного зверя					
		Соболь	Норка, хорек	Лисица	Песец	Кролик	Нутрия
1. Сероводород	г	0,135	0,259	0,602	0,664	0,117	0,128
2. Метиламин	г	0,085	0,116	0,280	0,297	0,149	0,173
3. Фенол	г	0,064	0,121	0,280	0,320	0,056	0,062
4. Метанол	г	0,315	0,607	1,402	1,532	0,271	0,311
5. Пропиональдегид	г	0,187	0,331	0,781	0,846	0,217	0,237
6. Гексановая кислота	г	0,243	0,386	0,901	0,983	0,353	0,394
7. Диметилсульфид	г	0,366	0,706	1,642	1,784	0,298	0,331
8. Этилформиат	г	0,519	0,839	1,963	2,127	0,719	0,804
9. Пыль меховая	г	0,86	1,093	2,524	2,813	1,831	2,019
10. Микроорганизмы	кл	580,4	777,5	1792,2	1989,3	1215,5	1339,6

Таблица 3.18 – Величины удельных выделений загрязняющих веществ от домашней птицы для различных этапов технологического процесса содержания, выращивания, откорма и воспроизводства

Наименование вещества	Ед. изм. (год·гол.)	Наименование домашней птицы				
		Кура	Утка	Гусь	Индейка	Страус
Сероводород	г	0,380	0,066	0,091	0,905	5,165
Метиламин	г	0,119	0,082	0,114	0,284	1,680
Фенол	г	0,165	0,032	0,044	0,401	2,295
Метанол	г	0,265	0,158	0,218	1,973	11,354
Пропиональдегид	г	0,306	0,105	0,147	0,719	4,258
Гексановая кислота	г	0,343	0,198	0,274	0,819	4,731
Диметилсульфид	г	1,733	0,152	0,208	4,129	24,128
Этилформиат	г	0,768	0,397	0,539	1,822	10,645
Пыль меховая	г	9,47	11,9	15,9	20,4	118,3
Микроорганизмы	кл	768,3	803,7	1070,5	1774,3	10240,4

3.3.6 Молниезащита сельскохозяйственных объектов

Для всех зданий и сооружений необходимо определить критерий необходимости устройства молниезащиты.

Если молниезащита зданию требуется, это не означает, что зданию нужна внешняя молниезащита (молниеотвод), средством молниезащиты может выступать (помимо молниеотвода) уравнивание потенциалов, выравнивание потенциалов, применение устройств защиты от импульсных перенапряжений, экранирование и др.

Необходимость устройства молниезащиты, средства молниезащиты, уровень молниезащиты (в том числе и по таблице) определяются на основании расчета рисков.

Согласно ТКП 336–2011 «Молниезащита зданий, сооружений и инженерных коммуникаций» риски бывают:

расчетные:

риск гибели людей R_1 ;

риск недопустимого нарушения коммунального обслуживания R_2 ;

риск потери культурных ценностей R_3 ;

риск нанесения ущерба материальной ценности R_4 .

допустимые: R_T

Тип ущерба	$R_T (y^{-1})$
Гибель людей или увечья	10^{-5}
Нарушение коммунального обслуживания	10^{-3}
Потеря культурных ценностей	10^{-3}

Расчет рисков

Раздел 6 ТКП 336–2011

для здания, сооружения:

риск гибели людей:

$$R_1 = R_A + R_B + R_C^* + R_M^* + R_U + R_V + R_W^* + R_Z;$$

риск недопустимого нарушения коммунального обслуживания:

$$R_2 = R_B + R_C + R_M + R_V + R_W + R_Z;$$

риск потери культурных ценностей:

$$R_3 = R_B + R_V;$$

риск нанесения ущерба экономической ценности (экономический):

$$R_4 = R_A^{**} + R_B + R_C + R_M + R_U^{**} + R_V + R_W + R_Z.$$

* Только для зданий или сооружений, в которых имеется опасность взрыва, и для больниц с электрическим оборудованием, применяемым для спасения жизни больных, или других сооружений, в которых повреждение внутренних систем сразу же создает угрозу безопасности людей.

** Только для сооружений, в которых могут погибнуть животные.

для системы энергоснабжения:

риск недопустимого нарушения коммунального обслуживания:

$$R'_2 = R'_V + R'_W + R'_Z + R'_B + R'_C;$$

риск нанесения ущерба экономической ценности (экономический):

$$R'_4 = R'_V + R'_W + R'_Z + R'_B + R'_C.$$

Элементы риска для здания в результате прямого удара:

R_A – элемент риска при прямом ударе молнии, когда возникает шаговое напряжение;

R_B – элемент риска при прямом ударе молнии, когда возникает взрыв или пожар;

R_C – элемент риска при прямом ударе молнии, когда возникают наводки и электромагнитные импульсы.

Элемент риска для здания при близких ударах молнии:

R_M – элемент риска при близком ударе молнии, когда возникают наводки и электромагнитные импульсы.

Элементы риска для здания в результате ударов молнии в системы энергоснабжения:

R_U – элемент риска при ударе молнии в коммуникацию, когда возникает шаговое напряжение;

R_V – элемент риска, при ударе молнии в коммуникацию, когда возникает взрыв или пожар;

R_W – элемент риска, относящийся к повреждению внутренних систем.

Элемент риска для здания в результате ударов молнии вблизи системы энергоснабжения:

R_Z – элемент риска, относящийся к повреждению внутренних систем.

ТКП 336-2011 определяет исходную формулу, в которой каждый элемент риска R_A , R_B , R_C , R_M , R_U , R_V , R_W и R_Z , может быть посчитан:

$$R_X = N_X \cdot P_X \cdot L_X,$$

где N_X – среднее количество несчастных случаев;

P_X – вероятность поражения;

L_X – ущерб поражения.

Например, $R_A = N_D \cdot P_A \cdot L_A$.

$$N_D = Ng \cdot Ad \cdot Cd \cdot 10^{-6},$$

где $Ng \approx 0,1 \cdot Td$ – среднегодовое число ударов молнии;

Cd – фактор учитывающий влияния окружающей обстановки;

Td – количество грозовых дней в году;

Ad – площадь стягивания молнии, m^2 ,

$$Ad = L \cdot W + 6 \cdot H \cdot (L + W) + 9 \cdot \pi \cdot (H)^2;$$

L , W , H – длина, ширина, высота сооружения, м;

$Ng \approx 0,1 \cdot Td$ – среднегодовое число ударов молнии.

Критерии определения необходимости устройства молниезащиты:

$$R1 \leq 10^{-5}$$

$R2 \leq 10^{-3}$ – молниезащита не требуется

$$R3 \leq 10^{-3}$$

$$R1 > 10^{-5}$$

$R2 \leq 10^{-3}$ – молниезащита требуется

$$R3 \leq 10^{-3}$$

$$R1 \leq 10^{-5}$$

$R2 > 10^{-3}$ – молниезащита требуется

$$R3 \leq 10^{-3}$$

$$R1 \leq 10^{-5}$$

$R2 \leq 10^{-3}$ – молниезащита требуется

$$R3 > 10^{-3}$$

Молниезащита требуется, если любой из элементов риска равен или превышает допустимое значение по риску гибели людей:

$$R_1 = R_A + R_B + R_C + R_M + R_U + R_V + R_W + R_Z.$$

Типы ущерба R_T (y^{-1}): гибель людей или увечья – 10^{-5} (для R_B ; R_C ; R_V).

1. Определяется необходимость молниезащиты на основании расчета.

2. Определяется уровень молниезащиты.

Примечание: следует обратить внимание, что уровни молниезащиты по таблице 7.2 ТКП 336–2011 носят рекомендательный характер, уровни, полученные при помощи расчета – это фактические и более достоверные уровни с учетом особенностей защищаемого объекта.

3. Средства молниезащиты определяются на основании расчета рисков.

Построение зоны защиты

В силу того, что разрядные напряжения воздушных промежутков, особенно при расстояниях в десятки метров, имеют значительные статистические разбросы, молниеотводы обеспечивают защиту объекта лишь с некоторой степенью вероятности.

Зоной защиты одиночного стержневого молниеотвода высотой h является круговой конус высотой $h_0 < h$, вершина которого совпадает с вертикальной осью молниеотвода. Габариты зоны определяются двумя параметрами: высотой конуса h_0 и радиусом конуса на уровне земли r_0 . Зона защиты одиночного молниеотвода приведена на рисунке. 3.3.

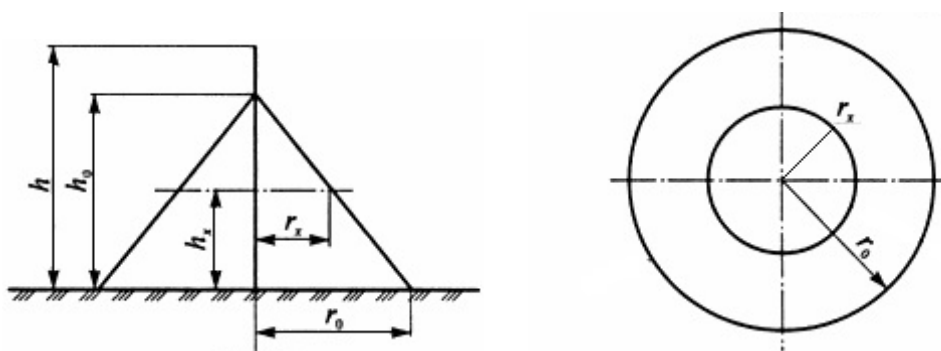


Рисунок 3.3 – Зона защиты одиночного стержневого молниеотвода

Зону защиты молниеотвода с достаточной степенью надежности можно рассчитать для молниеотводов высотой до 30 м по формуле

$$r_x = \frac{1,6}{1 + \frac{h_x}{h}} (h - h_x), \quad (3.41)$$

где h – высота молниеотвода;

r_x – радиус зоны защиты на высоте h_x ;

h_x – рассматриваемый уровень над поверхностью земли (или высота защищаемого объекта).

Метод упрощенного построения зоны защиты молниеотвода высотой до 30 м приведен на рисунке 3.4. Метод может быть использован при необходимости быстрого расчета.

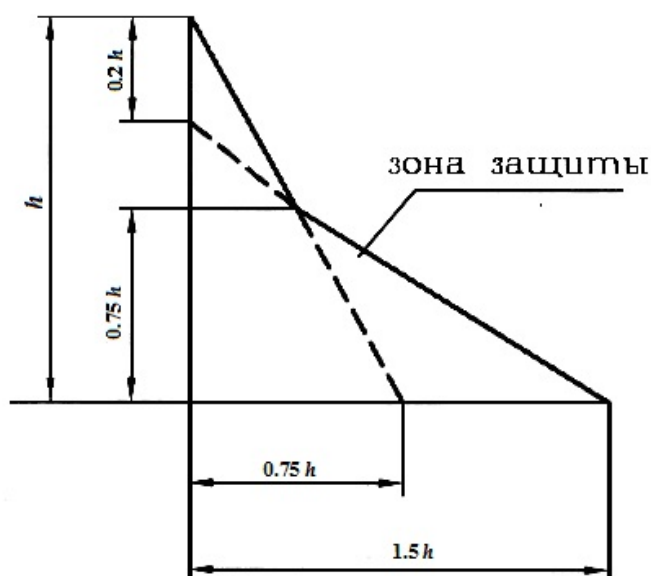


Рисунок 3.4 – Построение зоны защиты стержневого молниеотвода упрощенным методом

Чтобы быть защищенным от прямых ударов молнии, объект полностью должен находиться внутри конусообразного пространства, которое представляет собой зона защиты молниеотвода.

Эффективность молниеотводов высотой более 30 м снижается, так как при этом высота ориентировки молнии принимается постоянной, что не соответствует действительности.

В таблице 3.19 приведены расчетные формулы зоны защиты одиночного стержневого молниеотвода высотой до 150 м с учетом надежности защиты.

Стандартные зоны защиты одиночного тросового молниеотвода высотой h ограничены симметричными двускатными поверхностями, образующими в вертикальном сечении равнобедренный треугольник с вершиной на высоте $h_0 < h$ и основанием на уровне земли $2 r_0$.

Таблица 3.19 – Расчетные формулы для определения зоны защиты одиночного стержневого молниеотвода

Надежность защиты P_3	Высота молниеотвода h , м	Высота конуса h_0 , м	Радиус конуса r_0 , м
0,9	От 0 до 100	$0,85h$	$1,2h$
	От 100 до 150	$0,85h$	$[1,2 - 10^{-3}(h - 100)]h$
0,99	От 0 до 30	$0,8h$	$0,8h$
	От 30 до 100	$0,8h$	$[0,8 - 1,43 \cdot 10^{-3}(h - 30)]h$
	От 100 до 150	$[0,8 - 10^{-3}(h - 100)]h$	$0,7h$
0,999	От 0 до 30	$0,7h$	$0,6h$
	От 30 до 100	$[0,7 - 7,14 \cdot 10^{-3}(h - 30)]h$	$[0,6 - 1,43 \cdot 10^{-3}(h - 30)]h$
	От 100 до 150	$[0,65 - 10^{-3}(h - 100)]h$	$[0,5 - 2 \cdot 10^{-3}(h - 100)]h$

Зона защиты одиночного тросового молниеотвода приведена на рисунке 3.5.

В таблице 3.20 приведены расчетные формулы зон защиты одиночного тросового молниеотвода высотой до 150 м. Под h понимается минимальная высота троса над уровнем земли (с учетом провеса).

Полуширина r_x зоны защиты требуемой надежности на высоте h_x от поверхности земли определяется выражением

$$r_x = \frac{r_0(h_0 - h_x)}{h_0} \quad (3.42)$$

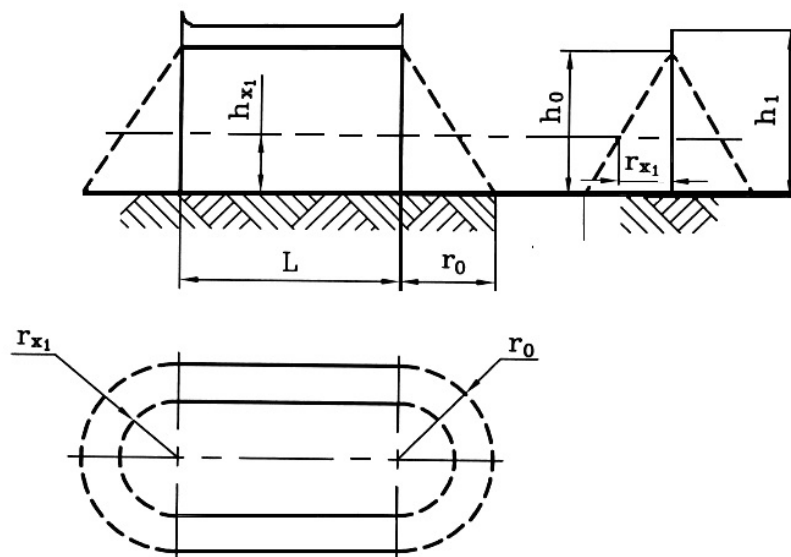


Рисунок 3.5 – Зона защиты одиночного тросового молниеотвода

При необходимости расширить защищаемый объем к торцам зоны защиты собственно тросового молниеотвода могут добавляться зоны защиты несущих опор, которые рассчитываются по формулам одиночных стержневых молниеотводов в соответствии с таблицей 3.19.

В таблице 3.20 приведены формулы для расчета зоны защиты одиночного тросового молниеотвода.

Таблица 3.20 – Расчет зоны защиты одиночного тросового молниеотвода

Надежность защиты P_3	Высота молниеотвода h , м	Высота конуса h_0 , м	Радиус конуса r_0 , м
0,9	От 0 до 150	$0,87h$	$1,5h$
0,99	От 0 до 30	$0,8h$	$0,95h$
	От 30 до 100	$0,8h$	$[0,95 - 7,14 \cdot 10^{-3}(h - 30)]h$
	От 100 до 150	$0,8h$	$[0,9 - 10^{-3}(h - 100)]h$
0,999	От 0 до 30	$0,7h$	$0,7h$
	От 30 до 100	$[0,75 - 4,28 \cdot 10^{-3}(h - 30)]h$	$[0,7 - 1,43 \cdot 10^{-3}(h - 30)]h$
	От 100 до 150	$[0,72 - 10^{-3}(h - 100)]h$	$[0,6 - 10^{-3}(h - 100)]h$

Стержневой молниеотвод считается двойным, когда расстояние между стержневыми молниеотводами L не превышает предельной величины L_{\max} . В противном случае оба молниеотвода рассматриваются как одиночные.

Конфигурация вертикальных и горизонтальных сечений зон защиты двойного стержневого молниеотвода (высотой h и расстоянием L между молниеотводами) представлена на рисунке 3.6. Построение внешних областей зон двойного молниеотвода (полуконусов с габаритами h_0 , r_0) производится в соответствии с формулами таблицы 3.19.

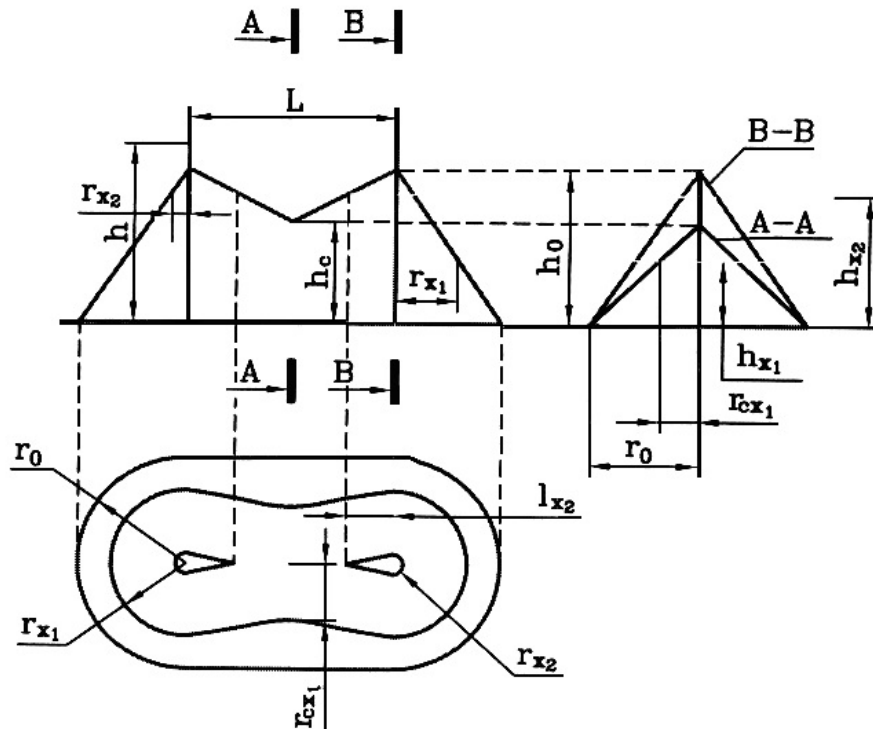


Рисунок 3.6 – Зона защиты двойного стержневого молниеотвода

Размеры внутренних областей определяются параметрами h_0 и h_c , первый из которых задает максимальную высоту зоны непосредственно у молниеотвода, а второй – минимальную высоту зоны посередине между молниеотводами. При расстоянии между молниеотводами $L \leq L_c$ граница зоны не имеет провеса ($h_c = h_0$). Для расстояний $L_c \leq L \leq L_{\max}$ высота h_c определяется по выражению

$$h_c = \frac{L_{\max} - L}{L_{\max} - L_c} \cdot h_0 \quad (3.43)$$

Входящие в него предельные расстояния вычисляются по формулам таблицы 3.21.

Таблица 3.21 – Формулы расчета зоны защиты двойного стержневого молниеотвода

Надежность защиты P_3	Высота молниеотвода h , м	L_{\max} , м	L_c , м
0,9	От 0 до 30	$5,75h$	$2,5h$
	От 30 до 100	$[5,75 - 3,57 \cdot 10^{-3}(h - 30)]h$	$2,5h$
	От 100 до 150	$5,5h$	$2,5h$
0,99	От 0 до 30	$4,75h$	$2,25h$
	От 30 до 100	$[4,75 - 3,57 \cdot 10^{-3}(h - 30)]h$	$[2,25 - 0,0107(h - 30)]h$
	От 100 до 150	$4,5h$	$1,5h$
0,999	От 0 до 30	$4,25h$	$2,25h$
	От 30 до 100	$[4,25 - 3,57 \cdot 10^{-3}(h - 30)]h$	$[2,25 - 0,0107(h - 30)]h$
	От 100 до 150	$4h$	$1,5h$

Тросовый молниеотвод считается двойным, когда расстояние между тросами не превышает предельной величины L_{\max} , в противном случае оба молниеотвода рассматриваются как одиночные. Конфигурация вертикальных и горизонтальных сечений стандартных зон защиты двойного тросового молниеотвода (высотой h и расстоянием между тросами L) представлена на рисунке 3.7.

Построение внешних областей зон (двух односкатных поверхностей с габаритами h_0, r_0) производится по формулам (таблица 3.20) для одиночных тросовых молниеотводов.

Размеры внутренних областей определяются параметрами h_0 и h_c , первый из которых задает максимальную высоту непосредственно у тросов, а второй – минимальную высоту зоны посередине между тросами. При расстоянии между тросами $L \leq L_c$, граница зоны не имеет провеса ($h_0 = h_c$). Для расстояний $L_c \leq L \leq L_{\max}$ высота h_c определяется по выражению :

$$h_c = \frac{L_{\max} - L}{L_{\max} - L_c} h_0, \quad (3.44)$$

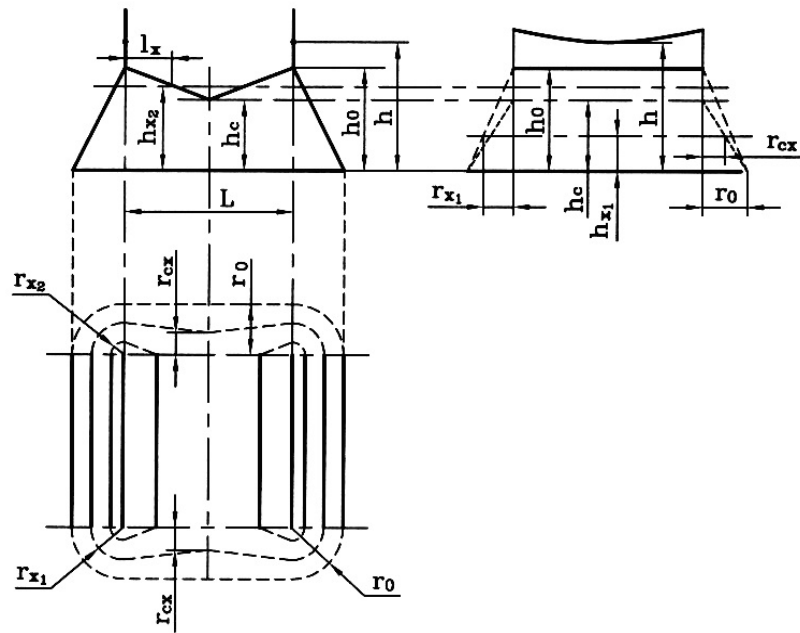


Рисунок 3.7 – Зона защиты двойного тросового молниеотвода

Входящие в него предельные расстояния L_{\max} и L_C вычисляются по формулам таблицы 3.22.

Длина горизонтального сечения зоны защиты на высоте h_x определяется по формулам:

$$l_x = L/2 \text{ при } h_1 < h_2, \quad (3.45)$$

$$l_x = \frac{L(h_0 - h_x)}{2(h_0 - h_c)} \text{ при } 0 < h_c < h_x. \quad (3.46)$$

Для расширения защищаемого объема на зону двойного тросового молниеотвода может быть положена зона защиты опор, несущих тросы, которая строится как зона двойного стержневого молниеотвода, если расстояние L между опорами меньше вычисленного по формулам таблицы 3.20. В противном случае опоры должны рассматриваться как одиночные стержневые молниеотводы.

Таблица 3.22 – Расчет параметров зоны защиты двойного тросового молниеотвода

Надежность защиты P_3	Высота молниеотвода h , м	L_{\max} , м	L_c , м
0,9	От 0 до 150	$6h$	$3h$
0,99	От 0 до 30	$5h$	$2,5h$
	От 30 до 100	$5h$	$[2,5 - 7,14 \cdot 10^{-3}(h - 30)]h$
0,999	От 100 до 150	$[5 - 5 \cdot 10^{-3}(h - 100)]h$	$[2 - 5 \cdot 10^{-3}(h - 100)]h$
	От 0 до 30	$4,75h$	$2,25h$
	От 30 до 100	$[4,75 - 3,57 \cdot 10^{-3}(h - 30)]h$	$[2,25 - 3,5 \cdot 10^{-3}(h - 30)]h$
	От 100 до 150	$[4,5 - 5 \cdot 10^{-3}(h - 100)]h$	$[2 - 5 \cdot 10^{-3}(h - 100)]h$

Необходимость выполнения молниезащиты зданий и сооружений и требуемый уровень ее надежности определяются по ТКП 336–2011 в зависимости от назначения здания или сооружения, степени огнестойкости, наличия в них пожаро- и взрывоопасных зон и др.

Защищенность здания или сооружения от прямых ударов молнии определяется вхождением всех его частей в пространство зоны защиты молниеотводов данного типа.

Общие требования и параметры (размеры) зон защиты всех типов молниеотводов приведены выше.

3.3.7 Расчет показателей взрывоопасности (расчетное и допустимое избыточное давление взрыва) производственных помещений

При расчете значений критериев взрыво- и пожарной опасности в качестве расчетного следует выбирать самый неблагоприятный вариант аварии или такой период нормальной работы аппаратов, при котором во взрыве участвует максимальное количество веществ или материалов, наиболее опасных в отношении последствий взрыва.

Чтобы определить категорию здания или помещения на взрыво- и пожарную опасность, необходимо рассчитать избыточное давление взрыва ΔP и сравнить его с допустимым $\Delta P_{\text{доп}}$.

Расчет избыточного давления взрыва ΔP для горючих газов, паров легковоспламеняющихся и горючих жидкостей

Избыточное давление взрыва для индивидуальных горючих веществ, состоящих из атомов С, Н, О, N, Br, I, F:

$$\Delta P = (P_{\text{max}} - P_0) \frac{mZ}{V_{\text{св}} \rho_{\text{г. п}}} \cdot \frac{100}{C_{\text{ст}}} \cdot \frac{1}{K_{\text{н}}}, \quad (3.47)$$

где P_{max} – максимальное давление взрыва стехиометрической газо- или паровоздушной смеси в замкнутом объеме, определяемое экспериментально или по справочникам для наиболее неблагоприятных вариантов аварии; при отсутствии данных допускается принимать равным 900 кПа;

P_0 – начальное давление; допускается принимать равным 101 кПа;

m – масса горючего газа или паров легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, поступивших в результате расчетной аварии в помещение, кг;

z – коэффициент участия горючего во взрыве;

$V_{\text{св}}$ – свободный объем помещения, м³;

$\rho_{г.п}$ – плотность газа или пара при расчетной температуре, кг/м³;
 $C_{ст}$ – стехиометрическая концентрация газов или паров ЛВЖ и ГЖ, %;
 K_n – коэффициент, учитывающий негерметичность помещения и не-адиабатичность процесса горения; допускается принимать равным 3.

Масса горючих газов

$$m = (V_a - V_T) \rho_{г.п}, \quad (3.48)$$

где V_a – объем газа, вышедшего из аппарата, м³;
 V_T – объем газа, вышедшего из трубопровода, м³.

$$V = 0,01 \cdot P_1 V, \quad (3.49)$$

где P_1 – давление в аппарате, кПа;
 V – объем аппарата, м³.

$$V_T = V_{1T} + V_{2T}, \quad (3.50)$$

где V_{1T} – объем газа, вышедшего из трубопровода до его отключения, м³;
 V_{2T} – объем газа, вышедшего из трубопровода после его отключения, м³.

$$V_{1T} = qT, \quad (3.51)$$

где q – расход газа, определяемый в соответствии с технологическим регламентом в зависимости от давления в трубопроводе, его диаметра, температуры газовой среды и т. д., м³/с;

T – расчетное время отключения трубопроводов; определяется в каждом конкретном случае исходя из реальной обстановки и должно быть минимальным с учетом паспортных данных на запорные устройства, характера технологического процесса и вида расчетной аварии, которое следует принимать равным:

а) времени срабатывания системы автоматики отключения трубопроводов согласно паспортным данным установки, если вероятность отказа системы автоматики не превышает 0,000001 в год или обеспечено резервирование ее элементов (10 с);

б) 120 с, если вероятность отказа системы автоматики превышает 0,000001 в год и не обеспечено резервирование ее элементов;

в) 300 с – при ручном отключении.

Под временем срабатывания и временем отключения следует понимать промежуток времени от начала возможного поступления горючего вещества из трубопровода (разрыв, изменение нормального давления и т. д.) до полного прекращения поступления газа или жидкости в помещение.

В общем:

$$V_{2г} = 0,01 \pi P_2 (r_1^2 L_1 + r_2^2 L_2 + \dots + r_n^2 L_n), \quad (3.52)$$

где P_2 – максимальное давление в трубопроводе по техническому регламенту, кПа;
 r_1, r_2, \dots, r_n – внутренний радиус трубопроводов, м;
 L_1, L_2, \dots, L_n – длина трубопроводов от аварийного аппарата до задвижек, м.

Коэффициент участия горючего во взрыве z можно рассчитать по характеру распределения газов и паров в объеме помещения. Значения его приведены в таблице 3.23.

Таблица 3.23 – Значение коэффициента участия во взрыве

Горючее вещество	z
Водород	1,0
Газы (кроме водорода)	0,5
Легковоспламеняющиеся и горючие жидкости, нагретые до температуры вспышки и выше	0,3
Легковоспламеняющиеся и горючие жидкости, нагретые ниже температуры вспышки, если возможно образование аэрозоля	0,3
Легковоспламеняющиеся и горючие жидкости, нагретые ниже температуры вспышки, если образование аэрозоля невозможно	0

Свободный объем помещения определяют как разность между объемом помещения и объемом, занимаемым технологическим оборудованием. Если свободный объем помещения определить невозможно, то его допускается принимать условно равным 80 % геометрического объема помещения.

Плотность газа или пара при расчетной температуре

$$\rho_{г.п} = \frac{M}{(V_0 + 0,367t_p)}, \quad (3.53)$$

где M – молярная масса, кг/кмоль;

V_0 – молярный объем, равный 22,413 м³/кмоль;

t_p – расчетная температура, °С.

В качестве расчетной температуры следует принимать максимально возможную температуру воздуха в данном помещении в соответствующей климатической зоне или максимально возможную температуру воздуха по технологическому регламенту с учетом ее возможного повышения в аварийной ситуации.

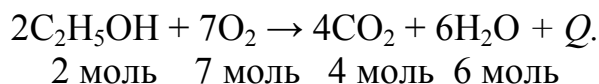
Если такое значение расчетной температуры по каким-либо причинам определить не удастся, допускается принимать ее равной 61 °С.

Стехиометрическая концентрация ГГ или паров ЛВЖ и ГЖ:

$$C_{ст} = \frac{100}{1 + 4,84\beta}, \quad (3.54)$$

где β – стехиометрический коэффициент кислорода в реакции горения.

Стехиометрические коэффициенты – это небольшие числа, которые показывают, в каком количестве реагируют и образуются вещества в результате реакции. Стехиометрические коэффициенты подбирают в соответствии с законом сохранения вещества: количество атомов до и после реакции должно быть одинаковым:



Стехиометрический коэффициент можно также рассчитать по формуле

$$\beta = n_c + \frac{n_{\text{H}} - n_{\text{X}}}{4} - \frac{n_{\text{O}}}{2}, \quad (3.55)$$

где n_c , n_{H} , n_{O} , n_{X} – число атомов С, Н, О и галогенов в молекуле горючего.

Пример определения β

Необходимо определить стехиометрический коэффициент кислорода в реакции горения хлопковой пыли. Формула хлопка $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$.

Уравнение реакции горения:



где $n_c = 6$; $n_{\text{H}} = 10$; $n_{\text{O}} = 5$; $n_{\text{X}} = 0$.

$$\beta = 6 + (10 - 0 / 4) - (5 / 2) = 6 + (10 - 0 / 4) = 6,$$

т. е. стехиометрический коэффициент $\beta = 6$, что равно числу молекул кислорода, участвующих в реакции горения.

В основу оценки взрывоопасности производственных помещений положен энергетический подход, заключающийся в оценке расчетного избыточного давления взрыва Δp и сравнении его с допустимым $\Delta p_{\text{доп}}$.

Значения избыточного давления, при которых возникают различные разрушения промышленных объектов, указаны в таблице 3.24.

Таблица 3.24 – Избыточные давления, при которых возникают разрушения различной степени

Объект разрушения	Значение $p_{\text{ф}}$, кПа , при степени разрушения		
	сильной	средней	слабой
1	2	3	4
Крановое оборудование	70–50	50–30	30–20
Станочное оборудование	70–60	60–40	40–25
Воздушные линии электропередач	120–100	70–80	40–20

Продолжение таблицы 3.24

1	2	3	4
Антенные устройства	40	40–20	20–10
Наземные трубопроводы	130	50	20
Здания фидерных и трансформаторных подстанций из кирпича или блоков	60–40	40–20	20–10
Водонапорные башни	60–40	40–20	20–10
Здания с металлическим и железобетонным каркасом:			
промышленные	60–40	40–20	20–10
многоэтажные административные	50–40	40–30	30–20
Здания кирпичные многоэтажные:			
три и более этажей	30–20	20–10	10–8
не более двух этажей	36–25	25–15	15–8
Здания деревянные	20–12	12–8	8–6
Здания жилые и промышленные остекленные	5–2	2,0–1,5	1,5–0,1
Гусеничные тягачи и тракторы	60	60–40	40–30
Грузовые автомобили и автоцистерны	50	50–40	40–20

Слабые разрушения характеризуются разрушением окон, дверей, легких перегородок, повреждением крыши, наличием отдельных трещин в стенах верхних этажей, деформацией труб и их повреждением на стыках, повреждением электропроводки и т. п. После капитального ремонта здание может быть восстановлено.

При средней степени разрушений происходит разрушение внутренних перегородок, окон, дверей, крыш, повреждаются или разрушаются чердачные перекрытия, частично – стены верхних этажей, возможны трещины в стенах. Наблюдаются отдельные разрывы и деформация трубопроводов, кабелей, повреждения станков. Подвалы сохраняются и могут быть использованы после расчистки завалов. Восстановление здания возможно после проведения капитально-восстановительного ремонта.

Сильные разрушения характеризуются разрушением части несущих элементов (стен и перекрытий всех этажей). Имеются массовые разрывы трубопроводов и кабелей. Использование зданий с такими разрушениями невозможно и нецелесообразно.

Избыточное давление взрыва отдельных веществ, а также их смесей

$$\Delta p = \frac{H_m m z p_0}{v_{св} \rho_v K_H C_p T_0}, \quad (3.56)$$

где H_m – теплота сгорания, Дж/кг: для ацетилена $H_m = 50,27$ МДж/кг; ацетона – 30,81; бензола – 42,36; бензина – 41–44 (в зависимости от сорта); водорода – 143,06; метана – 50; пропана – 50,42; для этилового спирта – 29 МДж/кг и т. д.;

ρ_v – плотность воздуха при начальной температуре T_0 , кг/м³;

C_p – теплоемкость воздуха, Дж/(кг·К); допускается принимать равной 1010 Дж/(кг·К);

T_0 – начальная температура воздуха, К.

По формуле (3.56) подсчитывается избыточное давление взрыва для пылевоздушных смесей. В этом случае коэффициент z , учитывающий долю участия взвешенной горючей пыли во взрыве, при отсутствии экспериментальных сведений принимают равным 0,5. Расчетную массу m взвешенной в объеме помещения пыли определяют как сумму двух слагаемых:

$$m = m_{ав} + m_{вз}, \quad (3.57)$$

где $m_{ав}$ – масса пыли, поступившей в помещение в результате аварийной ситуации, кг;

$m_{вз} = k_{вз} m_{п}$ – расчетная масса взвихревшейся пыли, кг;

$k_{вз}$ – доля отложившейся в помещении пыли, способной перейти во взвешенное состояние в результате аварийной ситуации: при отсутствии экспериментальных сведений допускается принимать $k_{вз} = 0,9$;

$m_{п}$ – масса пыли, отложившейся в помещении к моменту аварии, кг.

Расчетное избыточное давление взрыва гибридных взрывоопасных смесей, содержащих газы (пары) и пыли:

$$\Delta p = \Delta p_1 + \Delta p_2, \quad (3.58)$$

где Δp_1 и Δp_2 – давления взрыва, вычисляемые, соответственно, для газа (пара) и пыли по изложенной выше методике.

Определение допускаемого избыточного давления

Определение взрывоустойчивости здания. В начале расчета по таблице 3.25 определяют степень взрывоопасности горючих веществ.

Таблица 3.25 – Степень взрывоопасности горючих веществ

Горючее вещество	Степень взрывоопасности	Нормальная скорость горения v , м/с	Индекс опасности $f_{оп}$, МПа · м/с
Аммиак, метан, метиловый спирт, хлористый метил, хлористый этил	слабая	До 0,3	< 14
Ацетон, бензол, бутан, бутиловый спирт, гексан, гептан, пентан	средняя	0,3–0,4	14–16
Бутадиен, диэтиловый эфир, пропан, пропилен, этиловый спирт	повышенная	0,40–0,55	16–20
Бензин, паральдегид, полиэтилен, стирол, фуран, этилен	высокая	0,55–0,70	20–25
Ацетилен, водород, окись углерода, сероуглерод	чрезвычайно высокая	Более 0,7	25–32

По установленной степени опасности вещества выбирают соответствующий ей уровень (класс) взрывоустойчивости сооружения из следующих соотношений:

Степень взрывоопасности вещества	Класс взрывоустойчивости здания
1	I $\Delta p_{\max} = \Delta p_{\text{доп}} / 1,2$
2	II $\Delta p_{\max} = \Delta p_{\text{доп}} / 1,25$
3	III $\Delta p_{\max} = \Delta p_{\text{доп}} / 1,3$
4	IV $\Delta p_{\max} = \Delta p_{\text{доп}} / 1,4$
5	V $\Delta p_{\max} = \Delta p_{\text{доп}} / 1,5$

Под взрывоустойчивостью следует понимать отношение допускаемой нагрузки на самый слабый элемент конструкций, устойчивость которого при взрыве может быть обеспечена $\Delta p_{\text{доп}}$, к максимальной взрывной нагрузке Δp_{\max} в помещении.

Принятый класс взрывоустойчивости здания ограничивает величину максимальной взрывной нагрузки внутри помещения допускаемым избыточным давлением на наиболее слабый элемент, который может оказать влияние на взрывоустойчивость здания в целом.

Допускаемое избыточное давление в помещении $\Delta p_{\text{доп}}$ устанавливается с учетом условий работы и прочности конструкций, а также прочности связей между ними:

$$\Delta p_{\text{доп}} = \Delta p_{\text{ст}} K_B / K_{\text{пр}}, \quad (3.59)$$

где $\Delta p_{\text{ст}}$ – допускаемое давление (статическая нагрузка), определяемое по наиболее слабым конструкциям, которые могут повлиять на взрывоустойчивость сооружения (при отсутствии необходимых данных $\Delta p_{\text{ст}}$ можно принимать по таблице 3.26 с учетом класса ответственности сооружения):

Таблица 3.26 – Допустимые значения давления на сооружения и конструкции

Тип и характеристика зданий, конструкций	Значения $\Delta p_{\text{ст}}$, кПа, при классе ответственности сооружения		
	I	II	III
1	2	3	4
Одноэтажные производственные здания легкого типа из сборного железобетона при шаге колонн до 6 м высотой:			
до 10,8 м без крановых нагрузок	5	4,7	4,5
более 10,8 м без крановых нагрузок	3,5	3,3	3,1
до 10,8 м с крановыми нагрузками	10	9,5	9
более 10,8 м с крановыми нагрузками	7,5	7	6,7
Одноэтажные производственные здания легкого типа из сборного железобетона при шаге колонн до 6 м высотой:			
до 10,8 м без крановых нагрузок	5	4,7	4,5
более 10,8 м без крановых нагрузок	3,5	3,3	3,1
до 10,8 м с крановыми нагрузками	10	9,5	9
более 10,8 м с крановыми нагрузками	7,5	7	6,7
То же при шаге колонн до 12 м высотой:			
до 10,8 м без крановых нагрузок	3,5	3,3	3,1
более 10,8 м без крановых нагрузок	2,5	2,3	2,2
до 10,8 м с крановыми нагрузками	7,5	7	6,7
более 10,8 м с крановыми нагрузками	5	4,7	4,5

Продолжение таблицы 3.26

1	2	3	4
Одноэтажные производственные здания среднего типа из сборного железобетона при шаге колонн до 6 м высотой:			
до 10,8 м без крановых нагрузок	10	9,5	9
более 10,8 м без крановых нагрузок	7,5	7	6,7
до 10,8 м с крановыми нагрузками	15	14,2	13,5
более 10,8 м с крановыми нагрузками	12,5	11,8	11,2
То же при шаге колонн до 12 м высотой:			
до 10,8 м без крановых нагрузок	5	4,7	4,5
более 10,8 м без крановых нагрузок	3,5	3,3	3,1
до 10,8 м с крановыми нагрузками	10	9,5	9
более 10,8 м с крановыми нагрузками	7,5	7	6,7
Одноэтажные производственные здания тяжелого типа из металла при шаге колонн до 6 м высотой:			
до 10,8 м без крановых нагрузок	15	14,2	13,5
более 10,8 м без крановых нагрузок	12,5	11	10,5
до 10,8 м с крановыми нагрузками	30	28,5	27
более 10,8 м с крановыми нагрузками	22,5	21,3	20,2
То же при шаге колонн до 12 м высотой:			
до 10,8 м без крановых нагрузок	12,5	11,8	11,2
более 10,8 м без крановых нагрузок	10	9,5	9
до 10,8 м с крановыми нагрузками	20	19	18
более 10,8 м с крановыми нагрузками	15	14,2	13,5
Многоэтажные промышленные здания:			
со сборным железобетонным каркасом и самонесущими стенами с сеткой колонн			
6 × 6 м	20	19	18
6 × 9 м	15	14,2	13,5
со сборным железобетонным каркасом и навесными панелями с сеткой колонн			
6 × 6 м	15	4,2	13,5
6 × 9 м	11,5	11	10
рамной конструкции в двух направлениях с безбалочным перекрытием с сеткой колонн			
6 × 6 м	25	23,7	22,5
6 × 9 м	18	17	16,2
Кирпичные одноэтажные здания с толщиной стен:			
до 51 см	10	9,5	9
до 64 см	12,5	11	10,5
Фермы, плиты, балки покрытий и перекрытий	10	9,5	9
Самонесущие стеновые панели, перегородки	7,5	7,1	6,7
<i>Примечание.</i> К зданиям легкого типа относят здания с пролетами до 18 м, высотой до нижнего пояса стропильных ферм 10–15 м, с мостовыми кранами грузоподъемностью до 30 т, а также здания с подвесными кранами и без кранов.			

k_v – коэффициент, учитывающий ветровой район строительства:

ветровой район строительства:	I	II	III	IV	V	VI	VII
коэффициент k_v :	0,7	0,8	1	1,2	1,35	1,3	1,8

$k_{пр}$ – коэффициент приведения статической нагрузки (таблица 3.27):

Таблица 3.27 – Значения $k_{пр}$ в зависимости от вида конструкции и класса взрывоустойчивости сооружения

Конструкция	Класс взрывоустойчивости				
	I	II	III	IV	V
Плиты, балки перекрытий и покрытий, несущие и самонесущие стеновые панели, перегородки	1,1	1,15	1,2	1,25	1,50
Фермы, главные балки перекрытия и покрытия	1,15	1,2	1,25	1,3	1,4
Колонны, несущие стены	1,2	1,25	1,3	1,4	1,5

Здания среднего типа строят либо полностью из металла, либо с применением сборных железобетонных колонн. Эти здания имеют пролеты до 30 м, высоту до 20 м, мостовые краны грузоподъемностью до 100 т.

К зданиям тяжелого типа относят цехи с пролетами 36 м и более, высотой 25–30 м, с мостовыми кранами грузоподъемностью до 400 т. Каркас таких зданий делают только из стали.

Определение нагрузок, разрушающих остекление

Расчетная нагрузка, разрушающая листовое оконное стекло:

$$p_{р.ст} = p_{ст} \gamma, \quad (3.60)$$

где $p_{ст}$ – нагрузка, при которой разрушается листовое оконное стекло (при одностороннем остеклении) с соотношением сторон листа 1:1 (таблица 3.28);

γ – коэффициент условий работы (таблица 3.29).

Таблица 3.28 – Нагрузки, разрушающие стекло

Толщина стекла, мм	Нагрузка, кПа, при площади одного листа стекла, м ²					
	0,6	0,8	1	1,2	1,5	2
3	4	3	2,1	1,5	1,2	1
4	–	–	3,2	2,6	2	1,5
5	–	–	–	4	3,2	2,5

Таблица 3.29 – Значения коэффициента условий работы

Соотношение сторон листа стекла	y
1:1	1
1:1,33	1,04
1:1,5	1,08
1:1,75	1,16
1 : 2	1,25
1 : 3	1,38

Если в качестве легкоразрушаемого элемента конструкции, применяющегося для обеспечения сохранности здания при взрыве, используют двойное остекление, то разрушающую его нагрузку $p_{p.ст2}$ увеличивают, рассчитывая ее по формуле:

$$p_{p.ст2} = 1,15 p_{p.ст} . \quad (3.61)$$

Разрушающую стекло нагрузку при промежуточных значениях площади одного листа следует определять интерполяцией приведенных ранее значений.

4 ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

4.1 Оформление листов пояснительной записки

Текстовые материалы ПЗ выполняются на листах белой машинописной бумаги, оформленных рамками в соответствии с рисунком 4.1. Отдельные материалы ПЗ (развернутые таблицы, иллюстрации, схемы) могут быть выполнены на листах формата А3.

При выполнении текста записки машинописным способом его набирают в текстовом редакторе *Word*, используя шрифты *Times New Roman* размером 14 pt (пунктов) с полуторным интервалом, выравнивание – по ширине, абзацный отступ – 12,5 мм. При рукописном способе текст выполняют четким почерком – шрифтом с высотой букв и цифр не менее 2,5 мм и расстоянием между строками 7–10 мм.

Листы записки и приложений имеют сквозную нумерацию арабскими цифрами. Титульному листу, заданию на проектирование, реферату номера присваивают, но не проставляют. Номера страниц начинают проставлять с листа «Содержание».

При размещении текста на поле листа руководствуются следующим:
расстояние между строками текста 10 мм;
расстояние от рамки до границы текста на листе в начале и в конце строки – не менее 3 мм;
от верхней или нижней строки текста до верхней или нижней рамки должно быть не менее 10 мм.

Абзацы в тексте начинают с отступа размером 15–17 мм.

Форма основной надписи для листа ПЗ, с которого начинается изложение текстовой части записки (обычно лист «Содержание»), представлена на рисунке 4.2; для последующих листов ПЗ – на рисунке 4.3.

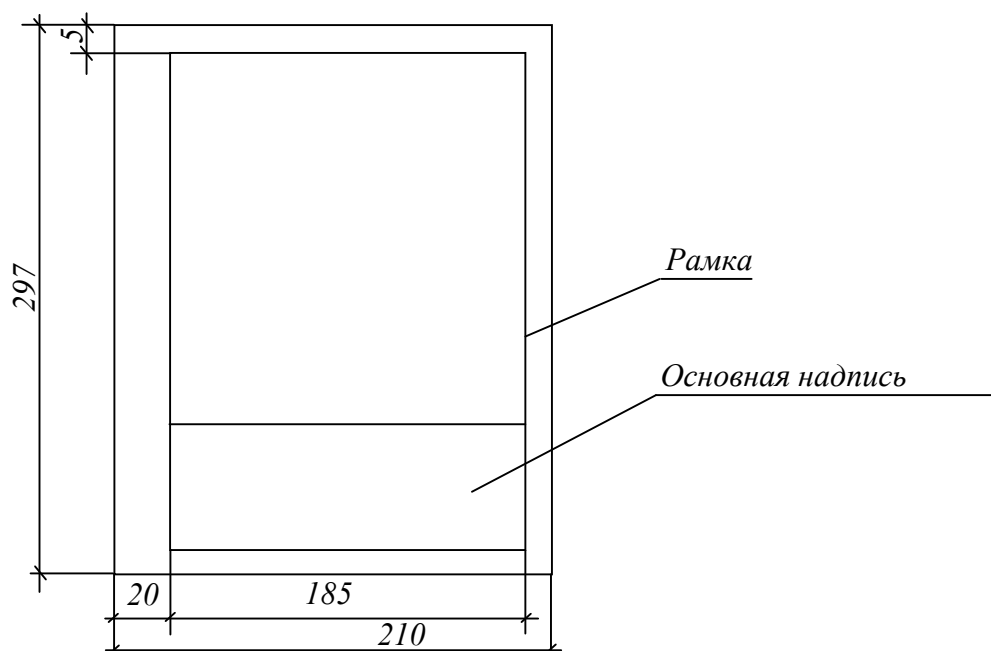


Рисунок 4.1 – Компоновка и размеры листа текстовой части ПЗ

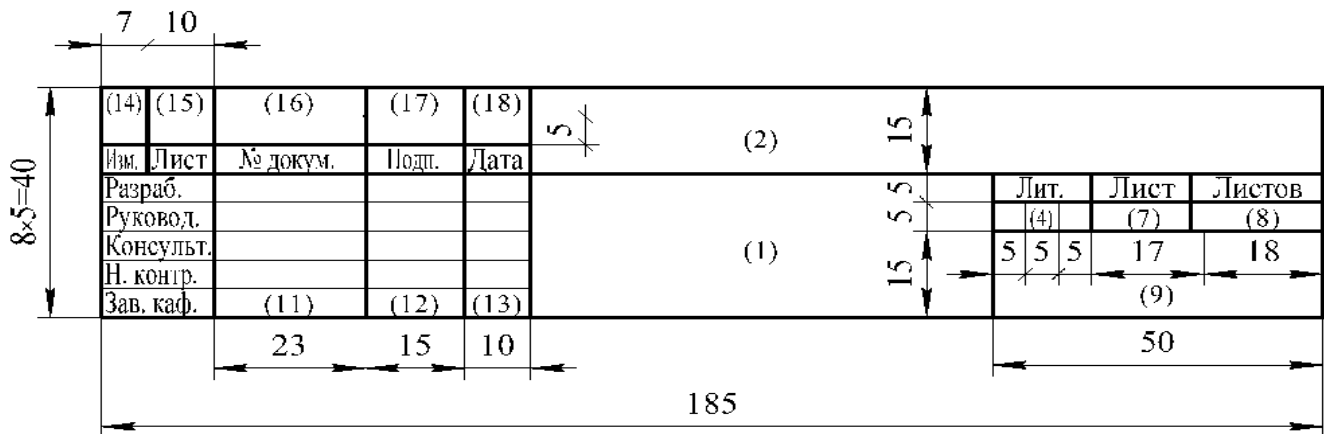


Рисунок 4.2 – Форма основной надписи, которая применяется для листа ПЗ, с которой начинается изложение текстовой части записки (обычно лист «Содержание»), ведомости комплекта проектной документации, спецификаций конструкторской разработки и оборудования

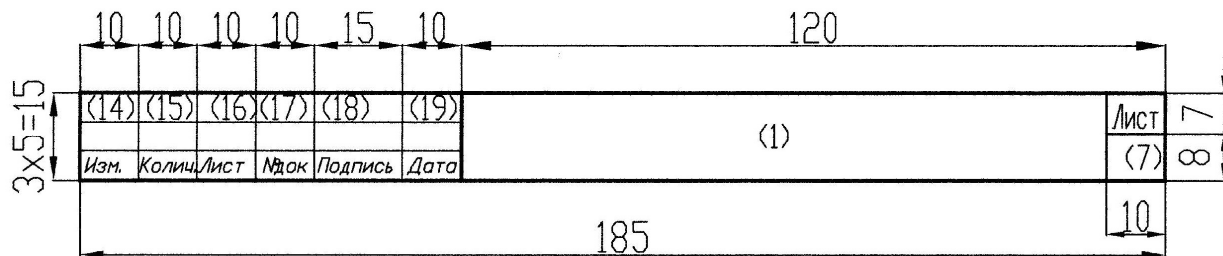


Рисунок 4.3 – Форма основной надписи, которая применяется для последующих листов ПЗ и чертежей

4.2 Структура и обозначение проектной документации

Всей проектной документации, имеющей основную надпись, присваиваются обозначения.

Обозначение графической части, иллюстрационного материала и пояснительной записки указывается в графе основной надписи на титульном листе пояснительной записки.

Структура обозначения курсовой работы:

$X_1X_2.X_3X_4.X_5X_6X_7.X_8X_9 - X_{10}X_{11}X_{12} AB$,

где X_1X_2 01 индекс проекта (01 дипломный проект, 02 – курсовой проект, 03 – курсовая работа);

X_3X_4 индекс кафедры;

$X_5X_6X_7$ в курсовом проекте третья группа цифр $X_5X_6X_7$ обозначает номер записи в книге учета выдачи курсовых работ.

AB – шифр документа.

Примечание – шифр документа:

ГЧ – габаритный чертеж;

СБ – сборочный чертеж;
 ВО – чертеж общего вида;
 ПЗ – пояснительная записка;
 ПД – ведомость проектной документации;
 Р – ремонтный чертеж;
 РСБ – ремонтный сборочный чертеж;
 КП – компоновочный план здания;
 ПО – планировка объекта (цеха, участка и т. д.);
 СП – схема процесса;
 СЭ – схема электрическая;
 СГ – схема гидравлическая;
 СК – схема кинематическая;
 СП – схема пневматическая;
 ТБ – таблица;
 ГП – генеральный план;
 Д – прочие документы, не имеющие установленного шифра.

Индекс кафедры:

- управления охраной труда – 89.

Примеры обозначения документов:

- 1) 02.89.006.00.000 ПЗ – пояснительная записка курсового проекта (02), выполненного на кафедре Управления охраной труда (89) с номером записи в книге учета курсовых работ, (006);
 - 2) 02.89.006.00.000 ВО – чертеж вида общего изделия;
 - 3) 02.89.006.00.000 СБ – сборочный чертеж изделия, если чертеж вида общего не разрабатывается;
 - 4) 02.89.006.01.000 СБ – сборочный чертеж сборочной единицы 1 изделия;
 - 5) 02.89.006.00.012 – чертежи детали 12-й изделия;
 - 6) 02.89.006.21.004 – чертеж детали 4 сборочной единицы 2 входящей в сборочную единицу 1 изделия;
- 02.89.006.00.000 ПД – ведомость проектной документации.

4.3 Правила построения текстового материала

Текстовый материал ПЗ подразделяют на разделы, подразделы, пункты.

Разделам присваивают порядковые номера, которые обозначают арабскими цифрами без точки и записывают с абзацного отступа.

Подразделы должны иметь нумерацию в пределах каждого раздела. Номер подраздела состоит из номера раздела и номера подраздела, разделенных точкой. В конце номера подраздела точка не ставится.

Нумерацию пунктов допускается не выполнять. При необходимости нумерации пунктов номер его состоит из номера раздела, номера подраздела и номера пункта, разделенных точками. В конце номера пункта точка не ставится.

Если раздел или подраздел состоит из одного пункта, то пункт не нумеруется.

Разделы и подразделы и, при необходимости, пункты должны иметь заголовки. Заголовки должны четко и кратко отражать содержание разделов, подразделов, пунктов. Переносы слов в заголовках не допускаются.

Заголовки подразделов (пунктов) не должны повторять содержание заголовков разделов (подразделов).

Заголовок записывается с прописной буквы. Точка в конце не ставится. Заголовки не подчеркиваются. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой.

Расстояние между заголовком и текстом равно 3 интервалам при выполнении машинописным способом или 15 мм при выполнении рукописным способом. Расстояние между заголовками раздела и подраздела – 2 интервала при выполнении машинописным или 8 мм при выполнении рукописным способом.

Каждый раздел ПЗ следует начинать с новой страницы.

4.4 Изложение текста пояснительной записки

Общие положения

Текст пояснительной записки должен быть четким, по возможности кратким (без повторов) и не допускать различных толкований.

При изложении обязательных требований в тексте должны применяться слова «должен», «следует», «необходимо», «требуется», «не допускается», «не следует» и т. п. При изложении других положений следует применять слова «могут быть», «при необходимости», «в случае» и т. д. Допускается использовать повествовательную форму изложения текста, например, «применяют», «указывают» и т. п.

В тексте ПЗ должны применяться научно-технические термины, обозначения и определения, установленные соответствующими стандартами, а при их отсутствии – общепринятые в научно-технической литературе.

В тексте пояснительной записки не допускается:

- применять для одного и того же понятия различные термины (синонимы), а также иностранные слова и термины при наличии равнозначных слов и терминов в белорусском и русском языках;
- применять обороты разговорной речи и произвольные словообразования;
- сокращать обозначения единиц физических величин, если они употребляются без цифр (исключения: единицы измерения в заголовках таблиц и в расшифровке буквенных обозначений, входящих в формулы);
- применять сокращения слов, кроме установленных правилами орфографии или действующими стандартами;
- применять математический знак минус (-) перед отрицательными значениями величин (кроме формул, таблиц и рисунков). Следует писать слово «минус»;
- применять знак Ø для обозначения диаметра (следует писать слово «диаметр»);
- употреблять без числовых значений математические и другие знаки, например: = (равно), > (больше), < (меньше), % (процент), № (номер) и т. п.

- применять индексы нормативных документов (например, ГОСТ, СНИП, СТП, СНБ) без регистрационного номера. При этом допускается употреблять индексы без указания года утверждения.

Формулы

В пояснительной записке математические формулы могут быть расположены внутри текста или отдельными строками. Внутри текста помещают несложные и не дробные формулы. Такие формулы, как правило, не нумеруют.

На отдельных строках приводят более сложные формулы, которые обычно сопровождаются пояснениями примененных символов. При этом выше и ниже формулы необходимо оставлять по одной свободной от записи строке.

Формулы, следующие одна за другой и не разделенные текстом, разделяют запятой.

Если формула не умещается в одну строку, то делается перенос. Переносить формулу на следующую строку допускается только на знаках выполнения операций: плюс (+), минус (-), умножение (\times) или на знаках равенства (=), неравенства (\neq), знаках соотношений и т. п.

При переносах формул знак операции, на котором выполняется перенос, проставляется дважды: в конце первой строки и в начале следующей строки. При переносе на операции умножения ставят знак « \times » даже в случае, если в формуле применен знак « \cdot » или знак отсутствует. Перенос формулы на знаке деления « $:$ » не разрешается.

Все формулы, помещенные в тексте ПЗ, нумеруют арабскими цифрами, которые записывают на уровне формулы справа от нее в круглых скобках.

Допускается нумерация формул в пределах раздела. В этом случае номер формулы состоит из номера раздела и номера формулы, разделенных точкой, например: формула (4.1).

В формулах в качестве символов следует применять обозначения, установленные соответствующими стандартами. Непосредственно под формулой приводятся пояснения символов и числовых коэффициентов, входящих в формулу. Пояснения каждого символа следует давать с новой строки в той последовательности, в которой символы приведены в формуле. Первая строка пояснения должна начинаться со слова «где» без двоеточия после него.

Пример. Номинальный ток асинхронного электродвигателя I_n , А, определяется по формуле

$$I_n = \frac{P_n}{\sqrt{3}U_n \cos \varphi_n \eta_n}, \quad (4.1)$$

где P_n – номинальная мощность, кВт;

U_n – номинальное напряжение, кВ;

$\cos \varphi_n$ – коэффициент мощности, о.е.;

η_n – КПД электродвигателя, о.е.

Обозначение единиц измерения физических величин в каждом пояснении следует отделять запятой от текста пояснения.

Расшифровку буквенного символа производят один раз при первом его использовании в тексте или формуле.

Буквенный символ для обозначения одного и того же параметра должен быть одинаковым в пределах всей ПЗ.

Построение таблиц

Таблицы в текстовом документе применяют для улучшения наглядности, удобства сравнения показателей или результатов выполненных расчетов, анализа, обобщения и т. п. Таблицы по возможности должны быть простыми.

Название таблицы должно отражать содержание таблицы, быть точным, кратким. Название следует размещать над таблицей после слова «Таблица». При переносе части таблицы на другие страницы название помещают только над первой частью таблицы.

Цифровой материал, как правило, оформляют в виде таблиц в соответствии с рисунком 4.4.

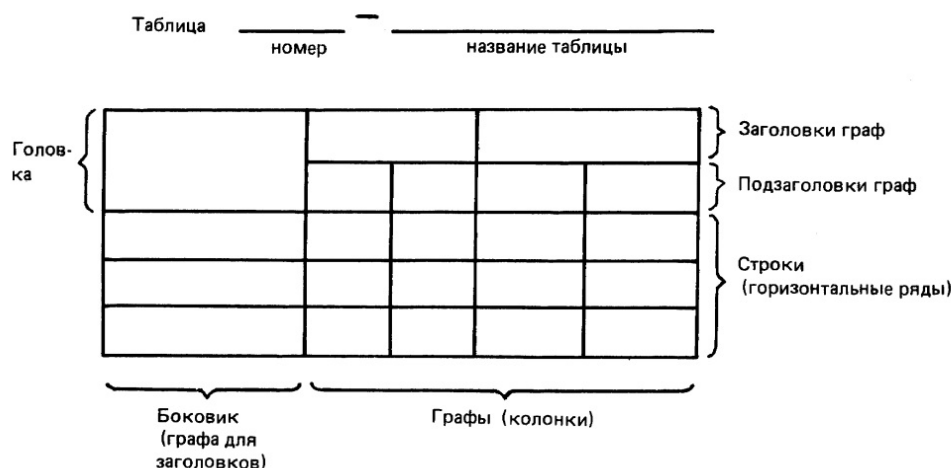


Рисунок 4.4 – Оформление таблицы

Таблицы, за исключением таблиц приложений, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией. Допускается нумеровать таблицы в пределах раздела. В этом случае номер таблицы состоит из номера раздела и порядкового номера таблицы, разделенных точкой.

Если в документе одна таблица, она должна быть обозначена «Таблица 1» или «Таблица В.1», если она приведена в приложении В.

Таблицы допускается располагать вдоль длинной стороны листа пояснительной записки.

Если строки или графы таблицы выходят за формат листа, то таблицу делят на части и выполняют перенос, помещая одну часть под другой или рядом на этом же листе, либо переносят на следующей лист. При делении таблицы

в каждой части повторяют ее заголовок и боковик (допускается головку и боковик заменять соответственно номером граф или строк, при этом нумеруют арабскими цифрами графы или строки первой части таблицы).

При переносе таблицы название помещают только над первой частью таблицы. Слово «Таблица» указывают один раз слева над первой частью таблицы (см. рисунок 4.4). Над другими частями слева пишут слова «Продолжение таблицы» с указанием ее номера.

Если в конце страницы таблица прерывается и ее продолжение будет на следующей странице, в первой части таблицы нижнюю горизонтальную линию, ограничивающую таблицу, допускается не приводить.

На все таблицы должны быть приведены ссылки в тексте. При ссылке необходимо писать слово «таблица» с указанием ее номера.

Заголовки граф и строк в таблице следует писать с прописной буквы, а подзаголовки граф – со строчной буквы, если они составляют одно предложение с заголовком, или с прописной буквы, если они имеют самостоятельное значение. В конце заголовков и подзаголовков таблиц точки не ставят. Заголовки и подзаголовки граф указывают в единственном числе.

Таблицы слева, справа и внизу, как правило, ограничивают линиями. Разделять заголовки и подзаголовки боковика и граф диагональными линиями не допускается.

Горизонтальные и вертикальные линии строк рекомендуется не проводить, если их отсутствие не затрудняет пользование таблицей.

Заголовки граф, как правило, записывают параллельно строкам таблицы. При необходимости допускается перпендикулярное расположение заголовков граф.

Высота строк таблицы должна быть не менее 8 мм.

Включать в таблицу графу «Номер по порядку» не допускается.

Нумерация граф таблицы выполняется в следующих случаях:

- при переносе таблицы на следующую страницу;
- в случае, когда в тексте необходимо дать ссылки на них;
- при делении таблиц на части.

При необходимости нумерации показателей их порядковые номера указывают в первой графе непосредственно перед наименованием показателя.

Перед числовыми значениями величин и обозначением типов, марок и т. п. порядковые номера не проставляют.

Условные значения показателя проставляют на уровне последней строки наименования показателя.

Текст, повторяющийся в строках одной и той же графы и состоящий из одиночных слов, чередующихся с цифрами, заменяют кавычками (« »). Если повторяющийся текст состоит из двух или более слов, при первом повторении его заменяют словами «То же», а далее кавычками. Если предыдущая фраза является частью последующей, то допускается заменить ее словами «То же» и добавить дополнительные сведения.

Заменять кавычками повторяющиеся в таблицах цифры, знаки, обозначения марок и типы не допускается.

Оформление иллюстраций

Количество иллюстраций должно быть достаточным для пояснения излагаемого текста. Иллюстрации должны быть выполнены в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД и СПДС, легко читаемыми и расположенными так, чтобы при чтении текста их было легко рассматривать.

Иллюстрации могут быть выполнены на белой бумаге, «миллиметровке», ватмане и т. п. При использовании в качестве иллюстраций записи самопишущих приборов бумажная лента наклеивается на лист записки.

Иллюстрации именуется (обозначаются) словом «Рисунок» и нумеруются арабскими цифрами сквозной нумерацией, даже если в тексте приводится только одна иллюстрация. Слово «Рисунок» с номером помещают под иллюстрацией.

При большом количестве иллюстраций допускается нумеровать их в пределах раздела. В этом случае указываются номера раздела и рисунка в пределах данного раздела, разделенные точкой.

При ссылках на иллюстрации следует писать «... в соответствии с рисунком 2» при сквозной нумерации и «... в соответствии с рисунком 1.2» при нумерации в пределах раздела.

Иллюстрации должны иметь наименование, которое записывается под иллюстрацией в одну строку с обозначением. Например, «Рисунок 1 – Детали прибора».

Иллюстрации могут иметь пояснительные данные. Слово «Рисунок» и наименование помещают после пояснительных данных.

Если в тексте документа имеется иллюстрация, на которой изображены составные части изделия, то на этой иллюстрации должны быть указаны номера позиций этих составных частей в пределах данной иллюстрации, которые размещают в возрастающей последовательности слева направо, а для электро- и радиоэлементов – позиционные обозначения, установленные в схемах данного изделия. Исключение составляют электро- и радиоэлементы, являющиеся органами регулировки или настройки, для которых дополнительно указывают в подрисуночном тексте назначение каждой регулировки и настройки, позиционное обозначение и надписи на соответствующей планке или панели.

Ссылки

Ссылки в тексте на литературу приводятся в виде порядкового номера по списку использованных источников, приводимому в конце пояснительной записки. Номер источника берется в квадратные скобки, например: [2], [13].

При ссылке на иллюстрации или на таблицы указывают их порядковые номера, например: «рисунок 2», «таблица 3». Слова «рисунок» и «таблица» пишутся без сокращения.

В тексте при ссылке на иллюстрации следует писать «... в соответствии с рисунком 2» или «см. рисунок 2».

Ссылки в тексте на формулы дают, приводя их номера в скобках, например: «... в формуле (1)».

4.5 Оформление графической части курсовой работы

Форматы

Форматы листов чертежей и других документов выбираются в соответствии с ГОСТ 2.301.

Форматы листов определяются размерами внешней рамки, выполненной тонкой линией (рисунок 4.5).

Формат с размерами сторон 1189×841 мм, площадь которого равна 1 м², и четыре других формата, полученные путем последовательного деления на две равные части параллельно меньшей стороне соответствующего формата, приняты за основные.

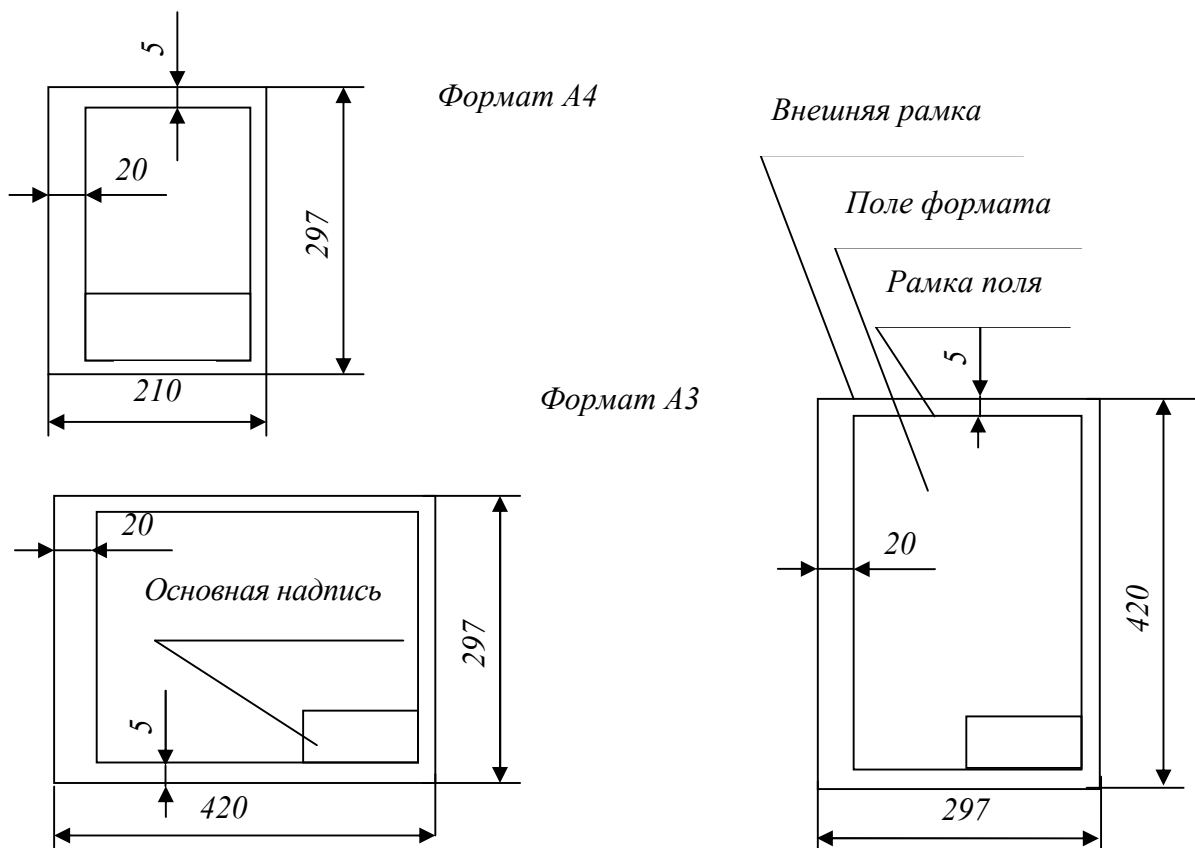
В обоснованных случаях для форматов не более А1 допускается вертикальное расположение чертежа с основной надписью по короткой стороне (см. рисунок 4.5).

Обозначения и размеры сторон основных форматов приведены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Обозначения и размеры форматов

Обозначения формата	A0	A1	A2	A3	A4
Размеры сторон формата, мм	841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297

В обоснованных случаях для форматов не более А1 допускается вертикальное расположение чертежа с основной надписью по короткой стороне (рисунок 4.5).



Указания о заполнении основной надписи.

В графах основной надписи (номера граф показаны в скобках) указывают:

- а) в графе 1 – наименование изделия и (или) наименование документа, если этому документу присвоен код (Например: Пояснительная записка, или Техническое обеспечение производства картофеля в ОАО...с модернизацией...);
- б) в графе 2 – обозначение документа (шифр);
- в) в графе 3 – обозначение материала по ГОСТу;
- г) в графе 4 – литеру документа (в учебных проектах У);
- д) в графе 5 – массу изделия в кг (без указания единицы измерения);
- е) в графе 6 – масштаб;
- ж) в графе 7 – порядковый номер листа (для одного листа графа не заполняется);
- з) в графе 8 – общее количество листов документа;
- и) в графе 9 – наименование организации и номер учебной группы студента, выпускающего документ (БГАТУ, гр. 10 от);
- к) в графе 10 – характер работы, выполняемой лицом, подписывающим документ;
- л) в графе 11 – фамилии лиц, подписывающих документ;
- м) в графе 12 – подписи лиц, фамилии которых указаны в графе 11;
- н) в графе 13 – даты.

Графы 14–18 в дипломных и курсовых проектах не заполняются.

Если чертеж состоит из двух и более листов, то на последующих листах основную надпись выполняют по рисунку 4.3 и заполняют графы 2 и 7.

Оформление чертежей планов зданий и помещений

Планы зданий и сооружений на чертеже располагают, как правило, длинной стороной вдоль горизонтальной стороны листа.

Разрезы, виды, сечения, фрагменты и узлы располагают в последовательности их нумерации слева направо и (или) сверху вниз.

На изображении каждого здания или сооружения указывают координационные оси.

На технологических планировках номера позиций (марки) оборудования и организационно-технологической оснастки, номера позиций (марки элементов) наносят на полках линий-выносок, проводимых от изображений составных частей предмета, а также рядом с изображением без линии-выноски или в пределах контуров частей предмета (рисунок 4.7).

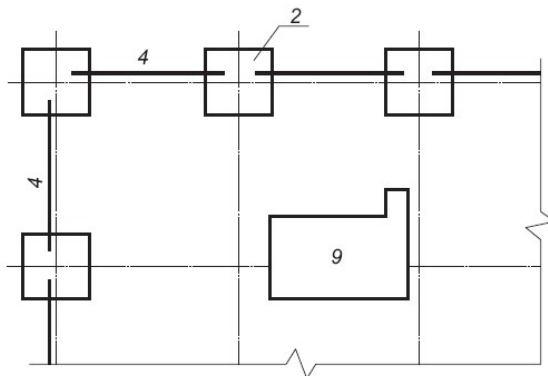


Рисунок 4.7 – Нанесение позиций на технологических планировках

При мелкомасштабном изображении линии-выноски заканчивают без стрелки и точки.

Размер шрифта для обозначения координационных осей и номеров позиций (марок элементов) принимают на один-два номера больше, чем размер шрифта, принятый для размерных чисел на том же чертеже.

При выполнении чертежей технологических планировок применяются следующие виды линий:

а) оборудование и организационно-технологическую оснастку изображают сплошной толстой линией;

б) передвижное оборудование, границы участков – штриховой толстой;

в) подкрановые пути – штриховой толстой линией с двойной длиной штриха;

г) элементы конструкций зданий, отметки высот, привязку оборудования – тонкой сплошной;

д) контуры перемещающихся частей оборудования – тонкой штрих-пунктирной линией с двумя точками;

е) координатные оси и оси симметрии – тонкой штрих-пунктирной.

Технологическое оборудование и организационно-технологическую оснастку на чертежах планировок изображают в масштабе упрощенными контурами.

На чертежах планировок показываются условными обозначениями по ГОСТ 2.428–84 места обслуживания оборудования, подвода и отвода сред и виды сред.

Оформление схем

Схемы выполняют без соблюдения масштаба, действительное пространственное расположение составных частей изделия (установки) не учитывают или учитывают приближенно, в соответствии с ГОСТ 2.701–2008, ГОСТ 2.703–2011, ГОСТ 2.704–2011.

Условные графические обозначения (УГО) элементов, устройств, функциональных групп и соединяющие их линии взаимосвязи следует располагать на схеме таким образом, чтобы обеспечивать наилучшее представление о структуре изделия и взаимодействии его составных частей.

При выполнении схем применяют следующие графические обозначения:

- УГО, установленные в стандартах Единой системы конструкторской документации, а также построенные на их основе;

- прямоугольники;

- упрощенные внешние очертания (в том числе аксонометрические).

При необходимости применяют нестандартизованные УГО.

При применении нестандартизованных УГО и упрощенных внешних очертаний на схеме приводят соответствующие пояснения.

Размеры УГО, а также толщины их линий должны быть одинаковыми на всех схемах для данного изделия (установки).

Все размеры УГО допускается пропорционально изменять.

УГО элементов, используемых как составные части обозначений других элементов (устройств), допускается изображать уменьшенными по сравнению

с остальными элементами (например: резистор в ромбической антенне, клапаны в разделительной панели).

УГО на схемах следует выполнять линиями той же толщины, что и линии взаимосвязи.

На схемах допускается помещать различные технические данные, характер которых определяется назначением схемы. Такие сведения указывают либо около УГО (по возможности справа или сверху), либо на свободном поле схемы. Около УГО элементов и устройств помещают, например, номинальные значения их параметров, а на свободном поле схемы – диаграммы, таблицы, текстовые указания (диаграммы последовательности временных процессов, циклограммы, таблицы замыкания контактов коммутирующих устройств, указания о специфических требованиях к монтажу и т. п.).

Текстовые данные приводят на схеме в тех случаях, когда содержащиеся в них сведения нецелесообразно или невозможно выразить графически или в виде УГО.

Содержание текста должно быть кратким и точным. В надписях на схемах не должны применяться сокращения слов, за исключением общепринятых или установленных в стандартах.

Текстовые данные в зависимости от их содержания и назначения могут быть расположены:

- рядом с УГО;
- внутри УГО;
- над линиями взаимосвязи;
- в разрыве линий взаимосвязи;
- рядом с концами линий взаимосвязи;
- на свободном поле схемы.

Список использованных источников

1. Государственный образовательный стандарт Республики Беларусь высшего образования (первая ступень) для специальности 1-74 06 07 Управление охраной труда в сельском хозяйстве. – Минск : Министерство образования Республики Беларусь, 2007. – 36 с.
2. Общие требования к выполнению конструкторских и технологических документов на печатающих и графических устройствах вывода ЭВМ: ГОСТ 2.004–1988 ЕСКД. – Введ. 01.01.1990. – М. : Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 1990. – 26 с.
3. Основные надписи: ГОСТ 2.104–2006 ЕСКД. – Введ. 01.09.2006. – М. : Стандартиформ, 2007. – 14 с.
4. Общие требования к текстовым документам: ГОСТ 2.105–95 ЕСКД. – Введ. 01.07.1996. – Минск : Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2007. – 26 с.
5. Основные требования к чертежам: ГОСТ 2.109–73 ЕСКД. – Введ. 01.07.1974. – М. : Стандартиформ, 2007. – 28 с.
6. Нормоконтроль: ГОСТ 2.111–68 ЕСКД. – Введ. 01.07.1971. – М. : Стандартиформ, 2007. – 7 с.
7. Масштабы: ГОСТ 2.302–68 ЕСКД. – Введ. 01.01.1971. – М. : Стандартиформ, 2007. – 2 с.
8. Шрифты чертежные: ГОСТ 2.304–81 ЕСКД. – Введ. 01.01.1982. – М. : Стандартиформ, 2007. – 24 с.
9. Обозначение графических материалов и правила их нанесения на чертежах: ГОСТ 2.306–68 ЕСКД. – Введ. 01.01.1971. – М. : Стандартиформ, 2007. – 6 с.
10. Обозначения буквенные: ГОСТ 2.321–84 ЕСКД. – Введ. 01.01.1985. – М. : Стандартиформ, 2007. – 1 с.
11. Схемы: ГОСТ 2.701–2008 ЕСКД. – Введ. 01.09.12. – Минск : Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации; Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2012. – 21 с.
12. Форматы: ГОСТ 2.301–1968 ЕСКД. – Введ. 01.01.1971. – М. : Стандартиформ, 2007. – 5 с.
13. Линии: ГОСТ 2.303–68 ЕСКД. – Введ. 01.01.1971. – М. : Стандартиформ, 2007. – 2 с.
14. СТБ 2372–2014. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Статьи в журналах и сборниках. – Введ. 01.02.14. – Минск : БелГИСС : Госстандарт, 2014. – 27 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А
(обязательное)

Пример оформления титульного листа пояснительной записки

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Инженерно-технологический факультет

Кафедра «Управление охраной труда»

Пояснительная записка к курсовому проекту

по дисциплине « _____ »
(название)

На тему: « _____ »

_____»
(название темы)

Шифр _____

Студент ____ курса _____ группы

(личная подпись) / _____
(ФИО)

Руководитель

(личная подпись) / _____
(ФИО)

Минск, 2018

Приложение Г
(обязательное)
Пример оформления содержания и примерный состав
рассматриваемых вопросов

Содержание

Введение.....	.....
1 Характеристика производственного процесса (перечень технологических операций, характеристика и принцип работы оборудования).....	.....
2 Организационно-технические мероприятия по обеспечению производственной безопасности.....	.....
2.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов (опасных зон).....	.....
2.2 Требования безопасности при выполнении производственного процесса.....	.....
3 Разработка инженерно-технических мероприятий по обеспечению производственной безопасности объекта проектирования.....	.....
3.1 Выбор и обоснование объекта модернизации.....	.....
3.2 Описание и принцип работы модернизированной машины (оборудования).....	.....
3.3 Расчет систем и устройств для обеспечения производственной безопасности.....	.....
3.4 Обеспечение электробезопасности, защиты от атмосферного электричества, пожарной и экологической безопасности (по заданию преподавателя).....	.....
Заключение.....	.....
Список использованных источников.....	.....
Приложения.....	.....
Спецификации.....	.....

					<i>02.89.115.00.000 ПЗ</i>					
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	<i>Обеспечение производственной безопасности при последующей обработке зерна</i>	<i>Лит.</i>			<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Разраб.</i>						<i>у</i>	<i>к</i>	<i>п</i>	<i>5</i>	<i>41</i>
<i>Руковод.</i>						<i>БГАТУ, гр. 10 от</i>				
<i>Консульт.</i>										
<i>Н.контр.</i>										
<i>Зав. каф.</i>					<i>Пояснительная записка</i>					

Приложение Д (обязательное)

Список использованных источников

1. Трудовой кодекс Республики Беларусь: с изм. и доп. от 19.07.2005 г. № 37-З; от 16.05.2006 г. № 118-З; от 29.06.2006 г. № 138-З; от 07.05.2007 г. № 219-З; от 20.07.2007 г. № 272-З // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2007. – № 118. – 2/1316; № 183. – 2/1369.
2. Об охране труда: Закон Республики Беларусь от 23.06.2008 г., № 356-З: с изм. и доп. от 12.07.2013 г. № 61-З. – Минск : Нац. центр правовой информации Республики Беларусь, 2013. – 30 с.
3. Охрана труда : учебник для студентов высших учебных заведений по технологическим специальностям / под общ. ред. А. А. Челнокова. – Минск : Вышэйшая школа, 2013. – 655 с.
4. Шкрабак, В. С. Безопасность жизнедеятельности в сельскохозяйственном производстве : учебник / В. С. Шкрабак, А. В. Луковников, А. К. Тургиев. – М. : Колос, 2005. – 512 с.
5. Об утверждении правил по охране труда при проведении работ по возделыванию, уборке и подготовке льна к переработке : постановление Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, 18 января 2011 г. № 2 [Электронный ресурс]. – URL : <http://mshp.minsk.by>. – Дата обращения: 13.04.2017.
6. Об утверждении Правил охраны труда при работе на высоте: постановление Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь, 28 апреля 2001 г., № 52 : в ред. постановления Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь от 19.11.2007 г., № 150 // Нац. реестр правовых актов Республики Беларусь. – 2008. – № 43. – 8/17989.
7. Об утверждении Правил устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением : постановление Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь, 27 декабря 2005 г., № 56 : в ред. постановления Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 13.12.2007 г., № 121, 16.04.2008 г., № 31 // Нац. реестр правовых актов Республики Беларусь. – 2008. – № 8. – 8/13868.
8. Об утверждении Правил устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов : постановление Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь, 28 июня 2012 г., № 37 // Нац. правовой Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс] / Нац. центр правовой информ. Республики Беларусь. – URL : <http://pravo.by>. – Дата обращения: 13.04.2017.
9. Об утверждении Межотраслевых правил по охране труда при проведении погрузочно-разгрузочных работ : постановление Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь, 12 декабря 2005 г., № 173 : в ред. постановления Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь от 19.11.2007 г., № 150 // Нац. реестр правовых актов Республики Беларусь. – 2008. – № 8. – 2/17989.

10. Об утверждении Правил по охране труда при производстве продукции животноводства : постановление Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, 28 декабря 2007 г., № 89 // Нац. правовой Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс] / Нац. центр правовой информ. Республики Беларусь. – URL : <http://pravo.by>. – Дата обращения: 13.04. 2017.

11. Об утверждении Правил по охране труда при производстве и послеуборочной обработке продукции растениеводства : постановление Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, 15 апреля 2008 г., № 36 // Нац. правовой Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс] / Нац. центр правовой информ. Республики Беларусь. – URL : <http://pravo.by>. – Дата обращения: 13.04.2017.

12. Межотраслевые общие правила по охране труда : постановление Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь, 03.06.2007 г., № 70 (с изм. и доп. от 30.09.2011 г., № 96) // Нац. реестр правовых актов Республики Беларусь. – 2011 г. – № 125. – 8/24335.

13. Процессы производственные. Общие требования безопасности : ГОСТ 12.3.002–75. – Введ. 01.07.1976. – М. : ИПК Издательство стандартов, 2000. – 12 с.

14. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация : ГОСТ 12.4.011–89. – Взамен ГОСТ 12.4.011–87. – Введ. 01.07.1990. – М. : ИПК Издательство стандартов, 2008.– 12 с.

Приложение Е (справочное)

Примеры выполнения листов графической части

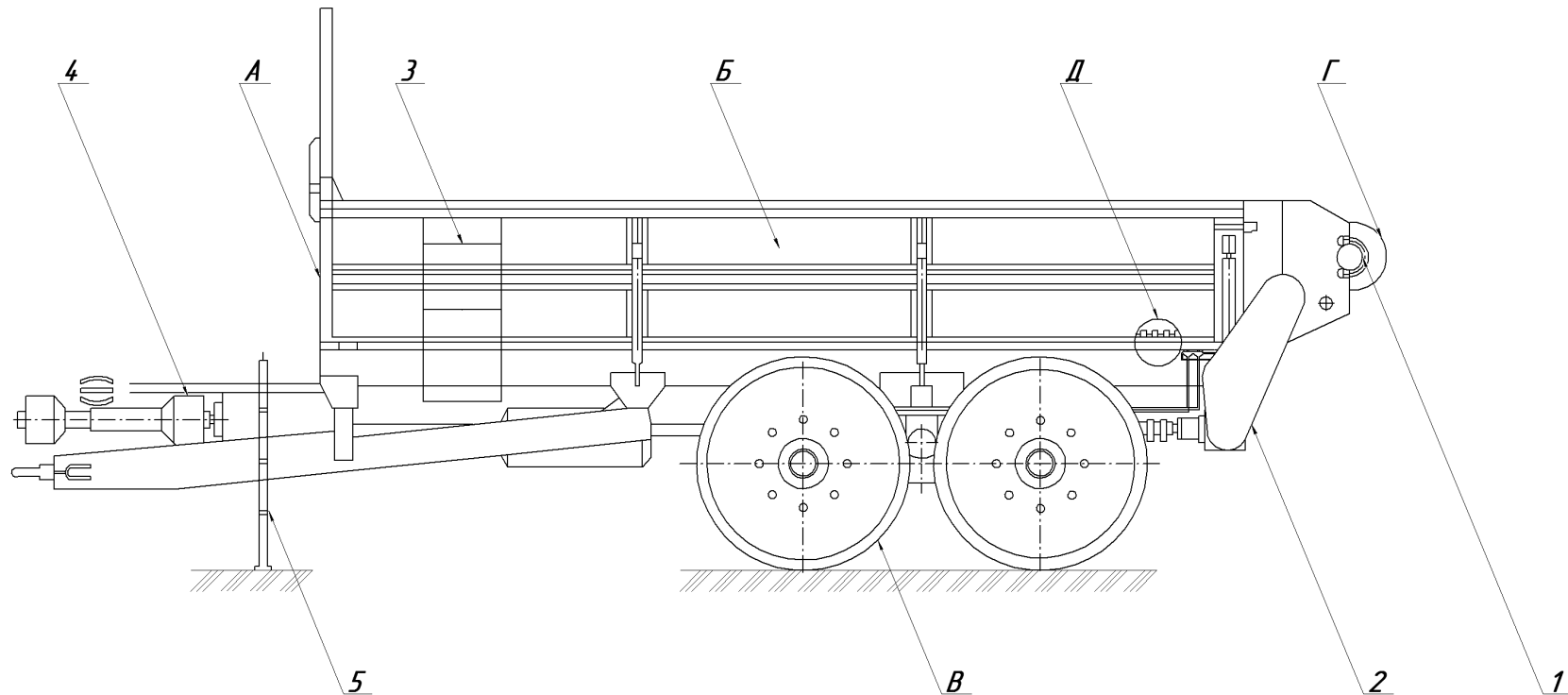
АНАЛИЗ ОПАСНЫХ И ВРЕДНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ФАКТОРОВ ПРИ СУШКЕ ЗЕРНА

ИСТОЧНИК (ПРИЧИНА) ВОЗНИКНОВЕ- НИЯ	ХАРАКТЕРИСТИКА ОПАСНЫХ И ВРЕДНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ФАКТОРОВ			ЗАЩИТНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ			САНИТАРНО- ГИГИЕНИЧЕС- КИЕ
	ФИЗИЧЕСКИЕ	ХИМИЧЕСКИЕ И БИОЛОГИЧЕСКИЕ	ПСИХОФИЗИО- ЛОГИЧЕСКИЕ	ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ	ТЕХНИЧЕСКИЕ	САНИТАРНО- ГИГИЕНИЧЕС- КИЕ	
1. Человеческий фактор	Курение в помещениях сушилки и местах хранения зерна, ремонт работающего оборудования, использование опасных агрегатов без защитных ограждений. Возможность нарушения работниками правил и норм ГНПА и ТНПА. Недостатки в обучении работников		Монотонность труда, нервно-психические нагрузки, ослабление внимания	Инструктаж: ежедневный, целевой. Не допускается к работе лица моложе 18 лет, не прошедшие медицинское освидетельствование	Использование исправного инструмента и в соответствии с регламентом	Использование спецодежды	
2. Электрооборудование	Возможность нарушения изоляции электрических проводов, ремонт оборудования при включенном источнике питания			Инструктаж. Не допускаются к работе лица моложе 18 лет, не прошедшие медицинское освидетельствование и специальное обучение	Содержание электрооборудования в исправном состоянии, использование исправного электроинструмента	Использование электротехнических защитных средств	
3. Освещение	Недостаточный уровень естественной и искусственной освещенности (менее 150 лк)			Своевременный контроль уровня освещенности	Использование светлых ков с характеристиками, соответствующими требованиям СанПиН		
4. Воздух рабочей зоны	Содержание в воздухе рабочей зоны пыли выше установленной предельно-допустимой концентрации – более 4 мг/м³			Своевременный контроль параметров воздуха рабочей зоны	Использование средств индивидуальной защиты, после работы принимать душ		
5. Оборудование основное	Постоянный повышенный уровень шума (более 70 дБА), а также общая и локальная вибрация от работы самоочистительных и сортировальных машин. Стабильность тремора при контакте с движущимися частями сортировального оборудования, транспортирующих агрегатов, ленточных конвейеров без защитных кожухов, ремешных и цепных передач.	Полобание на кожные покровы амизочных материалов		Инструктаж. Не допускаются к работе лица моложе 18 лет, не прошедшие медицинское освидетельствование и специальное обучение	Содержание оборудования в исправном состоянии		
6. Теплогенератор	Работа с неисправным предохранительным клапаном, неисправными системами подачи топлива и зажигания, запуск без предохранительной пробужки, попадание искр в сухое зерно, пыль и другие горючие материалы, короткое замыкание, фазное повышение температуры агрегта сушилки.	Полобание на кожные покровы топлива		Инструктаж. Не допускаются к работе лица моложе 18 лет, не прошедшие медицинское освидетельствование и специальное обучение	Содержание теплогенератора в исправном состоянии		
7. Режим труда и отдыха			Утомляемость и снижение работоспособности к концу смены	Анализично п.1, соблюдение режима труда и отдыха – 40 часовая рабочая неделя, обеденный перерыв (1 час), 10 минутные перерывы на нужды работников	После работы принимать душ		

Итого	Итого	Итого	Итого	Итого	Итого	Итого	Итого	Итого	Итого
Итого	Итого	Итого	Итого	Итого	Итого	Итого	Итого	Итого	Итого

Лист 1 из 1

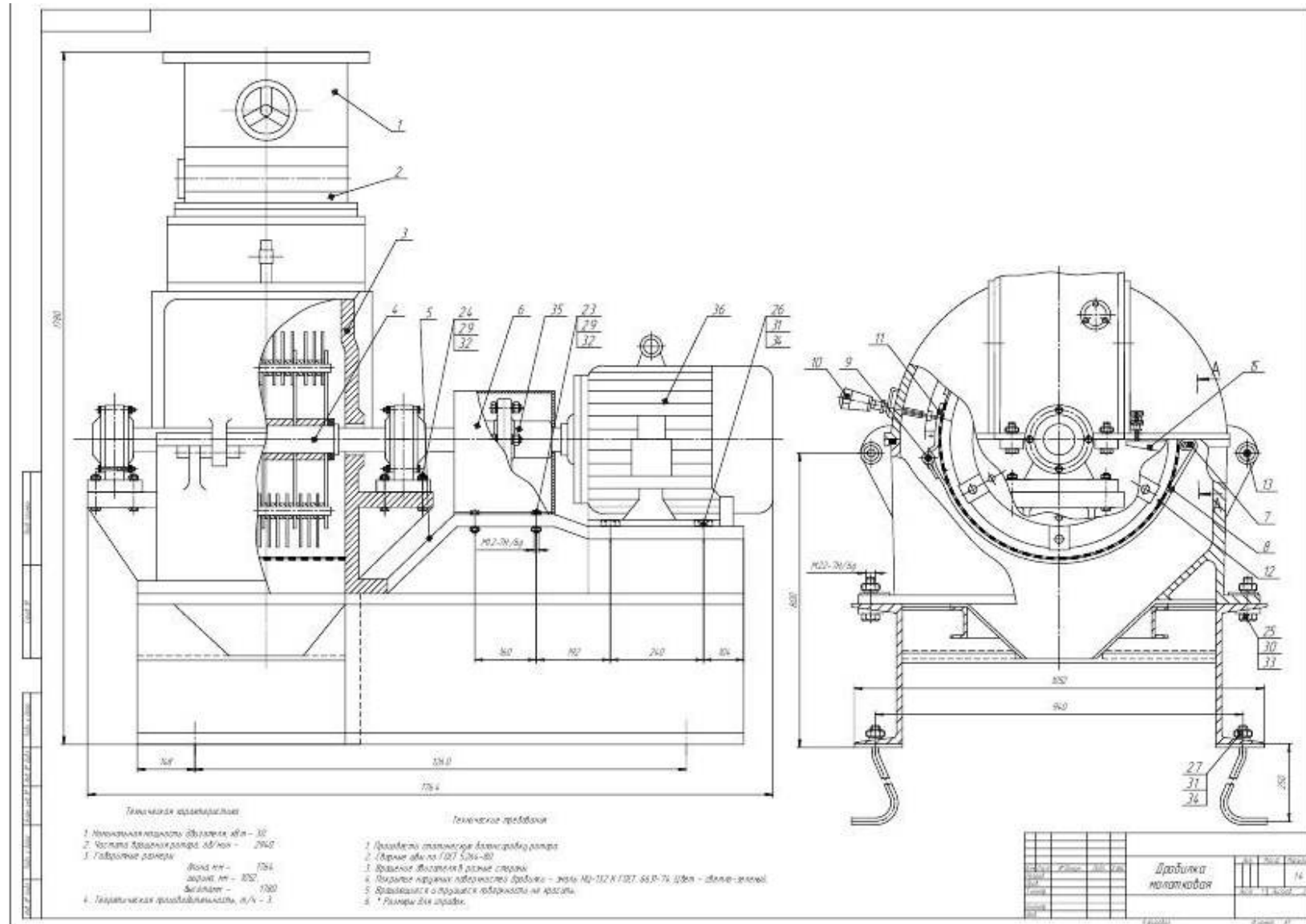
Опасные зоны МТТ-9



Зона	Опасные узлы, детали, поверхности	Причины возникновения (проявления), травмирования
A	Передняя поверхность МТТ-9	Отсутствие автоматической сцепки, неисправность органов управления, несогласованность работы тракториста и обслуживающего персонала перед началом движения
Б	Боковая поверхность МТТ-9	Случайное нахождение людей при повороте агрегата
В	Ходовая часть МТТ-9	Случайный наезд на людей, находящихся в зоне движения агрегата
Г	Задняя поверхность МТТ-9	Плохая обзорность, неисправность органов управления, случайное нахождение людей
Д	Кузов МТТ-9, цепочно-планчатые транспортеры	Нахождение тракториста (обслуживающего персонала) в кузове при регулировке цепочно-планчатых транспортеров
1	Разбрасывающие шнековые барабаны	При устранении заклинивания шнековых барабанов
2	Цепные, ременные передачи	Отсутствие защитных кожухов и ограждений, нарушение требований безопасности при обслуживании МТТ-9
3	Лестница	Падение с лестницы, скользкие поверхности
4	Карданный вал	Отсутствие защитного кожуха, неисправность предохранительных устройств на вращающихся узлах
5	Опорная стойка	Неисправность опорной стойки, придавливание

		ДП.90.89.14.004.ДЗ	
Исполн.	Дата	Лист	Листов
Проект.	Удостовер.	Опасные зоны МТТ-9	
Разработ.	Комп. 7/11	Лист	Листов
Апробовант.	Комп. 7/11	БГАТУ, гр. 5 от	
Проверен.		Формат А1	
И. директор	Исполн. Г.В.		
Зам. экск.	Исполн. В.Г.		

ОБЩИЙ ВИД



Приложение Ж

Примеры расчета границ опасных зон и ограждений

Пример 1. Расчет расстояния $L_{от}$, на которое отлетает груз в случае обрыва стропы стрелового крана. При этом:

$h_{Г}$ – высота подъема груза, м ($h_{Г} = 7$ м);

l_c – длина ветви стропа, м ($l_c = 3$ м);

α – угол между стропами и вертикалью, град ($\alpha = 45^\circ$);

a – расстояние от центра тяжести груза до его края, м ($a = 2,1$ м);

l_B – вылет стрелы крана, м ($l_B = 15$ м).

$$L_{от} = 15 + 2\sqrt{7[3(1 - \cos \alpha) + 2,1]} = 24,2 \text{ м.}$$

Пример 2. Расчет ограждения абразивного круга.

Ударная нагрузка $P_{уд}$ на ограждение:

$$P_{уд} = \frac{m_k v_{вр}^2}{2R_0} = 0,06,$$

где m_k – масса круга, кг ($m_k = 2$ кг);

$v_{вр}$ – окружная скорость вращения, м/с.

$$v_{вр} = 2\pi R\omega, \quad (\text{Ж.1})$$

где ω – частота вращения, мин⁻¹ ($\omega = 25$ с⁻¹);

R – радиус наружной окружности круга ($R = 0,15$ м).

$$V = 2 \cdot 3,14 \cdot 0,15 \cdot 25 = 23,6 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}.$$

Радиус центра тяжести

$$R_0 = \frac{4(R^3 - r^3)}{3\pi(R^2 - r^2)}, \quad (\text{Ж.2})$$

где R – радиус внешней окружности круга ($R = 0,15$ м);

r – радиус центрального отверстия круга ($r = 0,01$ м).

$$P_0 = \frac{4(0,00338 - 0,000000001)}{3 \cdot 3,14(0,0225 - 0,000001)} = 0,06.$$

$$P_{уд} = \frac{2 \cdot 23,6 \cdot 23,6}{2 \cdot 0,06} = 9282,7 \text{ м.}$$

Толщину стенки принимаем равной 3 мм (таблица 3.1).

Приложение И

Примеры расчета теоретического остановочного пути сельскохозяйственного агрегата

Пример 1. Рассчитать теоретический остановочный путь агрегата, состоящего из трактора МТЗ-82 и прицепа, не оборудованного тормозами, для случая, когда движение происходит по ровной сухой дороге со скоростью 35 км/ч. Масса трактора $G_T = 3360$ кг, масса прицепа $G_{\Pi} = 1500$ кг, коэффициент сцепления шин с поверхностью дороги $\varphi = 0,7$.

Решение. Приняв время реакции тракториста $t_1 = 0,8$ с, время срабатывания тормозов с механическим приводом $t_2 = 0,3$ с и коэффициент эксплуатационных условий $k_y = 1,5$, определим остановочный путь транспортного средства:

$$l_{\text{ОП}} = \left(t_1 + t_2 + \frac{v_0}{252\varphi} \right) \cdot \frac{v_0}{3,6} + \frac{K_y v_0^2 (G_a + G_{\Pi})}{254\varphi G_a} = \left(0,8 + 0,3 + \frac{35}{252 \cdot 0,7} \right) \cdot \frac{35}{3,6} + \frac{1,5 \cdot 35 \cdot 35 (3360 + 1500)}{254 \cdot 0,7 \cdot 3360} = 27,57 \text{ м.}$$

Пример 2. Определить скорость, при которой может произойти опрокидывание трактора МТЗ-80 при движении на повороте дороги радиусом 7 м, если высота центра тяжести трактора $h_{\text{ц}} = 0,9$ м, ширина колеи на транспортных работах $B_{\text{max}} = 1,8$ м. Рассчитать скорость, при которой на этой же дороге произойдет опрокидывание трактора, подготовленного для выполнения сельскохозяйственных работ при ширине колеи $B_{\text{min}} = 1,2$ м.

Решение. Критическая скорость, при которой возможно опрокидывание трактора МТЗ-80, если ширина колеи максимальна:

$$V_{\text{кр.1}} = 3,6 \sqrt{\frac{gBR_{\text{max}}}{2h_{\text{ц}}}} = 3,6 \sqrt{\frac{9,81 \cdot 1,8 \cdot 7}{2 \cdot 0,9}} = 29,83 \text{ км/ч}$$

критическая скорость на повороте при минимальной ширине колеи трактора МТЗ-80:

$$V_{\text{кр.1}} = 3,6 \sqrt{\frac{gBR_{\text{min}}}{2h_{\text{ц}}}} = 3,6 \sqrt{\frac{9,81 \cdot 1,2 \cdot 7}{2 \cdot 0,9}} = 24,36 \text{ км/ч.}$$

Приложение К

Примеры расположения защитных устройств с учетом скоростей приближения частей тела человека

Пример 1. Во время обкатки и испытания двигателей вокруг станда возникают опасные зоны, поэтому во время горячей обкатки предлагается эти зоны оградить.

Для разработки такого оборудования необходимо рассчитать минимальные расстояния защитных устройств оборудования до опасной зоны. Соблюдение расчетных расстояний обеспечивает достаточную степень защиты работников от риска, связанного с приближением к опасной зоне (в нашем случае – при приближении к обкатываемому двигателю).

При приближении в нормальном направлении к зоне обнаружения минимальное расстояние от электрочувствительного предохранительного оборудования, использующего радиоактивные электронно-оптические предохранительные устройства, определяется по формуле (3.6) с заменой K на 2000 мм/с; C – на $8(d - 14)$, но не менее чем 0; d – способность обнаружения предохранительного устройства:

$$S = 2000T + 8(d - 14). \quad (\text{К.1})$$

При времени останова электродвигателя станда $t_2 = 200$ мс и времени срабатывания электрочувствительного предохранительного оборудования, использующего вертикальное радиоактивное электронно-оптическое предохранительное устройство, обладающее способностью обнаружения $d = 14$ мм, $t_1 = 30$ мс, минимальное расстояние от опасной зоны до зоны обнаружения

$$S = 2000(0,2 + 0,03) + 8(14 - 14) = 460 \text{ мм.}$$

В этом случае минимальное расстояние от зоны обнаружения до опасной зоны составляет $S = 460$ мм.

Пример 2. Для машины с высотой стола 1000 мм требуется двухпозиционная зона обнаружений.

Общая характеристика останова системы $T = 100$ мс, способность обнаружения $d = 40$ мм.

Для вертикальной зоны обнаружения используем следующую формулу:

$$S = 2000 T + 8(d - 14), \quad (\text{К.2})$$

где $T = 100$ мс;
 $d = 40$ мм.

Получаем

$$S = 2000 \cdot 0,01 + 8 (40 - 14) = 200 + 208 = 408 \text{ мм};$$

$$S = 408 \text{ мм.}$$

Формула (К.2) справедлива, т. к. $S = 408$, что меньше чем 500 мм.
Для горизонтальной зоны обнаружения используем формулу

$$S = 1600 T + (1200 - 0,4 H), \quad (\text{К.3})$$

где $1200 - 0,4H$ не менее 850 мм.

Получаем:

$$S = 1600 \cdot 0,01 + 850 = 160 + 850 = 1010 \text{ мм};$$

$$S = 1010 \text{ мм.}$$

Таким образом, точка вращения будет расположена на горизонтальном расстоянии от опасной зоны – 408 мм.

Минимальная длина зоны обнаружения будет равна $1010 - 408 = 602$ мм.

Оценка риска должна показать, требуется ли дополнительное защитное ограждение в настоящем примере с расстоянием между точкой вращения и опасной зоной, равным 408 мм.

Пример 3. Оценка риска показывает, что для защиты от непредусмотренного доступа в опасную зону автоматизированной системы машины применим напольный коврик, чувствительный к давлению, или расположенное на полу радиоактивное электронно-оптическое предохранительное устройство.

Время останова системы машины $t_1 = 300$ мс, а время срабатывания предохранительного оборудования $t_2 = 35$ мс.

Минимальное расстояние S следует рассчитывать по формуле:

$$S = 1600 T + 1200. \quad (\text{К.4})$$

Получаем:

$$S = 1600 \cdot 0,335 + 1200 = 536 + 1200 = 1736 \text{ мм};$$

$$S = 1736 \text{ мм.}$$

Приложение Л

Примеры расчетов выбросов загрязняющих веществ животноводства в окружающую среду

Пример 1. На животноводческом комплексе Гродненской области содержат:

- 2300 гол. крупного рогатого скота, 450 гол. – телки до 1 года, которые содержатся круглый год в помещении на желобчатом полу, 1200 – телки от 1 до 2 лет осемененные, 650 гол. – коровы мясного и молочного направления на откорме и нагуле, которые с сентября по март содержатся в помещении на желобчатом полу, с апреля по август – на выпасе. Навоз компостируется в буртах, для внесения в почву используется инжекторная заделка в открытые борозды;

- 5400 гол. свиней, 1300 из которых – поросята в возрасте до 4 мес., содержатся на частично решетчатом полу с ямой для навоза и каналом для смыва водой, 1700 – ремонтные свинки старше 4 мес., 1200 – основные свиноматки, 1200 гол. – проверяемые свиноматки, которые содержатся в группе на частично решетчатом полу со смывными каналами без аэрации. Навоз хранится в открытых бетонных навозохранилищах с применением несложных технологий (солома, торф). Для внесения в почву используется инжекторная заделка в открытые борозды.

Валовой выброс аммиака рассчитывается по формулам (3.28) и (3.29).

Для крупного рогатого скота

Для животных K_{N_1} и K_{N_2} удельное выделение аммиака складывается из удельного выделения аммиака от животных в помещении, при содержании их на желобчатом полу (таблица 3.6), и удельных выделений от животных на пастбище, выпасе, в загоне, на выгульно-кормовой площадке (таблица 3.5). Удельное выделение аммиака равно $4,2 + 1,9 + 2,0 = 8,1$ кг/(год·гол.).

Для животных K_{N_3} удельное выделение аммиака равно удельному выделению аммиака от животных в помещении при содержании их круглый год на желобчатом полу (таблица 3.6) и составляет 4,2 кг/(год·гол.)

Удельное выделение аммиака $q_{NH_3}^{mn}$ для животных K_{N_1} , K_{N_2} , K_{N_3} (по таблице 3.5) равно 6,0 кг/(год·гол.);

Коэффициент снижения удельного выделения K^{mn} рассчитывается как произведение коэффициента снижения выбросов аммиака в зависимости от способа хранения навоза (таблица 3.8) и коэффициента снижения выбросов аммиака в зависимости от метода внесения навоза в почву (таблица 3.7) и равен $0,8 \cdot 0,3 = 0,24$.

С учетом специфики данного технологического процесса валовой выброс аммиака равен

$$G_{NH_3}^{KPC} = 10^{-3} [(650 + 0,7 \cdot 1200) \cdot (8,1 + 6,0 \cdot 0,24) + (0,4 \cdot 450) \times \\ \times (4,2 + 6,0 \cdot 0,24)] = 15,230 \text{ т/год.}$$

Для расчета максимального выброса следует использовать лишь процесс содержания животных в помещении, и, следовательно, валовой выброс аммиака, используемый для расчета максимального выброса:

$$G_{NH_3}^{KPC} = 10^{-3} (650 + 0,7 \cdot 1200 + 0,4 \cdot 450) \cdot 4,2 = 7,515 \text{ т/год.}$$

Максимальный выброс аммиака

$$M_{NH_3}^{KPC} = 10^6 \cdot 7,515 / (3600 \cdot 210 \cdot 24) = 0,414 \text{ г/с.}$$

Для свиней

Для проверяемых и основных свиноматок удельное выделение аммиака зависит от метода их содержания и складывается из удельного выделения аммиака от животных в помещении, при содержании их в группе на частично решетчатом полу со смывными каналами без аэрации (таблица 3.6), и удельных выделений от животных в загоне, на выгульно-кормовой площадке (таблица 3.5). Удельное выделение аммиака для проверяемых свиноматок равно $1,5 + 0,85 = 2,35$ кг/(год·гол.), для основных свиноматок – $2,1 + 2,18 = 4,28$ кг/(год·гол.). Удельное выделение аммиака для ремонтных свинок старше 4 мес. равно $1,9 + 0,75 = 2,65$ кг/(год·гол.), для поросят в возрасте до 4 мес. при содержании на частично решетчатом полу с ямой для навоза и каналом для смыва водой – $0,36 + 0,36 = 0,72$ кг/(год·гол.).

Удельное выделение аммиака при процессах уборки и хранения навоза по таблице 3.5 для проверяемых свиноматок равно 2,65, для основных свиноматок – 6,82; для ремонтных свинок старше 4 мес. – 1,7 кг/(год·гол.), для поросят в возрасте до 4 мес. – 0,6 кг/(год·гол.).

Коэффициент снижения удельного выделения K^{mn} рассчитывается как произведение коэффициента снижения выбросов аммиака в зависимости от способа хранения навоза (таблица 3.8) и коэффициента снижения выбросов аммиака в зависимости от метода внесения навоза в почву (таблица 3.7) и равен $0,6 \cdot 0,3 = 0,18$.

С учетом специфики данного технологического процесса валовой выброс аммиака

$$G_{NH_3}^{Свиньи} = 10^{-3} [(1200 (2,35 + 2,65 \cdot 0,18) + 1200 (4,28 + 6,82 \cdot 0,18) + 1700 (2,65 + 1,7 \cdot 0,18) + 1300 (0,72 + 0,6 \cdot 0,18)] = 16,103 \text{ т/год.}$$

Для расчета максимального выброса следует использовать лишь процесс содержания животных в помещении, следовательно, валовой выброс аммиака, используемый для расчета максимального выброса, равен

$$G_{NH_3}^{Свиньи} = 10^{-3} (1200 \cdot 1,5 + 1200 \cdot 2,1 + 1700 \cdot 1,9 + 1300 \cdot 0,36) = 8,018 \text{ т/год.}$$

Максимальный выброс аммиака

$$M_{NH_3}^{Свиньи} = 10^6 \cdot 8,018 / (3600 \cdot 210 \cdot 24) = 0,442 \text{ г/с.}$$

Валовой выброс метана рассчитывается по формуле (3.30).

Для крупного рогатого скота

Удельное выделение метана при процессах кишечной ферментации и процессах уборки, хранения и использования навоза в течение года (по таблице 3.9) равно

$$58 + 2,72 = 60,72 \text{ кг/(год} \cdot \text{гол.)}$$

Валовой выброс метана

$$G_{CH_4}^{КРС} = 10^{-3} (650 + 0,7 \cdot 1200 + 0,4 \cdot 450) \cdot 60,72 = 101,402 \text{ т/год.}$$

Для расчета максимального выброса следует использовать лишь процесс содержания животных в помещении.

Удельное выделение метана $q_{CH_4}^{li}$ в связи с нахождением в помещении с сентября по март, исходя из данных таблицы 3.9, равно $58 \cdot 7/12 = 33,83 \text{ кг/(7 мес.} \cdot \text{гол.)}$. Следовательно, валовой выброс метана, используемый для расчета максимального, равен

$$G_{CH_4}^{КРС} = 10^{-3} ((650 + 0,7 \cdot 1200) \cdot 33,83 + 0,4 \cdot 450 \cdot 58) = 60,847 \text{ т/год.}$$

Максимальный выброс аммиака

$$M_{CH_4}^{КРС} = 10^6 \cdot 60,847 / (3600 \cdot 210 \cdot 24) = 3,354 \text{ г/с.}$$

Для свиней

Удельное выделение метана при содержании свиней и при процессах уборки, хранения и использования навоза в течение года (по таблице 3.9) равно

$$1,5 + 3,94 = 5,44 \text{ кг/(год} \cdot \text{гол.)}$$

Валовой выброс метана

$$G_{CH_4}^{Свиньи} = 10^{-3} (2400 + 0,7 \cdot 1700 + 0,4 \cdot 1300) \cdot 5,44 = 22,358 \text{ т/год.}$$

Для расчета максимального выброса следует использовать лишь процесс содержания животных в помещении. Следовательно, валовой выброс метана, используемый для расчета максимального, равен

$$G_{CH_4}^{Свиньи} = 10^{-3} (2400 + 0,7 \cdot 1700 + 0,4 \cdot 1300) \cdot 1,5 = 6,165 \text{ т/год.}$$

Максимальный выброс аммиака

$$M_{CH_4}^{Свиньи} = 10^6 \cdot 6,165 / (3600 \cdot 210 \cdot 24) = 0,340 \text{ г/с.}$$

Валовой выброс закиси азота рассчитывается по формуле (3.3).

Для крупного рогатого скота

Интенсивность выделения азота R^i (таблица 3.10) равна 0,35 кг/(т·сут).

Типовая масса животного M^i (таблица 3.10) равна 420 кг.

Доля суммарного годового выделения азота на одну голову животного S_w^i согласно таблице 3.11 для животных K_{N_1} и K_{N_2} равна 0,2 в период с апреля по август в связи с нахождением на выпасе и 0,44 в период с сентября по март в связи с нахождением в помещении, откуда навоз убирается и компостируется в буртах.

Доля суммарного годового выделения азота на одну голову животного S_w^i по таблице 3.11 для животных K_{N_3} равна 0,44, так как они круглый год находятся в помещении, откуда навоз убирается и компостируется в буртах.

Удельное выделение закиси азота $q_{N_2O}^w$ по таблице 3.12 для животных K_{N_1} и K_{N_2} равно 0,02 кг/кг в период с апреля по август в связи с нахождением на выпасе и 0,006 кг/кг в период с сентября по март в связи с нахождением в помещении, откуда навоз убирается и компостируется в буртах.

Удельное выделение закиси азота $q_{N_2O}^w$ по таблице 3.12 для животных K_{N_3} равно 0,006 кг/кг, так как они круглый год находятся в помещении, откуда навоз убирается и компостируется в буртах.

С учетом специфики данного технологического процесса валовой выброс закиси азота

$$G_{N_2O}^{KPC} = 10^{-3} \cdot 0,35 \cdot 420 [(325 + 0,7 \cdot 600) \cdot 0,2 \cdot 0,02 + (325 + 0,7 \cdot 600) \times \\ \times 0,44 \cdot 0,006 + 0,4 \cdot 450 \cdot 0,44 \cdot 0,006] = 0,797 \text{ т/год.}$$

Для свиней

Интенсивность выделения азота R^i по приложению 32 равна 0,77 кг/(т·сут).

Типовая масса животного M^i по таблице 3.10 равна 50 кг.

Доля суммарного годового выделения азота на одну голову животного S_w^i равна 0,379, так как система хранения навоза с использованием открытых

бетонных навозохранилищ с применением несложных технологий (солома, торф) в таблице 3.11 отсутствует.

Удельное выделение закиси азота $q_{N_2O}^w$ в рамках системы уборки, хранения и использования навоза по таблице 3.12 для животных равно 0,005 кг/кг.

С учетом специфики данного технологического процесса валовой выброс закиси азота

$$G_{N_2O}^{Свиньи} = 10^{-3} \cdot 0,77 \cdot 50 \cdot 0,379 \cdot [(2400 + 0,7 \cdot 1700 + 0,4 \cdot 1300) \cdot 0,005] = 0,300 \text{ т/год.}$$

Валовой выброс сероводорода, метиламина, фенола, метанола, пропиональдегида, гексановой кислоты, диметилсульфида, этилформиата, пыли меховой, микроорганизмов рассчитывается по формуле (3.32).

Для крупного рогатого скота

Таблица 1 – Удельное выделение j -того вещества для крупного рогатого скота с учетом таблицы 3.16 и валового выброса j -того вещества при процессах содержания, выращивания, откорма и воспроизводства в течение года

Вещество	Удельное выделение j -того вещества q_j^i г/(год·гол.), кл./(год гол.) для микроорганизмов	Валовой выброс j -того вещества, т/год, кл./год для микроорганизмов
Сероводород	15,71	0,026
Метиламин	13,88	0,023
Фенол	6,94	0,012
Метанол	34,00	0,057
Пропиональдегид	17,35	0,029
Гексановая кислота	20,54	0,034
Диметилсульфид	26,64	0,044
Этилформиат	52,73	0,088
Пыль меховая	416,3	0,695
Микроорганизмы ¹⁾	44376,7 кл.	74,109 кл.

¹⁾ Количество микроорганизмов нормируется по числу бактериальных клеток, их результирующее значение не суммируется с величинами выбросов других загрязняющих веществ.

Таблица 2 – Удельное выделение j -того вещества для свиней с учетом таблицы 3.16 и валового выброса j -того вещества при процессах содержания, выращивания, откорма и воспроизводства в течение года

Вещество	Удельное выделение j -того вещества q_j^i г/(год·гол.), кл./(год гол.) для микроорганизмов	Валовой выброс j -того вещества, т/год, кл./год для микроорганизмов
1	2	3
Сероводород	15,72	0,065
Метиламин	7,57	0,031
Фенол	8,33	0,034
Метанол	42,39	0,174

Продолжение таблицы 2

1	2	3
Пропиональдегид	17,03	0,070
Гексановая кислота	9,46	0,039
Диметилсульфид	59,80	0,246
Этилформиат	34,06	0,140
Пыль меховая	200,6	0,824
Микроорганизмы ¹⁾	20016,6 кл.	82,268 кл.

¹⁾ Количество микроорганизмов нормируется по числу бактериальных клеток, и их результирующее значение не суммируется с величинами выбросов других загрязняющих веществ.

Результаты расчетов выбросов сводим в таблицу 3:

Таблица 3 – Валовые и максимальные выбросы загрязняющих веществ от всего животноводческого комплекса

Вещество	Крупный рогатый скот, т/год, кл./год	Свиньи, т/год, кл./год	Валовой выброс, т/год, кл./год ²⁾	Максимальный выброс, г/с, кл./год ²⁾
Аммиак	15,230	16,103	31,333	0,414 + 0,442 = 0,853
Метан	101,402	22,358	123,760	3,354 + 0,340 = 3,694
Закись азота ¹⁾	0,797	0,300	1,097	0,035
Сероводород	0,026	0,065	0,091	0,003
Метиламин	0,023	0,031	0,054	0,002
Фенол	0,012	0,034	0,046	0,001
Метанол	0,057	0,174	0,231	0,007
Пропиональдегид	0,029	0,070	0,099	0,003
Гексановая кислота	0,034	0,039	0,073	0,002
Диметилсульфид	0,044	0,246	0,29	0,009
Этилформиат	0,088	0,140	0,228	0,007
Пыль меховая	0,695	0,824	1,520	0,048
Микроорганизмы ²⁾	74,109 кл.	82,268 кл.	156,377 кл.	4,958 кл.

¹⁾ Закись азота учитывается как парниковый газ.
²⁾ Количество микроорганизмов нормируется по числу бактериальных клеток, их результирующее значение не суммируется с величинами выбросов других загрязняющих веществ.

Пример 2. На птицеводческой фабрике Минской области содержат:

- 3000 гол. крупного рогатого скота: 478 из них – телки до 1 года содержатся круглый год без привязи со свободным выгулом, 1519 – нетели, содержатся круглый год без привязи со свободным выгулом, 1003 – коровы мясного и молочного направления на откорме и нагуле, которые с сентября по май содержатся в помещении на желобчатом полу, с мая по сентябрь содержатся в летнем лагере. Навоз компостируется в буртах, для внесения в почву используется разбрасывание и последующая вспашная заделка в течение 24 ч.

- 312 900 гол. птицы, из них 147 216 – цыплята, 37 404 – молодняк кур в возрасте до 170 дней, 128 280 – куры-несушки в возрасте более 170 дней. Для всей птицы используется клеточное содержание. Навоз компостируется в буртах, для внесения в почву используется разбрасывание и последующая вспашная заделка в течение 24 ч.

Валовой выброс аммиака рассчитывается по формулам (3.28) и (3.29).

Для крупного рогатого скота

Для животных K_{N_1} удельное выделение аммиака складывается из удельного выделения аммиака от животных в помещении при содержании их на желобчатом полу (таблица 3.6) и удельных выделений от животных на пастбище, выпасе, в загоне, на выгульно-кормовой площадке (таблица 3.5).

Удельное выделение аммиака равно $4,2 + 1,9 + 2,0 = 8,1$ кг/(год·гол.).

Для животных K_{N_2} и K_{N_3} удельное выделение аммиака равно удельному выделению аммиака от животных в помещении при содержании их круглый год на желобчатом полу (таблица 3.6) и составляет $2,1 + 1,9 + 2,0 = 5,9$ кг/(год·гол.).

Удельное выделение аммиака $q_{NH_3}^{mn}$ для животных K_{N_1} , K_{N_2} , K_{N_3} (по таблице 3.5) равно $6,0$ кг/(год·гол.).

Коэффициент снижения удельного выделения K^{mn} рассчитывается как произведение коэффициента снижения выбросов аммиака, в зависимости от способа хранения навоза (таблица 3.8), и коэффициента снижения выбросов аммиака, в зависимости от метода внесения навоза в почву (таблица 3.7), и равен $0,8 \cdot 0,3 = 0,24$.

С учетом специфики данного технологического процесса валовой выброс аммиака

$$G_{NH_3}^{KPC} = 10^{-3} [(1003 \cdot (8,1 + 6,0 \cdot 0,24) + (0,7 \cdot 1519 + 0,4 \cdot 478) \cdot (5,9 + 6,0 \cdot 0,24))] = 18,777 \text{ т/год.}$$

Для расчета максимального выброса следует использовать лишь процесс содержания животных в помещении, следовательно, валовой выброс аммиака, используемый для расчета максимального выброса, равен

$$G_{NH_3}^{KPC} = 10^{-3} (1003 \cdot 4,2 + (0,7 \cdot 1200 + 0,4 \cdot 450) \cdot 2,1) = 6,847 \text{ т/год.}$$

Максимальный выброс аммиака

$$M_{NH_3}^{KPC} = 10^6 \cdot 6,847 / (3600 \cdot 240 \cdot 24) = 0,330 \text{ г/с.}$$

Для птицы

Для птицы K_{N_1} удельное выделение аммиака складывается из удельного выделения аммиака при содержании птицы в клетках с ленточными транспортерами и принудительной сушкой воздухом (таблица 3.6) и удельных выделений от птиц в загоне, на выгульно-кормовой площадке (таблица 3.5). Удельное выделение аммиака равно $0,099 + 0,03 = 0,102$ кг/(год·гол.).

Для птицы K_{N_2} и K_{N_3} удельное выделение аммиака складывается из удельного выделения аммиака при содержании птицы в клетках системой с комбинированными ярусами (таблица 3.6) и удельных выделений от птицы в загоне, на выгульно-кормовой площадке (таблица 3.5). Удельное выделение аммиака равно

$$0,045 + 0,03 = 0,048 \text{ кг/(\text{год}\cdot\text{гол.})}$$

Удельное выделение аммиака $q_{NH_3}^{mn}$ для птицы K_{N_1} и K_{N_3} по таблице 3.5 равно 0,15 кг/(год·гол.), для птицы K_{N_3} – 0,11 кг/(год·гол.).

Коэффициент снижения удельного выделения K^{mn} для домашней птицы определяется по таблице 3.7.

С учетом специфики данного технологического процесса валовой выброс аммиака

$$G_{NH_3}^{\text{птица}} = 10^{-3} [128\,280 \cdot (0,102 + 0,15 \cdot 0,3) + 37\,404 \cdot (0,048 + 0,15 \cdot 0,3) + 147\,216 (0,048 + 0,11 \cdot 0,3)] = 34,260 \text{ т/год.}$$

Для расчета максимального выброса следует использовать лишь процесс содержания птицы в помещении, следовательно, весь валовой выброс аммиака используется для расчета максимального. Максимальный выброс аммиака

$$M_{NH_3}^{\text{птица}} = 38,05 \cdot 34,260 / 1200 = 1,086 \text{ г/с.}$$

Валовой выброс метана рассчитывается по формуле (3.30).

Для крупного рогатого скота

Удельное выделение метана при процессах кишечной ферментации и процессах уборки, хранения и использования навоза в течение года (таблица 3.9) равно

$$58 + 2,72 = 60,72 \text{ кг/(\text{год}\cdot\text{гол.})}$$

Валовой выброс метана

$$G_{CH_4}^{KPC} = 10^{-3} (1003 + 0,7 \cdot 1519 + 0,4 \cdot 478) \cdot 60,72 = 137,075 \text{ т/год.}$$

Для расчета максимального выброса следует использовать лишь процесс содержания животных в помещении.

Удельное выделение метана $q_{CH_4}^{li}$ при процессах кишечной ферментации в период с сентября по май в связи с нахождением в помещении исходя из таблицы 3.9 равно $58 \cdot 8/12 = 38,67$ кг/(8 мес·гол.). Следовательно, валовой выброс метана, используемый для расчета максимального, равен

$$G_{CH_4}^{KPC} = 10^{-3} \cdot 1003 \cdot 38,67 = 38,786 \text{ т/год.}$$

Максимальный выброс метана

$$M_{CH_4}^{KPC} = 10^6 \cdot 38,786 / (3600 \cdot 240 \cdot 24) = 1,870 \text{ г/с.}$$

Для птицы

Удельное выделение метана $q_{CH_4}^{li}$ при содержании домашней птицы в течение года по таблице 3.12 равно 0 кг/(год·гол.).

Для птицы K_{N_1} удельное выделение метана $q_{CH_4}^{2ip}$ по таблице 3.12 равно 0,03 кг/(год·гол.), для птицы K_{N_2} и K_{N_3} – 0,02 кг/(год·гол.).

Валовой выброс метана

$$G_{CH_4}^{птица} = 10^{-3} ((128280 \cdot 0,03 + (0,7 \cdot 37404 + 0,4 \cdot 147216) \cdot 0,02) = 5,550 \text{ т/год.}$$

Для расчета максимального выброса следует использовать лишь процесс содержания птицы в помещении, следовательно, весь валовой выброс метана используется для расчета максимального. Максимальный выброс метана

$$M_{CH_4}^{птица} = 38,05 \cdot 5,550 / 1200 = 0,176 \text{ г/с.}$$

Валовой выброс закиси азота рассчитывается по формуле (3.31).

Для крупного рогатого скота

Интенсивность выделения азота R^i по таблице 3.10 равна 0,35 кг/(т·сут).

Типовая масса животного M^i по таблице 3.10 равна 420 кг.

Доля суммарного годового выделения азота на одну голову животного S_w^i по приложению 8 для животных K_{N_1} равна 0,2 в период с мая по сентябрь в связи с нахождением на выпасе, и 0,44 в период с сентября по май в связи с нахождением в помещении, откуда навоз убирается и компостируется в буртах.

Доля суммарного годового выделения азота на одну голову животного S_w^i по приложению 8 для животных K_{N_2} и K_{N_3} равна 0,44, так как они круглый год находятся на беспривязном содержании со свободным выгулом, и навоз от них убирается и компостируется в буртах.

Удельное выделение закиси азота $q_{N_2O}^w$ по таблице 3.12 для животных K_{N_1} равно 0,02 кг/кг в период с мая по сентябрь в связи с нахождением на выпасе, и 0,006 кг/кг в период с сентября по май в связи с нахождением в помещении, откуда навоз убирается и компостируется в буртах.

Удельное выделение закиси азота $q_{N_2O}^w$ по таблице 3.12 для животных K_{N_2} и K_{N_3} равно 0,006 кг/кг, так как они круглый год находятся на беспривязном содержании со свободным выгулом, и навоз от них убирается и компостируется в буртах.

С учетом специфики данного технологического процесса валовой выброс закиси азота равен

$$G_{N_2O}^{KPC} = 10^{-3} \cdot 0,35 \cdot 420 [501,5 \cdot 0,2 \cdot 0,02 + 501,5 \cdot 0,44 \cdot 0,006 \cdot (0,7 \cdot 1519 + 0,4 \cdot 478) \cdot 0,44 \cdot 0,006] = 0,976 \text{ т/год.}$$

Для птицы

Интенсивность выделения азота R^i для птицы K_{N_1} по таблице 3.10 равна 1,51 кг/(т·сут).

Типовая масса M^i птицы K_{N_1} по таблице 3.10 равна 1,45 кг.

Интенсивность выделения азота R^i для птицы K_{N_2} по таблице 3.10 равна 1,99 кг/(т·сут).

Типовая масса M^i птицы K_{N_2} по таблице 3.10 равна 1,1 кг.

Интенсивность выделения азота R^i для птицы K_{N_3} по таблице 3.10 равна 3,13 кг/(т·сут).

Типовая масса M^i птицы K_{N_3} по таблице 3.10 равна 0,7 кг.

Доля суммарного годового выделения азота на одну голову птицы S_w^i по приложению 8 равна 0,04 в связи с нахождением птицы в помещении, откуда навоз убирается и компостируется в буртах.

Удельное выделение закиси азота $q_{N_2O}^w$ по таблице 3.12 для птицы равно 0,006 кг/кг в связи с нахождением птицы в помещении, откуда навоз убирается и компостируется в буртах.

С учетом специфики данного технологического процесса валовой выброс закиси азота

$$G_{N_2O}^{\text{птица}} = 10^{-3} \cdot 0,04 \cdot 0,006 \cdot (128\,280 \cdot 1,51 \cdot 1,45 + 0,7 \cdot 37\,404 \cdot 1,99 \cdot 1,1 + 0,4 \cdot 147\,216 \cdot 3,13 \cdot 0,7) = 0,112 \text{ т/год.}$$

Валовой выброс сероводорода, метиламина, фенола, метанола, пропиональдегида, гексановой кислоты, диметилсульфида, этилформиата, пыли меховой, микроорганизмов рассчитывается по формуле (3.32).

По завершении цикла содержания, выращивания, откорма, воспроизводства и убоя домашней птицы производится санация пустого птичника, его подготовка к заселению новой партии. Расчет выбросов загрязняющих веществ произведен в соответствии с таблицей 3.13.

1. Уборка помета.

Валовой выброс пыли неорганической, содержащей двуокись кремния менее 70 % при ворошении помета птицы, рассчитывается по формуле (3.33) и равен

$$G_{SiO_2}^{уборка} = 10^{-3} \cdot 0,0125 \cdot (128\,280 + 0,7 \cdot 37\,404 + 0,4 \cdot 147\,216) \cdot 0,2 = 0,533 \text{ т/год.}$$

Таблица 4 – Удельное выделение j -того вещества для крупного рогатого скота с учетом таблицы 3.16 и валового выброса j -того вещества при процессах содержания, выращивания, откорма и воспроизводства в течение года

Вещество	Удельное выделение j -того вещества q_j^i г/(год·гол.), кл./((год·гол.) для микроорганизмов	Валовой выброс j -того вещества, т/год, кл./год для микроорганизмов
Сероводород	15,71	0,035
Метиламин	13,88	0,031
Фенол	6,94	0,016
Метанол	34,00	0,077
Пропиональдегид	17,35	0,039
Гексановая кислота	20,54	0,046
Диметилсульфид	26,64	0,060
Этилформиат	52,73	0,119
Пыль меховая	416,3	0,940
Микроорганизмы ¹⁾	44376,7 кл.	100,180 кл.

¹⁾ Количество микроорганизмов нормируется по числу бактериальных клеток, и их результирующее значение не суммируется с величинами выбросов других загрязняющих веществ.

Таблица 5 – Удельное выделение j -того вещества для птицы с учетом таблицы 3.18 и валового выброса j -того вещества при процессах содержания, выращивания, откорма и воспроизводства в течение года q_j^i

Вещество	Удельное выделение j -того вещества г/(год·гол.), кл./((год гол.) для микроорганизмов	Валовой выброс j -того вещества, т/год, кл./год для микроорганизмов
Сероводород	0,380	0,081
Метиламин	0,119	0,025
Фенол	0,165	0,035
Метанол	0,265	0,057
Пропиональдегид	0,306	0,065
Гексановая кислота	0,343	0,073
Диметилсульфид	1,733	0,370
Этилформиат	0,768	0,164
Пыль меховая	9,47	2,020
Микроорганизмы ¹⁾	768,3 кл	163,916 кл

¹⁾ Количество микроорганизмов нормируется по числу бактериальных клеток, и их результирующее значение не суммируется с величинами выбросов других загрязняющих веществ.

2. Обдувка.

Валовой выброс пыли неорганической, содержащей двуокись кремния менее 70 %, при обдувке помещений рассчитывается по формуле (3.34) и равен

$$G_{SiO_2}^{обдувка} = 10^{-6} \cdot 0,3 \cdot (128\,280 + 0,7 \cdot 37\,404 + 0,4 \cdot 147\,216) = 0,064 \text{ т/год.}$$

3. Влажная дезинфекция.

Расход дизельного топлива моечной машиной составил за год $36 \cdot 7,1 \cdot 3 \cdot 0,840 = 644,1$ кг, где 36 – продолжительность мойки, ч; 7,1 – расход дизельного топлива моечной машиной, л/ч; 3 – количество птичников, для которых была произведена процедура влажной дезинфекции, шт.; 0,840 – усредненная плотность дизельного топлива для перевода литров в килограммы, кг/л.

Расчет выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от специального инструмента с использованием энергии сжигаемого жидкого топлива производится согласно данным в паспортах на оборудование, а при их отсутствии – из коэффициентов выбросов, по налогу за выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух от источников, которым не устанавливаются нормативы предельно допустимых выбросов загрязняющих веществ:

$$G_{NO_2}^{\text{дезинфекция}} = 10^{-3} \cdot 0,00261 \cdot 644,1 = 0,0017 \text{ т/год};$$

$$G_{SO_2}^{\text{дезинфекция}} = 10^{-3} \cdot 0,039 \cdot 644,1 = 0,0251 \text{ т/год};$$

$$G_C^{\text{дезинфекция}} = 10^{-3} \cdot 0,006 \cdot 644,1 = 0,0039 \text{ т/год};$$

$$G_{CO}^{\text{дезинфекция}} = 10^{-3} \cdot 0,0377 \cdot 644,1 = 0,0243 \text{ т/год}.$$

4. Огневое обезвреживание.

Расход дизельного топлива при огневом обезвреживании составил за год $160 \cdot 3 \cdot 0,840 = 403,2$ кг, где 160 – расход дизельного топлива на один птичник, л; 3 – количество птичников, для которых была произведена процедура огневого обезвреживания, шт.; 0,840 – усредненная плотность дизельного топлива для перевода литров в килограммы, кг/л.

Валовой выброс загрязняющих веществ при огневом обезвреживании мест содержания птицы рассчитывается по формулам (3.35)–(3.39) и равен

$$G_{NO_2}^{\text{обезвреживание}} = 10^{-6} \cdot 403,2 \cdot 42,44 \cdot 0,17 = 0,0132 \text{ т/год};$$

$$G_{SO_2}^{\text{обезвреживание}} = 10^{-6} \cdot 403,2 \cdot 42,44 \cdot 0,008 = 0,0001 \text{ т/год};$$

$$G_C^{\text{обезвреживание}} = 10^{-6} \cdot 403,2 \cdot 42,44 \cdot 0,029 = 0,0005 \text{ т/год};$$

$$G_{CO}^{\text{обезвреживание}} = 10^{-6} \cdot 403,2 \cdot 42,44 \cdot 0,294 = 0,005 \text{ т/год};$$

$$G_{C1-C10}^{\text{обезвреживание}} = 10^{-6} \cdot 403,2 \cdot 42,44 \cdot 0,162 = 0,0028 \text{ т/год}.$$

5. Газация формалином.

Расход формалина при газации составил за год $120 \cdot 3 = 360$ л ; где 120 – расход формалина на один птичник, л; 3 – количество птичников, для которых была произведена процедура газации формалином, шт.

Расход бензина при газации составил за год $10 \cdot 3 \cdot 0,730 = 29,3$ кг , где 10 – расход бензина на один птичник, л; 3 – количество птичников, для которых была произведена процедура газации формалином, шт.; 0,730 – усредненная плотность бензина для перевода литров в килограммы, кг/л.

Валовой выброс формальдегида при санитарной обработке мест содержания птиц рассчитывается по формуле (3.40) и равен

$$G_{CH_2O}^{\text{газация}} = 10^{-3} \cdot 360 \cdot 1,096 \cdot 40\% = 0,1578 \text{ т/год.}$$

Расчет выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от специальной пушки с использованием энергии сжигаемого жидкого топлива рассчитывается по формуле (3.40) и равен

$$G_{NO_2}^{\text{газация}} = 10^{-3} \cdot 0,0025 \cdot 29,3 = 0,0007 \text{ т/год;}$$

$$G_{SO_2}^{\text{газация}} = 10^{-3} \cdot 0,001 \cdot 29,3 = 0,0000 \text{ т/год;}$$

$$G_C^{\text{газация}} = 10^{-3} \cdot 0,0006 \cdot 29,3 = 0,0000 \text{ т/год;}$$

$$G_{CO}^{\text{газация}} = 10^{-3} \cdot 0,44 \cdot 29,3 = 0,0129 \text{ т/год;}$$

$$G_{C1-C10}^{\text{газация}} = 10^{-3} \cdot 0,08 \cdot 29,3 = 0,0023 \text{ т/год.}$$

Результаты расчетов выбросов сводим в таблицу 6.

Таблица 6 – Валовые и максимальные выбросы загрязняющих веществ от всей птицеводческой фабрики

Вещество	Крупный рогатый скот, т/год, кл./год	Птица, т/год, кл./год	Валовой выброс, т/год, кл./год ²⁾	Максимальный выброс, г/с, кл./год ²⁾
1	2	3	4	5
Аммиак	18,777	34,260	53,037	$0,330 + 1,086 = 1,416$
Метан	137,075	5,550	142,625	$1,870 + 0,176 = 2,046$
Закись азота ¹⁾	0,976	0,112	1,088	0,034
Сероводород	0,035	0,081	0,116	0,004
Метиламин	0,031	0,025	0,056	0,002

Продолжение таблицы 6

1	2	3	4	5
Фенол	0,016	0,035	0,051	0,002
Метанол	0,077	0,057	0,134	0,004
Пропиональдегид	0,039	0,065	0,104	0,003
Гексановая кислота	0,046	0,073	0,119	0,004
Диметилсульфид	0,060	0,370	0,43	0,014
Этилформиат	0,119	0,164	0,283	0,009
Пыль меховая	0,940	2,020	2,960	0,094
Пыль неорганическая содержащая двуокись кремния менее 70 %	–	0,597	0,597	–
Азота IV оксид	–	0,016	0,016	–
Сера диоксид	–	0,025	0,025	–
Углерод черный (сажа)	–	0,004	0,004	–
Углерода оксид	–	0,042	0,042	–
Углеводороды предельные C ₁ –C ₁₀	–	0,005	0,005	–
Формальдегид (метаналь)	–	0,158	0,158	–
Микроорганизмы ²⁾	100,180	163,916 кл.	264,096 кл.	8,374 кл.

¹⁾ Закись азота учитывается как парниковый газ.

²⁾ Количество микроорганизмов нормируется по числу бактериальных клеток и их результирующее значение не суммируется величинами выбросов других загрязняющих веществ.

Приложение М

Примеры расчетов по молниезащите сельскохозяйственных объектов

Пример 1. Расчет одиночного стержневого молниеотвода

Исходные данные

Требуется защитить от прямых ударов молнии сельскохозяйственный объект (склад запчастей) по следующим данным:

высота здания $h_{x1} = 10$ м;

высота стены здания $h_{x2} = 6$ м;

длина крыши здания $L = 12$ м;

ширина крыши здания $S = 8$ м;

фундамент бетонный; стены кирпичные; кровля рулонная; крыша здания двускатная.

Склад расположен в местности с грозовой активностью 60 грозовых часов в год. Электрическая структура земли в летнее время в месте сооружения склада двуслойная; удельное сопротивление верхнего слоя ρ_1 (супесь) толщиной $h_1 = 2,6$ м составляет 450 Ом/м, ρ_2 нижнего слоя (суглинок) – 150 Ом/м.

Решение

В соответствии с ППБ Беларуси 01–2014 и ТКП 336–2011 склад относится к взрывоопасным помещениям класса В-Па.

По устройству молниезащиты ТКП 336–2011 склад относится к III категории и подлежит защите от прямых ударов молнии, заноса высоких потенциалов по наземным и подземным коммуникациям, а также от электростатической и электромагнитной индукции.

Так как здание имеет небольшие размеры, прямоугольного плана, то защиту от прямых ударов молнии целесообразно выполнить одиночным стержневым молниеотводом, зоны защиты которого показаны на рисунке 1.

Для склада должна быть обеспечена зона защиты типа 0_v . Зоной защиты одиночного стержневого молниеотвода высотой h является круговой конус высотой $h_0 < h$. Габариты зоны определяются двумя параметрами высотой конуса h_0 и радиусом конуса на уровне земли r_0 .

1. Определяем зону защиты молниеотвода.

Находим расстояние в плане от оси молниеприемника до угла крыши здания:

$$r_{x2} = r_x = \sqrt{\left(\frac{S}{2}\right)^2 + r_{x1}^2 \left(\frac{L}{2}\right)^2} = \sqrt{4^2 + 6^2} = 7,2 \text{ м.}$$

2. Определяем высоту молниеотвода h при $r_{x1} = L/2$ (молниеприемник устанавливаем в центре крыши, исходя из условия перекрытия):

$$h = \frac{1,6h_x + r_x + \sqrt{2,56h_x^2 + 9,6h_x r_x + r_x^2}}{3,2} = \frac{1,6 \cdot 10 + r_x + \sqrt{2,56 \cdot 10^2 + 9,6 \cdot 10 \cdot 7,2 + 7,2^2}}{3,2} = 17,1 \approx 17 \text{ м.}$$

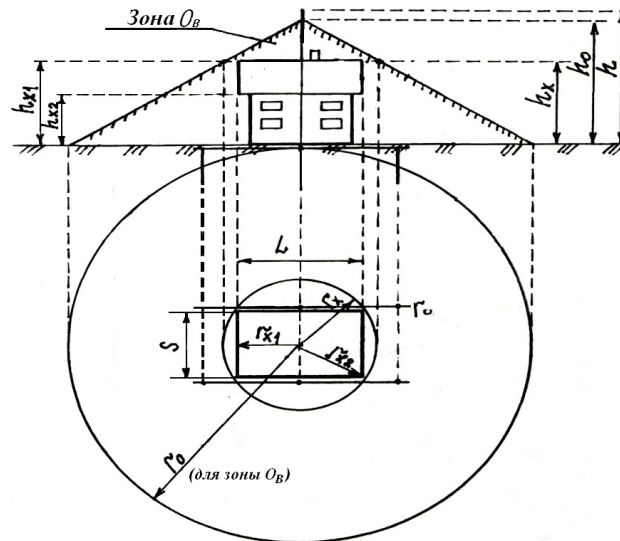


Рисунок М.1 – Зоны защиты одиночного стержневого молниеотвода на сельскохозяйственном объекте

3. Определяем высоту конуса h_0 и радиус конуса на уровне земли r_0 :

$$h_0 = 0,7 \cdot 17 = 12 \text{ м.}$$

$$r_0 = 0,6 \cdot 17 = 10 \text{ м.}$$

4. Склад защищен от прямых ударов молнии, так как полностью находится внутри конусообразного пространства зоны защиты молниеотвода.

Пример 2. Расчет многократного стержневого молниеотвода

Исходные данные

Требуется защитить от прямых ударов молнии коровник, длина которого (по крыше) $L_k = 55$ м, ширина крыши $S = 11,2$ м; высота конька крыши $h_{x1} = 5,1$ м; высота стены $h_{x2} = 2,3$ м. Коровник рассчитан на 100 гол. Коровник расположен в местности с 80 грозовых часов в год. Грунт двухслойный $\rho_1 = 150$ Ом/м, $h_c = 2$ м, $\rho_2 = 450$ Ом/м.

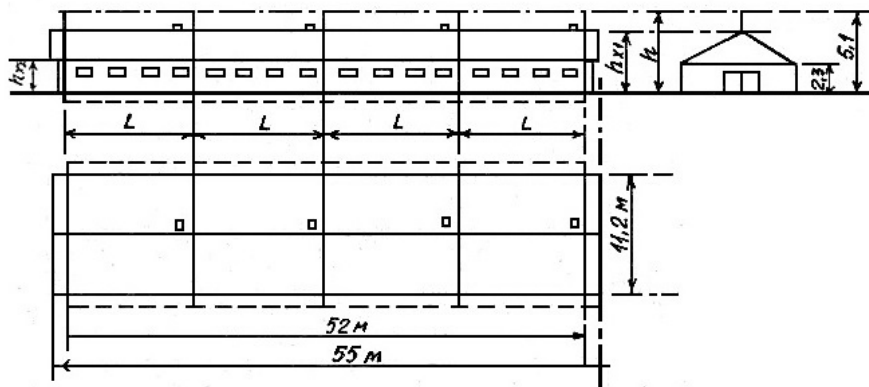


Рисунок М.2 – Молниезащита коровника

Решение

1. Для коровника с численностью животных не менее 100 гол. всех возрастов и групп требуется молниезащита III категории при 40 грозовых часах и более в год (при этом используется зона 0_B).

Следовательно, для рассматриваемого случая требуется молниезащита III категории с использованием зоны 0_B .

2. Так как длина здания существенно превышает его ширину (примерно в 5 раз), целесообразно использовать 5 стержневых молниеотводов, расположенных друг от друга на расстоянии $L = 13$ м.

3. Принимаем $h_c = h_{x1} = 5,1$ м, где h_c – высота зоны защиты на середине прямой, соединяющей два соседних молниеотвода, т. е. при $L / 2$. При заданных L и h_c находим наименьшую возможную высоту молниеотвода:

$$h_{\min} = 0,89 \cdot h_c + 0,124 \cdot L;$$

$$h_{\min} = 0,89 \cdot 5,1 + 0,124 \cdot 13 = 6,15 \text{ м.}$$

4. Находим половину ширины крыши:

$$\frac{S}{2} = \frac{11,2}{2} = 5,6 \text{ м.}$$

5. Проверяем, не входит ли крыша за пределы зоны защиты на наиболее узком месте – середине расстояния между соседними молниеотводами при наименьшей высоте молниеотвода $h_{\min} = 6,15$ м и расположении молниеотводов по середине крыши.

Высота стены $h_{x2} = 2,3$ м.

Находим: $R_0 = r_c = 1,5 \cdot h = 1,5 \cdot 6,15 = 9,22$ м – это на уровне земли. На этом уровне ширина зоны защиты больше $1/2$ ширины здания, т. е. $9,22 > 5,6$.

Находим ширину зоны защиты посередине между молниеотводами на высоте h_{x2} :

$$r_{cx} = r_0 \left(1 - \frac{h_x}{h_c}\right) = 9,22 \cdot \left(1 - \frac{2,3}{5,1}\right) = 5,06 \text{ м} < \frac{S}{2} = 5,6 \text{ м.}$$

Следовательно, часть крыши на этой высоте не попадает в зону защиты, поэтому необходимо увеличить высоту молниеотвода.

Увеличим высоту молниеотвода до $h' = 7$ м и определим для этой высоты радиус зоны защиты на уровне земли r_0 и ширину зоны посередине между молниеотводами на высоте h_{x2} :

$$r_0' = 1,5h' = 1,5 \cdot 7 = 10,5 > 5,6 \text{ м.}$$

При большей высоте молниеотводов уровень высоты зоны защиты Б посередине между соседними молниеотводами увеличивается до некоторого значения h'_c . Находим h'_c , а затем r'_{cx2} на том же уровне h_{x2} :

$$h'_c = 1,13 - 0,14L = 1,13 \cdot 7 = 5,9 \text{ м};$$

$$r'_{cx2} = r_0' \left(1 - \frac{h_{x2}}{h'_c}\right).$$

$$r'_{cx2} = 10,5 \cdot \left(1 - \frac{2,3}{5,9}\right) = 6,4 \text{ м}.$$

$$6,4 \text{ м} > 5,6 \text{ м}.$$

Посередине между молниеотводами на высоте h_{x2} крыша находится в зоне защиты.

Крайние молниеотводы расположены от концов крыши на расстоянии

$$l_k = \frac{55 - 52}{2} = 1,5 \text{ м}.$$

Определим расстояние в плане от ближайшего к торцу здания молниеотвода до угла крыши:

$$l_y = \sqrt{\left(\frac{S}{2}\right)^2 + l_k^2} = \sqrt{5,6^2 + 1,5^2} = 5,8 \text{ м}.$$

Для торцевых областей радиус зоны защиты определяется для двойных и одиночных стержневых молниеотводов по одним и тем же формулам.

Коровник защищен от прямых ударов молнии, т. к. полностью находится внутри конусообразного пространства зоны защиты молниеотвода.

Пример 3. Расчет одиночного тросового молниеотвода

Исходные данные

Требуется защитить от прямых ударов молнии гараж, длина которого (по крыше) $L_k = 25$ м, ширина $S = 10$ м; высота конька крыши $h_{x1} = 8$ м, h – высота троса в середине пролета, $h = 150$ м.

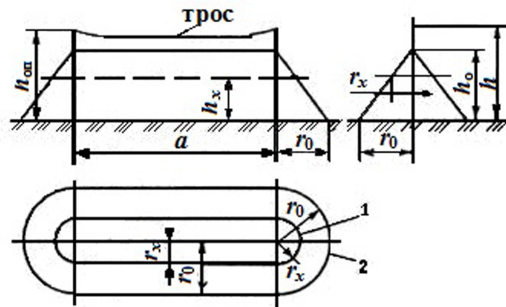
На рисунке М.3 представлена зона защиты молниеотвода одиночного тросового.

Решение

Тросовый молниеотвод имеет определенную стрелу провеса, т. е. высота молниеотвода h в точке максимального провеса троса всегда меньше высоты опоры $h_{оп}$ тросового молниеотвода. С целью уменьшения нагрузки на опоры из-за тяжения по тросу стрелу провеса стального троса, площадью сечения от 35 до 50 мм², реко-

мендуется принимать равной 2 м при длине пролета $a < 120$ м или равной 3 м при высоте от 120 до 150 м, тогда высоту тросового молниеотвода определяют соответственно как $h = h_{\text{оп}} - 2$ или $h = h_{\text{оп}} - 3$.

Торцевые части зон защиты строят аналогично зоне защиты стержневых молниеотводов высотой, равной высоте тросового молниеотвода, однако они имеют другие габариты. Часть зоны под тросом ограничивается плоскостями, проведенными через торцевые зоны по касательным.



зона 1 – граница зоны защиты на уровне h_x ;

зона 2 – граница зоны защиты на уровне земли

Рисунок М.3 – Зона защиты одиночного тросового молниеотвода

Габаритные значения зоны защиты одиночного тросового молниеотвода следующие:

- зона 0_A :

$$h_0 = 0,85h;$$

$$r_0 = (1,35 - 0,0025h) \cdot h;$$

$$r_x = (1,35 - 0,0025 \cdot h) \cdot \left(h - \frac{h_x}{0,85} \right).$$

- зона 0_B :

$$h_0 = 0,92 \cdot h;$$

$$r_0 = 1,7 \cdot h;$$

$$r_x = 1,7 \cdot \left(h - \frac{h_x}{0,92} \right).$$

Формула для расчета высоты одиночного тросового молниеотвода зоны типа 0_B , если известны значения h_x и r_x :

$$h = \frac{(r_x + 1,85 \cdot h_x)}{1,7}.$$

Тип зоны 0_B

Высота расположения стального троса при $r_x = S/2$:

$$h = \frac{(5 + 1,85 \cdot 8)}{1,7} = 17,74 \text{ м.}$$

Высота опор

$$h_{\text{оп}} = h + 2 = 17,74 + 2 = 19,74 \text{ м.}$$

Высота вершины конуса зоны защиты

$$h_0 = 0,92 h,$$

$$h_0 = 0,92 \cdot 17,74 = 16,3 \text{ м.}$$

Радиус зоны защиты на уровне земли

$$r_0 = 1,7 h,$$

$$r_0 = 1,7 \cdot 17,74 = 30,1 \text{ м.}$$

Радиус зоны защиты на уровне здания

$$r_x = 1,7 \cdot \left(h - \frac{h_x}{0,92} \right) = 1,7 \cdot \left(17,74 - \frac{8}{0,92} \right) = 15,4 \text{ м.}$$

Таким образом, границы зон защиты на высоте здания $r_x = 15,4$ м и на уровне земли $r_0 = 30,1$ м обеспечивают защиту гаража от поражения молнией.

Пример 4. Дать рекомендации по необходимой высоте отдельно стоящего стержневого молниеотвода для защиты зданий газораспределительного пункта природного газа и определить зоны защиты молниеотводов.

Местоположение молниеотвода и размер здания даны на рисунке М.4.

Решение

1. Определяем уровень молниезащиты здания (категорию) газораспределительного пункта по устройству молниезащиты.

Местоположение молниеотвода и размер здания даны на рисунке М.4.

Природный газ относится к горючим газам, которые в любых условиях могут образовывать взрывоопасные смеси. Образование взрывоопасных концентраций природного газа с воздухом в здании газораспределительного пункта возможно только лишь при неисправности или негерметичности оборудования. Поэтому, класс зоны в помещении газораспределительного пункта будет В-Ia, следовательно, уровень молниезащиты здания – II.

2. Зоной защиты одиночного стержневого молниеотвода высотой h является круговой конус высотой $h_0 < h$, вершина которого совпадает с вертикальной осью молниеотвода. Габариты зоны определяются двумя параметрами: высотой конуса « h_0 » и радиусом конуса на уровне земли « r_0 ».

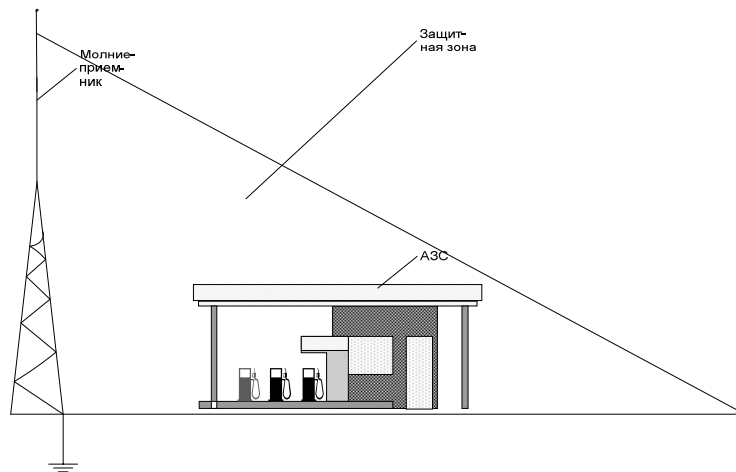
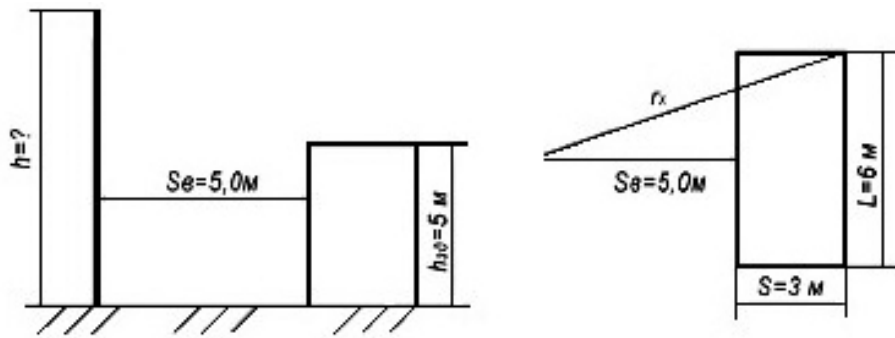


Рисунок М.4 – Схема расположения молниеотвода

3. Определяем необходимую высоту молниеотвода с учетом минимального радиуса защиты.

В рассматриваемом случае r_x – наиболее удаленная точка здания, относительно установленного молниеотвода, подлежащая защите от ударов молнии (рисунок М.4).

$$r_x = \sqrt{(S_B + S)^2 + \left(\frac{L}{2}\right)^2} = \sqrt{(5 + 3)^2 + \left(\frac{6}{2}\right)^2} = 8,54 \text{ м};$$

$$h_x = 5 \text{ м}.$$

Подставляем значения r_x и h_x в формулу (3.4):

$$r_x = \frac{1,6}{1 + \frac{h_x}{h}} (h - h_x).$$

Получим:

$$8,54 = \frac{1,6}{1 + \frac{5}{h}} (h - 5);$$

$$8,54 + \frac{8,54 \cdot 5}{h} = 1,6 \cdot (h-5);$$

$$8,54 + \frac{42,7}{h} = 1,6h - 8.$$

Умножив левую и правую части выражения на h , получим:

$$8,54h + 42,7 = 1,6h^2 - 8h.$$

Решаем полученное уравнение:

$$1,6h^2 - 16,54h - 42,7 = 0;$$

$$h_1 = \frac{16,54 + \sqrt{16,54^2 + 4 \cdot 1,6 \cdot 42,7}}{2 \cdot 1,6} = 12,4 \text{ м.}$$

Округляем полученный результат в большую сторону до 12,5 м, рассчитываем фактические зоны защиты по формулам таблицы 3.19:

$$h_0 = 0,8 \cdot h = 0,8 \cdot 12,5 = 10 \text{ м};$$

$$r_0 = 0,8 \cdot h = 0,8 \cdot 12,5 = 10 \text{ м};$$

$$r_x = \frac{1,6}{1 + \frac{h_x}{h}} (h - h_x) = \frac{1,6 \cdot (12,5 - 5)}{1 + \frac{5}{12,5}} = 8,6 \text{ м.}$$

По полученным расчетным значениям строим зоны защиты молниеотвода.

Пример 5. Дать рекомендации по необходимой высоте одиночного тросового молниеотвода для защиты здания насосной станции сырой нефти. Габаритные размеры здания: длина – 18 м, ширина – 4,5 м, высота – 4 м.

Решение

Защищенность здания или сооружения от прямых ударов молнии определяется входением всех его частей в пространство зоны защиты молниеотводов данного типа.

1) по таблице 3.20 определяем уровень молниезащиты объекта – II с надежностью $P_3 = 0,99$;

2) стандартные зоны защиты одиночного тросового молниеотвода высотой h ограничены симметричными двускатными поверхностями, образующими

в вертикальном сечении равнобедренный треугольник с вершиной на высоте $h_0 < h$ и основанием на уровне земли $2r_0$.

При высоте молниеотвода до 30 м и надежности зоны защиты, равной 0,99, параметры зоны защиты характеризуются следующими формулами:

$$h_0 = 0,8 \cdot h ; r_0 = 0,95 \cdot h;$$

$$r_x = \frac{r_0 (h_0 - h_x)}{h_0};$$

3) опоры тросового молниеотвода предлагается установить вплотную к торцевым стенам здания. Тогда для обеспечения его защищенности радиус зоны защиты на уровне высоты здания r_x должен быть не меньше полуширины здания: $r_x \geq S / 2$. Таким образом, минимальное значение r_x составит:

$$r_{x \min} = 4,5 / 2 = 2,25 \text{ м};$$

4) зная высоту здания и $r_{x \min}$, определим минимальную высоту молниеотвода. Для этого в формуле для определения r_x выразим r_0 и h_0 через h :

$$r_x = \frac{r_0 (h_0 - h_x)}{h_0} = \frac{0,95 \cdot h (0,8 \cdot h - h_x)}{0,8 \cdot h} = \frac{0,95 (0,8h - h_x)}{0,8};$$

$$0,8r_x = 0,95 \cdot 0,8h - 0,95 \cdot h_x.$$

Тогда

$$h = \frac{r_x}{0,95} + \frac{h_x}{0,8}.$$

Таким образом, минимальная высота молниеотвода

$$h = \frac{r_x}{0,95} + \frac{h_x}{0,8} = \frac{2,25}{0,95} + \frac{4}{0,8} = 7,4 \text{ м}.$$

Округляем в большую сторону до 7,5 м.

При такой высоте молниеотвода высота зоны защиты

$$h_0 = 0,8 \cdot h = 0,8 \cdot 7,5 = 6 \text{ м};$$

- радиус зоны защиты на уровне земли

$$r_0 = 0,95 \cdot h = 0,95 \cdot 7,5 = 7,1 \text{ м};$$

- радиус зоны защиты на уровне высоты здания

$$r_x = \frac{r_0(h_0 - h_x)}{h_0} = \frac{7,1(6 - 4)}{6} = 2,4 \text{ м.}$$

Учитывая некоторое провисание троса, высоту опор необходимо принять больше высоты молниеотвода на 3 % расстояния между опорами:

$$h_{\text{оп}} = h + 0,03L = 7,5 + 0,03 \cdot 18 = 8 \text{ м;}$$

5) строим схему зоны защиты молниеотвода в масштабе (рисунок М.5).

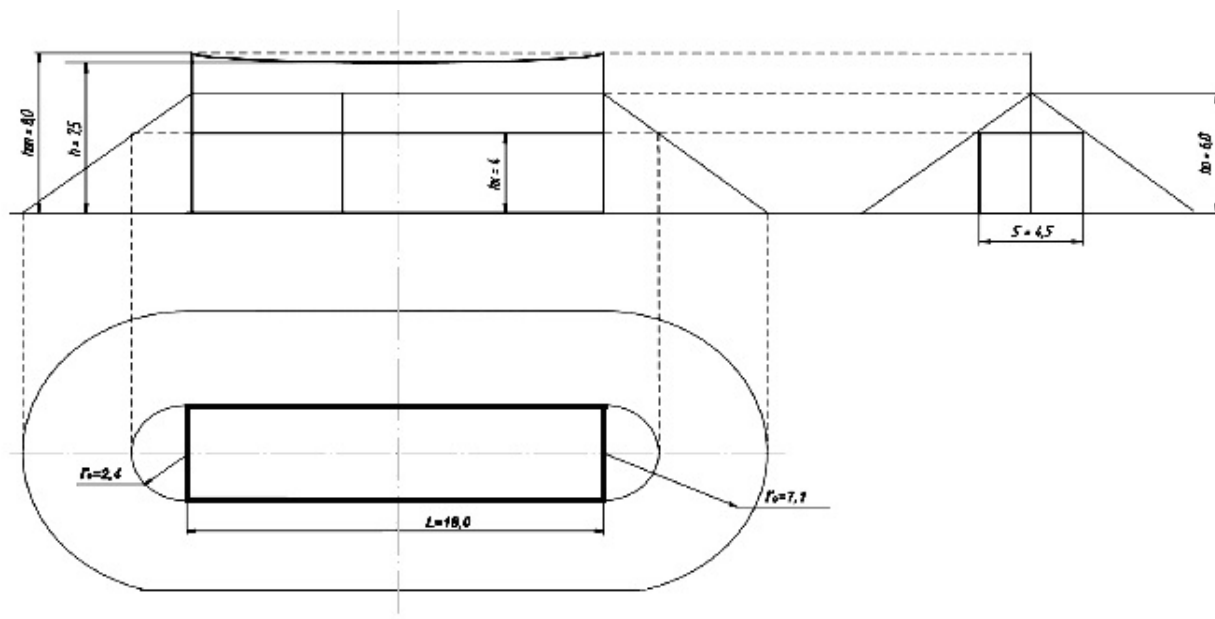


Рисунок М.5 – Схема зоны защиты одиночного тросового молниеотвода

ПРИЛОЖЕНИЕ Н

Примеры расчетов предохранительных клапанов

Пример 1. Для котла ДЕ-2,5 производительностью $G_k = 3,5$ т/ч насыщенного пара с давлением $P_1 = 1,2$ МПа необходимо определить пропускную способность и число устанавливаемых на котле предохранительных пружинных клапанов типа ППК-1 с диаметром проходного отверстия 25 мм. Коэффициент расхода пара для клапана равен $\alpha = 0,6$.

Исходные данные:

$$G_k = 3,5 \text{ т/ч}; P_1 = 1,2 \text{ МПа}; d = 25 \text{ мм}; \alpha = 0,6.$$

Решение

Определяем площадь проходного сечения клапана по формуле (3.17):

$$F = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 25^2}{4} = 490 \text{ мм}^2.$$

Пропускная способность одного клапана по насыщенному пару определяется по формуле (3.16):

$$G_{н.п.} = 0,5 \cdot 0,6 \cdot 490 (10 \cdot 1,2 + 1) = 1911 \text{ кг/ч.}$$

Число клапанов, требуемое для обеспечения часовой производительности котла, определяем по формуле (3.18):

$$n = G_k / G_{н.п.} = 3500 / 1911 = 1,83 \approx 2 \text{ шт.}$$

Принимаем 2 клапана типа ППК-1.

Пример 2. На паровом котле установлено 2 предохранительных клапана с диаметром проходного сечения d (мм). Производительность котла G (т/ч), максимальное давление насыщенного пара P_1 (МПа). Определить, обладают ли клапаны достаточной пропускной способностью. Коэффициент расхода пара α .

Исходные данные:

$$d = 20 \text{ мм}; P_1 = 1,4 \text{ МПа}; G_k = 5,2 \text{ т/ч}; \alpha = 0,63.$$

Решение

Пропускная способность предохранительного клапана для парового котла с давлением насыщенного пара в пределах 0,7–12,0 МПа определяется по формуле (3.16):

$$G_{н.п.} = 0,5 \cdot \alpha \cdot F (10 \cdot P_1 + 1),$$

где α – коэффициент расхода пара;

F – площадь проходного сечения клапана в проточной части, мм²,

$$F = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 20^2}{4} = 314 \text{ мм}^2;$$

P_1 – максимальное избыточное давление перед клапаном, кПа;

$$G_{\text{н.п}} = 0,5 \cdot 0,63 \cdot 314 (10 \cdot 1,4 + 1) = 1483,65 \text{ кг/ч.}$$

Для двух клапанов:

$$\Sigma G_{\text{н.п}} = 2 \cdot 1483,65 = 2967,3 \text{ кг/ч.}$$

Таким образом, данные клапаны не обладают необходимой пропускной способностью для обеспечения часовой производительности котла 5,2 т/ч.

$$\Sigma G_{\text{н.п}} = 2,967 \text{ т/ч} < G_{\text{к}} = 6,3 \text{ т/ч.}$$

Пример 3. Компрессор подает воздух давлением P_2 (кПа) при начальном давлении сжимаемого воздуха P_1 (кПа) и температуре T_1 . В компрессоре применяется компрессорное масло марки 12 (М) с температурой вспышки не ниже 216 °С. Воздухосборник компрессора имеет объем V и рассчитан на давление P_2 (кПа). Определить: 1) температуру сжатого воздуха, сделав заключение о возможности эксплуатации компрессора без охлаждения; 2) мощность взрыва воздухосборника, принимая время действия взрыва $\tau = 0,1$ с. Показатель политропы принять равным 1,4.

Исходные данные:

$$P_2 = 600 \text{ кПа}; P_1 = 98 \text{ кПа}; V = 3,0 \text{ м}; m = 1,4.$$

Решение

Конечная температура сжатого воздуха определяется по формуле (3.19):

$$T_2 = T_1 \cdot \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{m-1}{m}},$$

где T_1 – абсолютная температура воздуха до сжатия, К ($T \text{ } ^\circ\text{C} = T \text{ K} - 273$);
 P_2 и P_1 – давление после и до сжатия, кПа;
 m – показатель политропы.

$$T_2 = 293 \cdot \left(\frac{600}{98} \right)^{\frac{1,4-1}{1,4}} = 492 \text{ К.}$$

Согласно правилам устройства и безопасной эксплуатации воздушных компрессоров и воздухопроводов разница между температурой вспышки масла и температурой сжатого воздуха должна быть не меньше 75 °С.

$$T_2 = 492 - 273 = 219 \text{ °С.}$$

Так как $t_{\text{всп}}$ масла = 216 °С, то компрессор нельзя эксплуатировать без охлаждения.

Мощность взрыва определяется по формуле (3.15):

$$N = A / \tau,$$

где A – работа взрыва, Дж, определяется по формуле (3.14):

$$A = \frac{P_1 \cdot V}{m-1} \left[1 - \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{m-1}{m}} \right],$$

$$A = \frac{98 \cdot 10^3 \cdot 3,0}{1,4-1} \left[1 - \left(\frac{600}{98} \right)^{\frac{1,4-1}{1,4}} \right] = 1819,8 \text{ кДж.}$$

Мощность взрыва определяется по формуле (3.15):

$$N = \frac{1819,8 \cdot 10^3}{0,1} = 18,2 \text{ МВт.}$$

Пример 4. Компрессор подает воздух давлением P_2 (кПа) при начальном давлении сжимаемого воздуха P_1 (кПа) и температуре T_1 . В компрессоре применяется компрессорное масло марки 12 (М) с температурой вспышки не ниже 216 °С. Воздухосборник компрессора имеет объем V и рассчитан на давление P_2 (кПа). Определить: 1) температуру сжатого воздуха, сделав заключение о возможности эксплуатации компрессора без охлаждения; 2) мощность взрыва воздухосборника, принимая время действия взрыва $\tau = 0,1$ с. Показатель политропы принять равным 1,4.

Исходные данные:

$$P_2 = 800 \text{ кПа; } P_1 = 94 \text{ кПа; } V = 2,0 \text{ м}^3; m = 1,4.$$

Решение

1. Конечная температура сжатого воздуха определяется по формуле (3.19):

$$T_2 = T_1 \cdot \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{m-1}{m}},$$

где T_1 – абсолютная температура воздуха до сжатия, К. $T_1 = -293$ К;

P_2 и P_1 – давление после и до сжатия, кПа;

m – показатель политропы.

$$T_2 = 290 \cdot \left(\frac{800}{94} \right)^{\frac{1,4-1}{1,4}} = 540 \text{ К} .$$

Согласно правилам устройства и безопасной эксплуатации воздушных компрессоров и воздухопроводов разница между температурой вспышки масла и температурой сжатого воздуха должна быть не меньше 75 °С.

Так как $t_{\text{всп}} \text{ масла} = 216 \text{ °С}$, что намного меньше T_2 , компрессор нельзя эксплуатировать без охлаждения.

2. Мощность взрыва определяется по формуле

$$N = A / \tau,$$

где A – работа взрыва, Дж, определяется по формуле (3.14):

$$A = \frac{P_1 \cdot V}{m-1} \left[1 - \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{m-1}{m}} \right],$$

$$A = \frac{94 \cdot 10^3 \cdot 2,0}{1,4-1} \left[1 - \left(\frac{800 \cdot 10^3}{94 \cdot 10^3} \right)^{\frac{1,4-1}{1,4}} \right] = 1791,2 \text{ кДж}.$$

ПРИЛОЖЕНИЕ П

Расчетная проверка эффективности зануления электрооборудования

Данная проверка производится на стадии проектирования объекта электрификации.

Пример 1. Определить, обеспечивается ли эффективность зануления электроустановки, запитываемой от линии 380/220 В длиной $l = 200$ м. Электроустановка защищена автоматическим выключателем с номинальным током теплового расцепителя $I_y = 80$ А. Фазные провода и нулевой провод сети выполнены из алюминия и имеют сечение соответственно 25 и 16 мм². Сеть питается от трансформатора 10/0,4 кВ мощностью $P_H = 250$ кВ·А.

Решение

Для быстрого автоматического отключения участка сети с зануленными электроприемниками следует соблюсти условие:

$$I_{кз}^{(1)} \geq \kappa I_y, \quad (П.1)$$

$$I_{кз} = 3 \cdot 80 = 240 \text{ А},$$

где $I_{кз}^{(1)}$ – ток однофазного короткого замыкания в конце данного участка;

κ – коэффициент чувствительности защиты (кратности тока),

$\kappa = 3$ – для предохранителей и автоматических выключателей с зависимой времятоковой характеристикой (с тепловым расцепителем),

$\kappa = 4$ – для предохранителей во взрывоопасных помещениях,

$\kappa = 1,4$ – для автоматических выключателей с независимой характеристикой (с электромагнитным расцепителем) при $I_y < 100$ А,

$\kappa = 1,25$ – для автоматических выключателей с независимой характеристикой (с электромагнитным расцепителем) при $I_y > 100$ А;

I_y – ток уставки защитного аппарата данной электрической установки.

Ток однофазного короткого замыкания:

$$I_{к.з} = U_{\phi} / (Z_{\Pi} + Z_T), \quad (П.2)$$

$$I_{к.з} = 220 / (0,586 + 0,104) = 318 \text{ А},$$

где U_{ϕ} – фазное номинальное напряжение (обычно 220 В);

Z_{Π} – полное сопротивление петли «фаза–нуль», Ом;

Z_T – сопротивление фазы трансформатора току однофазного короткого замыкания, Ом.

Полное сопротивление петли фаза–нуль определяют по формуле

$$Z_{\Pi} = \sum_i^n l \sqrt{(R_{\phi} + R_n)^2 + (X_{\phi} + X_n + X_{\Pi})^2}, \quad (П.3)$$

$$Z_{\Pi} = 0,2 \sqrt{\left(\frac{28}{25} + \frac{28}{16}\right)^2 + 0,6^2} = 0,586 \text{ Ом},$$

где n – количество участков линии определенного сечения;

l – длина данного участка линии, км;

R_{Φ}, R_{Π} – удельные активные сопротивления соответственно фазного и нулевого проводников, Ом/км, рассчитывают по формуле

$$R = \frac{\rho}{S}, \quad (\text{П.4})$$

где ρ – удельное электрическое сопротивление материала: для меди $\rho = 18 \text{ Ом}\cdot\text{мм}^2/\text{км}$, для алюминия $\rho = 28 \text{ Ом}\cdot\text{мм}^2/\text{км}$;

S – площадь сечения проводника, мм^2 ;

X_{Φ}, X_{Π} – удельные внутренние индуктивные сопротивления соответственно фазного и нулевого проводников, Ом/км (если проводники выполнены из цветных металлов X_{Φ} и X_{Π} можно считать равными нулю);

X_{Π} – удельное внешнее индуктивное сопротивление петли проводников «фаза–нуль»: для воздушных линий ориентировочно 0,6 Ом/км; для проводки на изоляторах внутри помещений – 0,5; для проводки на роликах – 0,4; для проводки в трубах – 0,15 Ом/км.

Сопротивление фазы трансформатора току однофазного короткого замыкания, Ом, при вторичном номинальном напряжении трансформатора 400/230 В и схеме соединения обмоток «звезда–звезда» с нулевым проводом можно приближенно рассчитать по формуле

$$Z_{\Gamma} = \frac{K_{\Gamma}}{P_{\Pi}}, \quad (\text{П.5})$$

$$Z_{\Gamma} = \frac{26}{250} = 0,104 \text{ Ом},$$

где $K_{\Gamma} = 26$ при схеме трансформатора «звезда–звезда» с нулем и номинальном первичном напряжении

$U_{\text{н1}} = 6\text{--}35 \text{ кВ}$; $K_{\Gamma} = 7,5$ при схеме «звезда–зигзаг» с нулем,

$U_{\text{н1}} = 6\text{--}10 \text{ кВ}$ и $K_{\Gamma} = 10$ при той же схеме и $U_{\text{н1}} = 20\text{--}35 \text{ кВ}$;

P_{Π} – номинальная мощность трансформатора, кВа.

Если разные участки линии выполнены проводниками неодинаковых марок, то Z_{Π} вычисляют для каждого участка отдельно, а затем находят их арифметическую сумму.

Так как полученное расчетное значение тока короткого замыкания $I_{к.з.р} = 318$ А превышает наименьший допустимый ток по условиям срабатывания автомата защиты $I_{к.з.доп} = 240$ А, то эффективность зануления в рассматриваемом случае обеспечена.

Пример 2. Расчет производится для линии самого удаленного электроприемника – электродвигателя вентиляционной установки, состоящей из трех участков:

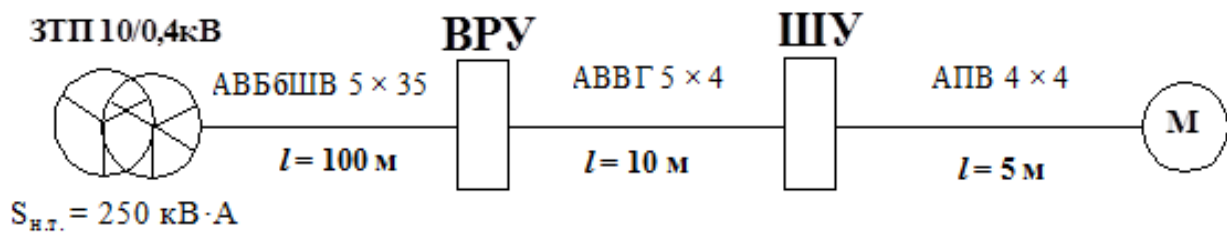


Рисунок П.1 – Функциональная схема

Решение

Электроприемник защищен автоматическим выключателем ВА51Г-25 с электромагнитным расцепителем:

$$I_{н.расц} = 20 \text{ А}, \quad I_{н.авт} = 25 \text{ А}, \quad I_{ср.расц} = 20 \cdot 7 = 140 \text{ А}.$$

Трансформатор ТМ мощностью $P = 250$ кВ·А, а схема его соединения «звезда–звезда с нулем».

Находим удельные сопротивления кабелей постоянному току:

$$R_{\Phi.У.1} = \frac{28}{35} = 0,8 \text{ Ом/км},$$

$$R_{\Phi.У.2} = \frac{28}{4} = 7 \text{ Ом/км},$$

$$R_{\Phi.У.3} = \frac{28}{4} = 7 \text{ Ом/км}.$$

Сопротивление фазы трансформатора току однофазного короткого замыкания, Ом, при вторичном номинальном напряжении трансформатора 400/230 В можно приближенно рассчитать:

$$Z_T = \frac{26}{250} = 0,104 \text{ Ом}.$$

Полное сопротивление петли «фаза–нуль»

$$z_{\Pi} = \sum_{i=1}^n l \cdot \sqrt{(R_{\phi} + R_H)^2 + (X_{\phi} + X_H + X_{\Pi})^2} .$$

Принимаем для кабельной линии $X_{\Pi} = 0,15$ Ом/км (для воздушной линии следует принимать $X_{\Pi} = 0,6$ Ом/км):

- на первом участке: $z_{\Pi 1} = 0,1 \cdot \sqrt{(0,8 + 0,8)^2 + 0,15^2} = 0,16$ Ом,

- на втором участке: $z_{\Pi 2} = 0,01 \cdot \sqrt{(7 + 7)^2 + 0,15^2} = 0,14$ Ом,

- на третьем участке: $z_{\Pi 3} = 0,005 \cdot \sqrt{(7 + 7)^2 + 0,15^2} = 0,04$ Ом.

Ток короткого замыкания

$$I_{\text{к.з.}} = \frac{220}{(0,16 + 0,14 + 0,04 + 0,104)} = 495,5 \text{ А} .$$

Условие эффективности зануления:

$$I_{\text{к.з.}} \geq k \cdot I_y ;$$

$$495,5 \text{ А} \geq 1,25 \cdot 140 \text{ А} ; 495,5 \text{ А} \geq 175 \text{ А} .$$

Так как полученное расчетное значение тока короткого замыкания $I_{\text{к.з.}} = 495,5$ А превышает наименьший допустимый ток по условиям автомата защиты $I_{\text{к.з. доп}} = 175$ А, то эффективность зануления обеспечена.

**ОБРАЗЕЦ
ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ**

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Инженерно-технологический факультет

Кафедра «Управление охраной труда»

Пояснительная записка к курсовому проекту
по дисциплине «Производственная безопасность»

На тему: «Обеспечение производственной безопасности при работе с рассадопосадочной машиной СКН-6А и с разработкой инженерно-технических решений по модернизации конструкции сиденья оператора»

Шифр 02.89.006.00.000 ПЗ

Студент 5 курса 10 от группы

_____/ И.И. Иванов/
(личная подпись) (ФИО)

Руководитель
_____/ П.П. Петров/
(личная подпись) (ФИО)

Минск, 2018

от передвижных источников. Заключение. Список использованных источников. Спецификации.

5. Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей и графиков):

1. Рассадопосадочная машина СКН-6А. Технологическая схема – 1 лист формата А1.

2. Анализ опасных и вредных производственных факторов при выполнении технологического процесса – 1 лист формата А1.

3. Рассадопосадочная машина СКН-6А. Чертеж общего вида – 1 лист формата А2.

4. Сиденье. Сборочный чертеж – 1 лист формата А 2.

6. Консультанты по проекту (с указанием относящихся к ним разделов проекта):
конструкторской части

7. Дата выдачи задания 23.09.2017 г.

8. Календарный график работы над проектом на весь период проектирования (с указанием сроков выполнения и трудоемкости отдельных этапов)

Наименование раздела	Объем работы, %	Дата выполнения	Подпись руководителя или консультанта
Глава 1	20	31.10.2017	
Глава 2	40	14.11.2017	
Глава 3	70	05.12.2017	
Готовность КП	100	29.12.2017	

Руководитель

_____ (П.П. Петров)
подпись инициалы, фамилия

Задание принял к исполнению (дата) 23.09. 2017 г.

Студент

_____ (И.И. Иванов)
подпись инициалы, фамилия

Реферат

Курсовой проект содержит 40 страниц, 6 рисунков, 12 использованных источников. Графическая часть – 2 листа формата А1, 2 листа формата А2.

Ключевые слова: охрана труда, опасные и вредные факторы, опасные зоны, производственная безопасность, рассадопосадочная машина, место оператора.

Цель работы – обеспечение производственной безопасности при работе с рассадопосадочной машиной СКН-6А.

В курсовом проекте представлены анализ опасных и вредных факторов, опасные зоны, а также требования безопасности при выполнении производственного процесса.

Модернизировано сиденье сажальщика в рассадопосадочной машине СКН-6А с целью уменьшения травмирования и обеспечения комфорта и удобства при работе.

Содержание

Введение.....	6
1. Характеристика производственного процесса рассадопосадочной машины СКН-6А.....	7
1.1 Технологический процесс работы рассадопосадочной машины СКН-6А.....	7
1.2 Подготовка рассадопосадочной машины СКН-6А к работе.....	9
1.3 Подготовка поля под рассадопосадочную машину СКН-6А.....	11
2 Организационно-технические мероприятия по обеспечению производственной безопасности.....	13
2.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов при работе рассадопосадочной машиной СКН-6А.....	13
2.2 Требования безопасности при выполнении производственного процесса.....	17
3 Разработка инженерно-технических мероприятий по обеспечению производственной безопасности объекта проектирования.....	20
3.1 Выбор и обоснование объекта модернизации.....	20
3.2 Описание и принцип работы модернизированного оборудования.....	21
3.3 Расчет систем и устройств для обеспечения производственной безопасности.....	22
3.3.1 Энергетический расчет агрегата.....	22
3.3.2 Расчет теоретического остановочного пути сельскохозяйственного агрегата.....	23
3.3.3 Расчет устойчивости машинно-тракторного агрегата.....	25
3.4.4 Расчет выбросов загрязняющих веществ от передвижных источников.....	28
Заключение.....	30
Список использованных источников.....	31
Спецификации.....	41

					<i>02.89.006.00.000 ПЗ</i>			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.	Иванов				«Обеспечение производственной безопасности при работе с рассадопосадочной машиной СКН-6А и с разработкой инженерно-технических решений по модернизации конструкции сиденья оператора»	Лит.	Лист	Листов
Руковод.	Петров						6	40
Консульт.	Петров					<i>БГАТУ, гр 10 от</i>		
Н. контр.								
Зав.каф.								
					Пояснительная записка			

Введение

Сельское хозяйство – одна из важнейших отраслей материального производства, обеспечивающих население страны продуктами питания, а промышленность – необходимым сырьем.

Сохранение жизни и здоровья работников сельскохозяйственной отрасли имеет особое значение. Поэтому постоянно констатируются допускаемые нарушения требований нормативных правовых актов по охране труда, трудовой и производственной дисциплины на всех этапах сельскохозяйственного производства, в том числе и в период подготовки и проведения работ.

Большинство нарушений, выявленных в сельскохозяйственных организациях республики, являются следствием нарушений требований безопасности труда, изложенных в нормативных правовых актах и технических нормативных правовых актах, действующих в отрасли.

Так, к выполнению работ с повышенной опасностью допускаются трактористы-машинисты и работники других профессий, не прошедшие инструктаж и проверку знаний по вопросам охраны труда, а также допуска к эксплуатации технически неисправных тракторов, прицепов и сложной сельскохозяйственной техники, не прошедших ежегодного технического осмотра.

Нередкими являются случаи эксплуатации сельскохозяйственных машин и механизмов с отсутствующими защитными кожухами движущихся и вращающихся их частей (цепные, ременные и зубчатые передачи и т. д.), а в процессе ремонта сельскохозяйственных машин и механизмов не принимаются меры к изготовлению и восстановлению защитных ограждений и приспособлений.

В настоящее время перед руководителями и специалистами сельскохозяйственных организаций стоит задача по обеспечению безопасности труда и предупреждению несчастных случаев на производстве.

При работе с рассадопосадочной машиной особую опасность представляет падение с высоты.

В данном проекте должны быть решены следующие задачи:

- выполнить анализ опасных и вредных производственных факторов;
- выявить основные причины травмирования при работе трактора с агрегатом;
- предложить инженерные решения по совершенствованию производственной безопасности;
- провести модернизацию рассадопосадочной машины СКН-6А.

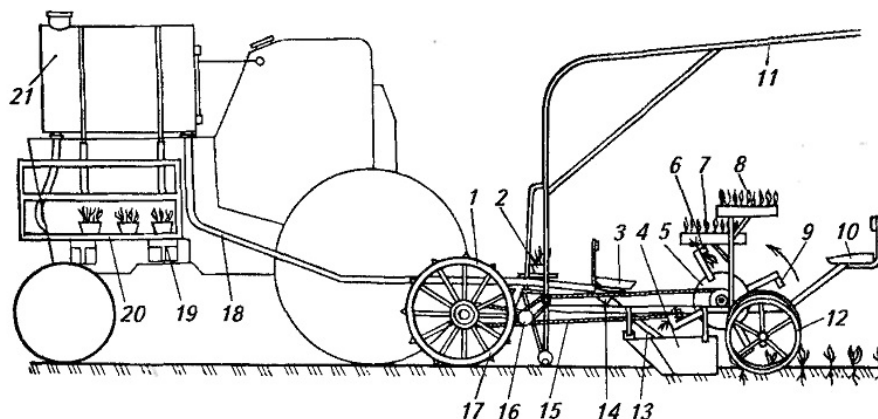
При успешном выполнении этих задач будет решена важнейшая проблема этого проекта – создание условий для комфортной работы и уменьшения травмирования операторов (сажальщиков).

					02.89.006.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

1 Характеристика производственного процесса

1.1 Технологический процесс работы рассадопосадочной машины СКН-6А

В растениеводстве повсеместно используют универсальные шестирядные рассадопосадочные машины СКН-6А, предназначенные для рядовой посадки безгоршечной и горшечной рассады овощей, эфирноносных, табака, земляники, черенков и дичков плодово-ягодных культур. Машина работает на полях с выровненной поверхностью, высаживает рассаду, длина которой от корневой шейки до концов вытянутых листков составляет от 100 до 300 мм, а длина корней – от 30 до 120 мм. Агрегатируется с колесными тракторами «Беларусь» и гусеничными класса до 30 кН, снабженными ходоуменьшителями. Рабочая скорость – от 0,6 до 3,75 км/ч.



1 – опорно-приводное колесо; 2 – помост; 3, 10 – переднее и заднее сиденья;
 4 – сошник; 5 – высаживающий диск; 6, 9 – захваты; 7, 8, 19 – ящики с рассадой;
 11 – тент; 12 – прикатывающие катки; 13 – поливная труба; 14 – дозирующее устройство;
 15, 17 – цепные передачи; 16 – редуктор; 18 – сливная труба; 20 – стеллаж; 21 – бак

Рисунок 1 – Общий вид машины СКН-6А

При посадке рассада из ящиков проходит несколько операций. Выкладывается между пластинками раскрывающихся захватов. Захваты переносят кустики в борозду, которую чертят сошники. Одновременно под корень наливается вода, и захват раскрывается, освобождая куст. Катки прикатывают почву. Машина передвигается еще на шаг, и начинается новый цикл посадки.

Посадочный аппарат представляет собой диск с захватами. Захват выполнен в виде коробчатой стойки с неподвижной пластиной в ее верхней части. К пластине пружина прижимает подвижную пластину, закрепленную на стержне. Пластина снабжена губчатой резиной, предохраняющей рассаду от повреждения. К стержню прикреплено колено, на конец которого надет

						02.89.006.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			7

Сошник раскрывает борозду, и, когда рассадодержатель при вращении посадочного аппарата оказывается в нижнем положении, рассада освобождается, заделывается осыпавшейся почвой и обжимается прикатывающими катками. Одновременно включается водополивная система, и рассада поливается водой. При шаге посадки менее 35 см вода подается непрерывно в борозду, а при шаге более 35 см – порционно под каждое растение (0,4–0,5 л). Сзади машины идут две-три оправщицы, которые проверяют качество посадки, оправляют рассаду и, в случае пропусков, подсаживают растения.

На тракторе закреплены стеллажи для ящиков с рассадой. Машина снабжена двусторонней сигнализацией. Кнопка сигнализации расположена на раме машины возле рабочих мест сажальщиков. Кроме тракториста, машину обслуживают двенадцать сажальщиков и два-три оправщика высаженной рассады. При посадке горшечной рассады бригада пополняется двумя подавальщиками. Для работы в зонах поливного земледелия на машину устанавливают приспособление для нарезки поливных борозд. В зоне с повышенным уровнем грунтовых вод машину используют с приспособлением для посадки на трех грядках. При посадке горшечной рассады в бригаду входят также два вспомогательных рабочих.

1.2 Подготовка рассадопосадочной машины СКН-6А к работе

При подготовке машины к работе проводят ежесменное техническое обслуживание. Сошники, прикатывающие катки, диски с захватами, опорно-приводные колеса и помост очищают от пыли, грязи и растительных остатков. Проверяют правильность сборки основных узлов и подтягивают болтовые соединения крепления сажальных аппаратов, прикатывающих катков, сошников. Диски посадочного аппарата с захватами должны вращаться без радиального и осевого биения так, чтобы растения во время посадки проходили по центру сошника.

Проверяют крепления баков, водополивную систему, дозировочное устройство, состояние проводов сигнализации и тому подобное. Подготовку сажалки к работе завершают во время пробного заезда на подготовленном участке.

Проверяют и при необходимости регулируют ширину междурядий, расстояние между растениями в ряду (шаг посадки), глубину хода сошников, дозировочное устройство, закрытие захватов и других узлов.

Проверка качества посадки рассады рассадопосадочной машиной СКН-6А

Во время работы качество посадки рассады проверяют измерением шага посадки, ширины основных и стыковых междурядий, проверяют прямолинейность рядков, глубину и качество заделки корней и горшочков с рассадой, наклон растений, количество пропусков, поступление воды к местам посадки растений, норму полива и вылета маркеров.

						02.89.006.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			9

Недостатки в работе машины, замеченные во время проверки, устраняют на концах гона или на специально выделенных местах.

Плотность заделки рассады проверяют пробным вырыванием растений. Хорошо закатанная рассада не выдергивается из почвы, если ее поднимать за край листа. Край листа при этом обрывается.

Наклон растений во время посадки зависит от скорости вращения и раскрытия захватов посадочного аппарата. Скорость вращения захватов во время посадки должна равняться скорости движения машины и быть направленной в противоположную сторону. В момент высадки рассады скорость захвата относительно почвы должна приближаться к нулю.

Высаживающий диск с захватами вращается от опорно-приводных колес, следовательно, скорость вращения захватов в значительной степени зависит от механического состава почвы и ее влажности, наличия растительных остатков, налипания почвы на обод колеса, скорости движения агрегата.

В том случае, если скорость захвата больше скорости машины, рассада будет наклоняться из грунта в сторону, противоположную движению машины. Если скорость захвата меньше скорости машины, растения наклоняются в сторону движения агрегата.

Наклон растений во время посадки устраняют заменой звездочки на приводном валу и рычагом смены передач, а также изменением положения лекал так, чтобы захваты раскрывались своевременно и высвобождали растения в момент засыпания корней почвой.

Основные технологические регулировки рассадопосадочной машины СКН-6А

Посадочные аппараты и опорно-приводные колеса на несущем бруске машины размещают согласно заданной схеме посадки. При ширине между рядов 60; 70 и 50 + 90 см на машине устанавливают шесть сажальных аппаратов, при междурядьях 80; 90 и 60 + 120 см – четыре.

Для расстановки посадочных аппаратов попускают хомуты кронштейнов посадочных аппаратов и зажимы звездочек на раздаточном валу и передвигают их вдоль бруса. Расстановку начинают со средних аппаратов. Пользуясь линейкой, откладывают от центра половину ширины междурядья и устанавливают два средних аппарата. Затем на расстоянии заданного междурядья устанавливают крайние аппараты.

Заданный шаг посадки регулируют установкой в соответствующее положение рычага коробки перемены передач, изменением числа захватов на посадочных дисках и подбором сменных звездочек.

Шаг посадки проверяют во время пробного заезда. С этой целью высаживают 101 или 51 растение. Измеряют длину пройденного пути и, поделив ее на 100 или на 50, определяют средний шаг посадки для данного установления и, в случае необходимости, переставляют рычаг коробки перемены передач или количество захватов на диске.

Плотность закрытия захватов регулируют перемещением лекал в горизонтальном направлении; при плотном закрытии захватов – от центра

						02.89.006.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			10

аппарата, при слабом – к центру. Момент раскрытия захватов рассады регулируют перемещением лекал в пазах кронштейнов рамы.

Сошник по высоте устанавливают так, чтобы корни правильно заключенной в захваты рассады едва касались дна борозды. При большой глубине посадки и сыпучем грунте сошники ставят ближе к оси посадочного диска, используя для этого отверстия в раме аппарата.

Для посадки горшечной рассады ширину сошника увеличивают, для чего в отверстия пластин вставляют палец большей длины, который крепится к желобу установленного внутри сошника.

Расстояние между прикапывающими катками устанавливают в зависимости от типа почвы.

Поливную систему сажалки регулируют в зависимости от вида полива. При порционном поливе момент выброса порции воды регулируют поворотом поливного диска на ступице. Величину порции воды регулируют, изменяя ось рычага вдоль паза в бруске рамы сажального аппарата. При сплошном поливе норму полива воды регулируют кранами сажальных аппаратов.

Устанавливают правый и левый маркеры.

Скорость движения агрегата проверяют и устанавливают во время пробного заезда. Она зависит от шага посадки и количества вложений рассады в захваты сажального аппарата. Скорость движения агрегата v , км/ч, определяют по формуле (1.1):

$$v = \frac{na60}{1000} \quad (1.1)$$

где n – количество растений, которые укладываются в захваты двумя рабочими в течение минуты;

a – шаг посадки, м.

Количество вложений рассады зависит от опыта рабочих и для безгоршечной рассады может колебаться в пределах 36–50 вложений за минуту каждым рабочим.

1.3 Подготовка поля под рассадопосадочную машину СКН-6А

Перед началом работы осматривают поле, проверяют готовность почвы, выбирают направление движения агрегата, места для заправки машины водой и рассадой. Почву для посадки обрабатывают согласно принятой агротехнике. В почве не должно быть комков диаметром более 50 мм. Поверхность почвы выравнивают и закатывают. Для первого прохода агрегата провешивают прямую линию, устанавливая вешки на расстоянии 70–80 м друг от друга. Последнюю вешку ставят на расстоянии 25–30 м от границы участка.

						02.89.006.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			11

степени тяжести, что обусловлено несоблюдением требований безопасности перед началом работы;

- повышенная запыленность и загазованность воздуха. Источником данного фактора является работа без средств индивидуальной защиты, при неправильном выборе направления движения по отношению к ветру и силы ветра;

- движущиеся транспортные средства. Источником являются рассадопосадочная машина и трактор. Вызывают возможность столкновения, наезда;

- опасность падения с высоты. Вызвано неудобным рабочим местом оператора. Оператор может получить переломы, гематомы, ушибы, растяжения. Избежать этого можно, поддерживая в исправном состоянии сиденье и площадки, своевременно их очищая;

- опасность защемления верхних конечностей. Источником являются захваты, приводные цепи, высаживающий диск и шестеренки. Этот производственный фактор возникает при неисправных защитных устройствах, а также при невнимательности;

- тепловое излучение (свыше 40 °С). Это – контакт с горячими поверхностями (двигатель, газораспределительный механизм и т. д.). Возможен тепловой ожог. Необходимо использовать СИЗ;

- повышенная температура воздуха (свыше 28 °С). Источник возникновения: метеорологические условия, неисправная система кондиционирования. Необходимо поддерживать в исправном состоянии системы кондиционирования. Длительное воздействие на человека неблагоприятных метеорологических условий резко ухудшает его самочувствие, снижает производительность труда и приводит к заболеваниям. Высокая температура воздуха способствует быстрой утомляемости работающего, может привести к перегреву организма, тепловому удару;

- повышенная подвижность воздуха (свыше 0,5 м/с). Возникает из-за открытия форточки в кабине, неисправной системы кондиционирования. Вызывает простудные заболевания (ОРЗ, ОРВИ и др.). Необходимо поддержание в исправном состоянии системы кондиционирования;

- опасность поражения электрическим током. Вызвано нарушением изоляции проводов, контактом с оборванными проводами ЛЭП. Оператор получает электрические ожоги, электрический удар. Необходимы поддержание в исправном состоянии электрооборудования, контроль изоляции, использование защитных средств.

2) химические:

- контакт с ГСМ. При заправке трактора, смазывании частей, основных узлов и механизмов. Возникают аллергические реакции. Использование спецодежды, средств индивидуальной защиты, смывающих и обезвреживающих средств;

- загазованность. Неисправная (неотрегулированная) система выпуска отработавших газов. Вызывает головную боль, слабость, отравление. Необходимо поддержание в исправном состоянии системы выпуска отработавших газов;

						02.89.006.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			14

3) биологические:

- пары бактерий и грибов. Нарушение герметичности кабины, работа без средств индивидуальной защиты. Возникают заболевания кожных покровов, аллергические реакции. Предупредить можно поддержанием в исправном состоянии герметичности кабины, системы кондиционирования, применением средств индивидуальной защиты, смывающих и обезвреживающих средств;

4) психофизиологические:

- перегрузка анализаторов (слухового, зрительного). Повышенный уровень шума, сосредоточенность наблюдения. Возникают заболевания органов слуха и зрения. Необходимо наличие изоляции, обзорность не менее 75 %;

- статическая нагрузка. Причина – сидячее положение. Вызывает сколиоз и пр. Производственная гимнастика, смена положения во время перерывов, поддержание в исправном состоянии регулировок сидения, руля. Статические перегрузки вызываются длительным пребыванием человека в вынужденной рабочей позе (позе стоя) или длительным статическим напряжением отдельных групп мышц при выполнении работ, что ведет к заболеванию опорно-двигательного аппарата;

- динамическая нагрузка. Очистка рабочих органов. Появляются заболевания (грыжа и др.) и травмы. Производственная гимнастика, смена положения во время перерыва. Динамические перегрузки вызываются большим количеством подъемов и перемещений грузов за короткий промежуток времени, что ведет к травмам и заболеваниям суставов.

Выявление и учет опасных и вредных производственных факторов являются одной из основных задач совершенствования организации производственного процесса. Мероприятия, направленные на снижение вредного и опасного воздействия производственной среды на человека, зачастую имеют не только социальное, но и экономическое значение и выступают фактором роста производительности труда. Большое значение имеет также снижение заболеваемости и смертности среди работников как факторы сокращения непроизводственных потерь рабочего времени и затрат на оплату неотработанного времени [9].

Основные причины травмирования при работе на тракторе с агрегатом следующие.

Зона 1 – образуется при движении трактора передней поверхностью.

Причины:

- нахождение людей в закрытых местах;
- неосторожность при переходе пути движения МТА человеком;
- наличие невидимой зоны МТА, ограниченная видимость;
- неисправность органов управления.

Зона 2 – создается движением трактора вперед или назад, или боковой поверхностью агрегата.

						02.89.006.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			15

3.3 Расчет систем и устройств для обеспечения производственной безопасности

3.3.1 Энергетический расчет агрегата

Энергетический расчет производится согласно методике [1].
Мощность, затрачиваемая на привод и перемещение машины:

$$N = N_{\text{ВОМ}} + N_{\text{пер}}, \quad (3.1)$$

где $N_{\text{ВОМ}}$ – мощность, затрачиваемая на привод рабочего органа машины, кВт; $N_{\text{ВОМ}} = 75$ кВт;

$N_{\text{пер}}$ – мощность, затрачиваемая на перемещение машины с учетом уклона, кВт;

$$N_{\text{пер}} = R_{\text{пер}} V_p, \quad (3.2)$$

где V_p – рабочая скорость агрегата, м/с; $V_p = 3$ м/с;

$R_{\text{пер}}$ – сила сопротивления перемещению, кН;

$$R_{\text{пер}} = G_m(f_m \pm i/100), \quad (3.3)$$

где G_m – вес машины, кН; $G_m = 1410$ кг; $G_m = 14,1$ кН;

f_m – коэффициент сопротивления перекачиванию, $f_m = 0,2$ [1];

i – уклон, %; $i = 1$ %;

$$R_{\text{пер}} = 14,1(0,2 + 1/100) = 2,96 \text{ кН.}$$

Находим мощность, затрачиваемую на перекачивание машины:

$$N_{\text{пер}} = 2,96 \cdot 3 = 8,88 \text{ кВт.}$$

Тогда общая мощность

$$N = 75 + 8,88 = 83,88 \text{ кВт.}$$

Вывод: рассадопосадочную машину СКН-6А необходимо агрегатировать с трактором МТЗ-1221 «Беларус» мощностью 96 кВт.

						02.89.006.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			22

$$l_{\text{оп}} = \left(t_1 + t_2 + \frac{v_0}{252\phi}\right) \cdot \frac{v_0}{3,6} + \frac{K_y v_0^2 (G_a + G_n)}{254\phi G_a}, \quad (3.6)$$

где K_y – коэффициент эксплуатационных условий торможения, учитывающий нарушение регулировок тормозов, их загрязнение; $K_y = 1,5$;

G_a – масса трактора, кг; $G_a = 5300$ кг;

G_n – масса рассадопосадочной машины, кг; $G_n = 1410$ кг.

$$l_{\text{оп}} = \left(0,8 + 0,3 + \frac{25}{252 \cdot 0,7}\right) \cdot \frac{25}{3,6} + \frac{15 \cdot 25^2 \cdot (5300 + 1410)}{254 \cdot 0,7 \cdot 5300} = 15,3 \text{ м.}$$

Расчет критической скорости на повороте

Критическая скорость трактора $V_{\text{кр}}$, при которой возможно опрокидывание на повороте:

$$V_{\text{кр}} = 3,6 \sqrt{\frac{gBR}{2h_{\text{ц}}}}, \quad (3.7)$$

где $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ – ускорение свободного падения;

R – радиус поворота, м; $R = 7$ м;

B – ширина колеи транспортного средства, м; $B_{\text{max}} = 1,5$ м; $B_{\text{min}} = 1,2$ м;

$h_{\text{ц}}$ – высота расположения центра масс машины над поверхностью дороги, м;

$h_{\text{ц}} = 1$ м.

Критическая скорость, при которой возможно опрокидывание трактора МТЗ-1221, если ширина колеи максимальна:

$$V_{\text{кр1}} = 3,6 \sqrt{\frac{gBR}{2h_{\text{ц}}}} = 3,6 \sqrt{\frac{9,81 \cdot 1,5 \cdot 7}{2 \cdot 0,9}} = 27,2 \frac{\text{км}}{\text{ч}}.$$

Критическая скорость на повороте при минимальной ширине колеи трактора МТЗ-1221:

$$V_{\text{кр2}} = 3,6 \sqrt{\frac{gBR}{2h_{\text{ц}}}} = 3,6 \sqrt{\frac{9,81 \cdot 1,2 \cdot 7}{2 \cdot 0,9}} = 24,4 \text{ км/ч}.$$

					02.89.006.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		24

3.3.3 Расчет устойчивости машинно-тракторного агрегата

Устойчивость машинно-тракторных агрегатов характеризуется их способностью работать на продольных и поперечных уклонах без опрокидывания. При этом различают продольную и поперечную устойчивость МТА. В связи с модернизацией рассадопосадочной машины вес его изменяется, и это сказывается на изменении центра тяжести машины, что изменяет угол опрокидывания агрегата в сравнении с базовой моделью.

По эксплуатационным данным агрегата МТЗ-1221 и модернизированной рассадопосадочной машины СКН-6А продольная база трактора $L = 2550$ мм, колея $B = 1400$ мм, координаты центра тяжести по длине по оси ведущих колес $a = 814$ мм, по высоте $h_{\text{цт}} = 795$ мм, масса трактора $G = 3340$ кг. Расстояние от центра тяжести трактора до центра тяжести безопасности рассадопосадочной $L_1 = 1300$ мм, по высоте $h_1 = 590$ мм и массой $G_1 = 1410$ кг.

Наибольший угол подъема, на котором МТА может стоять без опрокидывания, назовем предельным статическим углом подъема и обозначим его α_n . Схема внешних сил и моментов, действующих в этом случае на колесный трактор, показана на рисунке 4.

Опрокидывание наступает, когда передние колеса трактора полностью разгружаются и действующая на них нормальная реакция дороги $Y_n = 0$. Вся весовая нагрузка воспринимается задними колесами, поэтому на них действует нормальная реакция дороги $Y_K = G \cdot \cos \alpha_n$. Под влиянием составляющей веса $G \cdot \sin \alpha_n$ трактор стремится скатиться вниз. Для предотвращения этого к его задним колесам приложена тормозная сила P_m . Скатыванию трактора препятствует также момент сопротивления качению задних колес M_{fk} , действующий, как показано на схеме, по ходу часовой стрелки. Влияние его невелико, поэтому при расчетах им можно пренебречь.

Из условия равновесия МТА относительно возможной оси опрокидывания O_2 имеем:

$$Ga \cdot \cos \alpha_n - Gh_{\text{цт}} \cdot \sin \alpha_n - G_1 L_1 \cdot \cos \alpha_n - G_1 h_1 \cdot \sin \alpha_n = 0. \quad (3.8)$$

Отсюда:

$$\operatorname{tg} \alpha_n = \frac{G \cdot a - G_1 \cdot L_1}{G \cdot h_{\text{цт}} - G_1 \cdot h_1}; \quad (3.9)$$

$$\operatorname{tg} \alpha_n = \frac{3340 \cdot 814 - 1410 \cdot 1300}{3340 \cdot 795 - 1410 \cdot 590} = 0,486.$$

						02.89.006.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			25

$$\operatorname{tg} \alpha'_n = \frac{3340 \cdot (2550 - 814) + 1410 \cdot (2550 + 1300)}{3340 \cdot 795 + 1410 \cdot 590} = 3,219.$$

Угол $\alpha'_n = 72,7^\circ$.

Предельный статический угол поперечного уклона, это угол уклона, на котором агрегат может работать не опрокидываясь. На рисунке 6 приведена схема. Угол $\beta_{\text{пр}}$ можно определить, когда нормальная реакция почвы $Y'' = 0$.

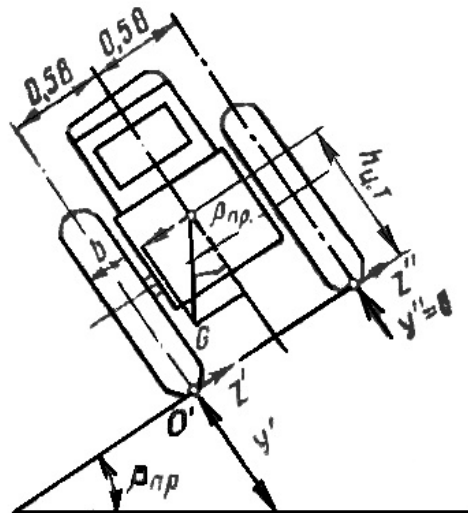


Рисунок 6 – Схема сил, действующих на колесный трактор при стоянке на предельном поперечном уклоне

Уравнение моментов относительно возможной оси опрокидывания:

$$Gh_{\text{ц.т.}} \beta_{\text{пр}} - 0,5BG \cos \beta_{\text{пр}} + G_1 h_1 \beta_{\text{пр}} - 0,5B_1 G_1 \sin \beta = 0. \quad (3.12)$$

$$\operatorname{tg} \beta_{\text{пр}} = \frac{0,5B + 0,5B_1}{h_{\text{ц.т.}} + h_1}. \quad (3.13)$$

$$\operatorname{tg} \beta_{\text{пр}} = \frac{1400 \cdot 0,5 + 800 \cdot 0,5}{795 + 600} = 0,79, \text{ где } \beta_{\text{пр}} = 38,1^\circ.$$

Полученные значения предельного угла продольного подъема и уклона составляют соответственно $\alpha_n = 25,9^\circ$, $\alpha'_n = 72,7^\circ$ и $\beta_{\text{пр}} = 38,1^\circ$. Они позволяют агрегату работать в достаточно большом диапазоне. Однако при необходимости работы на холмистой местности с большими уклонами надо установить на передний мост трактора противовесы и стараться производить подъем в гору с небольшим поперечным уклоном.

						02.89.006.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			27

3.3.4 Расчет выбросов загрязняющих веществ от передвижных источников

Расчет выбросов от трактора определяется по формуле

$$B = P \cdot K, \quad (3.14)$$

где P – расход топлива, т. Для трактора МТЗ-1221 $P = 5,22$ кг/ч.

Так как трактор с рассадопосадочной машиной СКН-6А работает в год несколько дней, то общий расход топлива составляет 188 кг;

K – коэффициент эмиссии вредных веществ при сжигании 1 т жидкого топлива.

Значение коэффициента эмиссии вредных веществ для дизельного топлива:

- окись углерода: $K = 0,125$;
- углеводороды: $K = 0,055$;
- двуокись азота: $K = 0,0025$;
- сажа: ДТ $K = 0,015$;
- сернистый газ: $K = 0,02$;
- бензопирен: $K = 0,31$.

Определяем валовый выброс загрязняющих веществ:

- окись углерода: $M_{CO} = 188 \cdot 0,125 = 23,5$ (кг/год);
- углеводород: $M_{CH} = 188 \cdot 0,055 = 10,4$ (кг/год);
- двуокись азота: $M_{NO_2} = 188 \cdot 0,025 = 4,7$ (кг/год);
- сажа: $M_{CЖ} = 188 \cdot 0,015 = 2,82$ (кг/год);
- сернистый газ: $M_{СГ} = 188 \cdot 0,002 = 0,38$ (кг/год);
- бензопирен: $M_{БП} = 188 \cdot 0,31 = 58,3$ (г/год) = 0,058(кг/год).

Определяем общий валовый выброс загрязняющих веществ:

$$M_{\text{общ}} = M_{CO} + M_{CH} + M_{NO_2} + M_{CЖ} + M_{СГ} + M_{CВ} + M_{БП}. \quad (3.15)$$

$$M_{\text{общ}} = 23,5 + 10,4 + 4,7 + 2,82 + 0,38 + 0,058 = 41,858 \text{ (кг/год)}.$$

Определяем процентное содержание загрязняющих веществ:

$$N_{CO} = M_{CO} / M_{\text{общ}} \cdot 100 \% = 23,5/41,858 \cdot 100 = 56,1 \%;$$

$$N_{CH} = M_{CH} / M_{\text{общ}} \cdot 100 \% = 10,4/41,858 \cdot 100 = 24,85 \%;$$

					02.89.006.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		28

$$N_{\text{но2}} = M_{\text{но2}} / M_{\text{общ}} \cdot 100 \% = 4,7 / 41,858 \cdot 100 = 11,23 \%;$$

$$N_{\text{сж}} = M_{\text{сж}} / M_{\text{общ}} \cdot 100 \% = 2,82 / 41,858 \cdot 100 = 6,7 \%;$$

$$N_{\text{сг}} = M_{\text{сг}} / M_{\text{общ}} \cdot 100 \% = 0,38 / 41,858 \cdot 100 = 0,9 \%;$$

$$N_{\text{бп}} = M_{\text{бп}} / M_{\text{общ}} \cdot 100 \% = 0,058 / 41,858 \cdot 100 = 0,14 \%.$$

В соответствии с расчетами можно подвести общий итог о том, что при эксплуатации трактора основными загрязняющими веществами являются окись углерода, углеводород, сажа и диоксид азота.

					02.89.006.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

Заключение

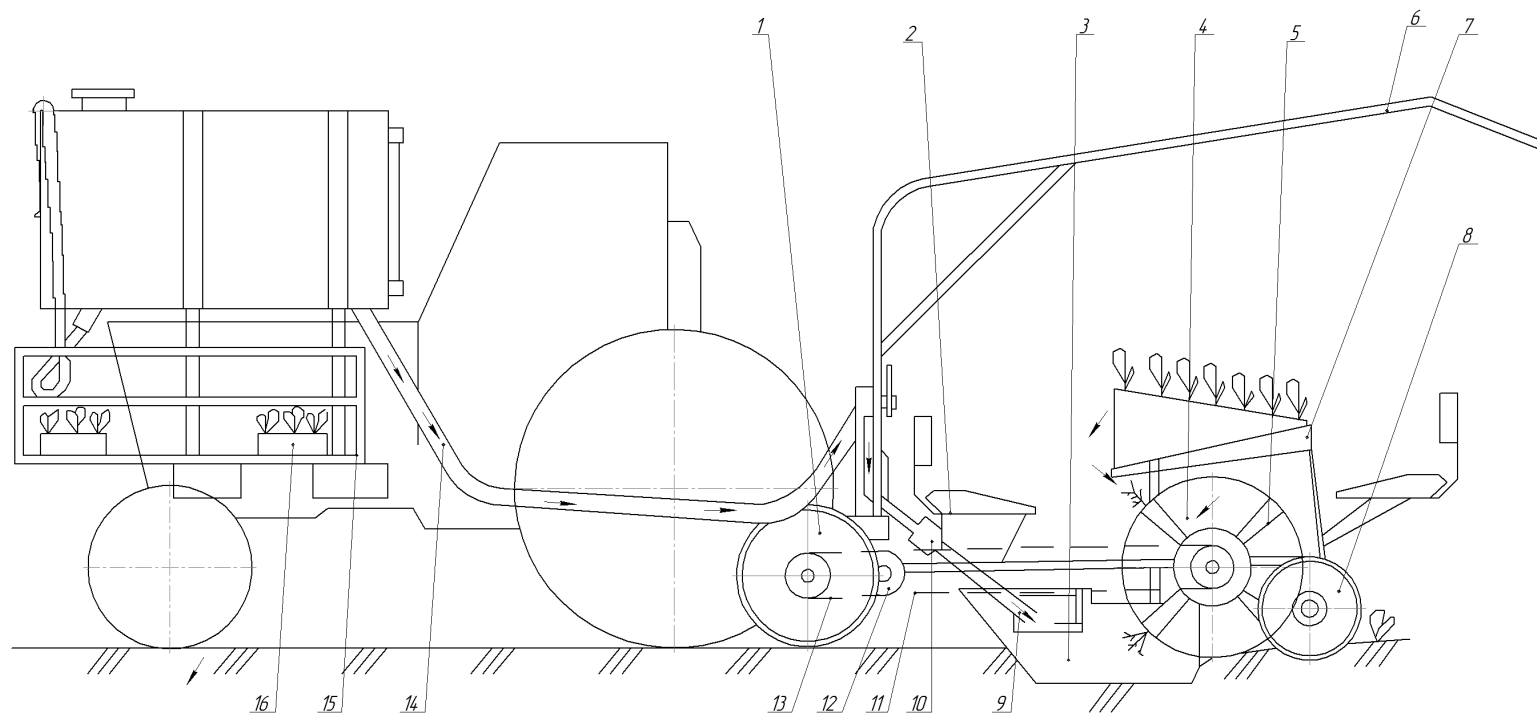
В курсовом проекте рассмотрен технологический процесс рассадопосадочной машины СКН-6А. Выполнен анализ опасных и вредных факторов при работе с МТА. Приведены организационные и технические мероприятия по обеспечению их безопасности.

С целью совершенствования производственной безопасности предложена конструкция сиденья сажальщиков, что обеспечивает не только комфорт, но и уменьшает вероятность травматизма.

Перечисленные выше мероприятия по обеспечению производственной безопасности направлены на создание оптимальных и здоровых условий труда. При их благоприятных сочетаниях с учетом характера и тяжести выполняемой работы человек находится в комфортных условиях и может высокопроизводительно трудиться на предприятии.

					02.89.006.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		30

Технологическая схема рассадопосадочной машины



1-опорно-приводное колесо
 2-переднее сиденье
 3-сошник
 4-высаживающий диск
 5-захваты
 6-тент
 7,16-ящики с рассадой

8-прикатывающие катки
 9-поливная труба
 10-дозировующее устройство
 11,13-цепные передачи
 12-редуктор
 14-сливная труба
 15-стелаж

				01.89.002.00.000 СП		
Изм.	Дата	№ докум.	Разраб.	Исполн.	Лист	Масштаб
Рассадопосадочная машина					1	-
Технологическая схема					1	-
					Лист	Всего листов
					БГАТУ гр. 100т	
					Качерова	Фигурин А.И.

Учебное издание

**ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ.
КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ**

Учебно-методическое пособие

Составители:

Андруш Виталий Григорьевич,
Молош Тамара Владимировна,
Ткачева Людмила Тимофеевна и др.

Ответственный за выпуск *В. Г. Андруш*
Корректор *Т. В. Каркоцкая*
Компьютерная верстка *Е. А. Хмельницкой, Т. В. Каркоцкой*

Подписано в печать 29.03.2018. Формат 60×84¹/₈.
Бумага офсетная. Ризография.
Усл. печ. л. 19,53. Уч.-изд. л. 7,63. Тираж 55 экз. Заказ 26.

Издатель и полиграфическое исполнение:
Учреждение образования
«Белорусский государственный аграрный технический университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий
№ 1/359 от 09.06.2014.
№ 2/151 от 11.06.2014.
Пр-т Независимости, 99–2, 220023, Минск.