

**Министерство сельского хозяйства Российской Федерации**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический  
университет имени П.А. Костычева»**

*На правах рукописи*

**Ревич Яков Львович**

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ПРИГОТОВЛЕНИЯ  
И ХРАНЕНИЯ СИЛОСА В МЯГКИХ ВАКУУМИРОВАННЫХ БЛОКАХ  
ЗАГЛУБЛЕННЫХ СИЛОСНЫХ ТРАНШЕЙ**

**Специальность 05.20.01- Технологии и средства механизации сельского  
хозяйства**

**ДИССЕРТАЦИЯ**

**на соискание ученой степени кандидата технических наук**

**Научный руководитель:  
заслуженный деятель науки и  
техники Российской Федерации,  
доктор технических наук,  
профессор В. Ф. Некрашевич**

**Рязань 2015**

## АННОТАЦИЯ

В диссертации изложены научные положения по совершенствованию технологического процесса приготовления и хранения силоса в мягких вакуумированных блоках заглубленных силосных траншей.

Ключевые слова: приготовление и хранение силоса, протеин, сухое вещество, физико-механические свойства кукурузного силоса, вакуумирование, мягкие вакуумированные блоки, анкерные крепления, прочность, эффективность.

Цель работы – совершенствование технологического процесса приготовления и хранения силоса за счет разработки мягких вакуумированных блоков заглубленных силосных траншей.

Во введении обоснована актуальность темы диссертации, сформулированы цель исследования, научная новизна и основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе проведен анализ способов и средств приготовления и хранения силоса, рассмотрены виды силоса, его основные физико-механические свойства, использование и причины потерь силоса из кукурузы. На основании выполненного анализа сформулированы задачи исследований.

Во второй главе выполнены теоретические исследования разработанного технологического процесса приготовления и хранения силоса в мягких вакуумированных блоках заглубленных силосных траншей. Обоснованы параметры мягкого вакуумированного блока, режим вакуумирования, прочность и толщина синтетической пленки мягкого вакуумированного блока. Для обеспечения прочности и устойчивости стен заглубленной силосной траншеи разработаны специальные анкерные крепления.

В третьей главе приведена программа и методика экспериментальных исследований технологического процесса приготовления и хранения силоса в мягких вакуумированных блоках заглубленных силосных траншей.

В четвертой главе приведены результаты экспериментальных исследований технологического процесса приготовления и хранения силоса в мягких

вакуумированных блоках заглубленных силосных траншей.

В пятой главе приведены материалы и результаты производственных испытаний разработанного технологического процесса приготовления и хранения силоса в мягких вакуумированных блоках заглубленных силосных траншей в ОАО «Авангард» Рязанского района Рязанской области и технико-экономическая эффективность его использования.

Приведены общие выводы (заключение) по диссертации, список опубликованных работ и полученных патентов.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

|                                                                                                                                                               |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ВВЕДЕНИЕ                                                                                                                                                      | 8  |
| 1 АНАЛИЗ СПОСОБОВ И СРЕДСТВ ПРИГОТОВЛЕНИЯ И<br>ХРАНЕНИЯ СИЛОСА                                                                                                | 17 |
| 1.1 Использование силоса в кормлении крупного рогатого скота                                                                                                  | 17 |
| 1.2 Анализ технологического процесса приготовления и хранения силоса<br>в силосохранилище                                                                     | 19 |
| 1.3 Анализ способов и средств механизации приготовления силосуемых<br>кормов                                                                                  | 24 |
| 1.4 Анализ типов, конструкций и технологий приготовления силоса<br>в силосохранилищах                                                                         | 27 |
| 1.5 Анализ выполненных исследований по эффективному<br>приготовлению и хранению силоса и причин потерь силоса из кукурузы                                     | 33 |
| 1.6 Анализ опыта функционирования зарубежных и отечественных<br>молочных фермерских хозяйств                                                                  | 36 |
| 1.7 Задачи исследования                                                                                                                                       | 41 |
| Заключение по главе 1                                                                                                                                         | 42 |
| 2 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО<br>ПРОЦЕССА ПРИГОТОВЛЕНИЯ И ХРАНЕНИЯ СИЛОСА В<br>МЯГКИХ ВАКУУМИРОВАННЫХ БЛОКАХ ЗАГЛУБЛЕННЫХ<br>СИЛОСНЫХ ТРАНШЕЙ | 44 |
| 2.1 Технологический процесс приготовления и хранения силоса в<br>мягких вакуумированных блоках заглубленных силосных траншей                                  | 44 |
| 2.2 Расчет потребности в силосе при дифференцированном<br>кормлении крупного рогатого скота                                                                   | 53 |
| 2.3 Теоретическое обоснование параметров мягкого вакуумированного<br>блока для приготовления и хранения силоса                                                | 56 |
| 2.3.1 Расчет объема вакуумированного мягкого блока из синтетической<br>пленки для приготовления и хранения силоса                                             | 56 |

|                                                                                                                                                                                                      |           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 2.3.2 Обоснование прочности гибкой оболочки из синтетической пленки<br>мягкого вакуумированного блока                                                                                                | 59        |
| 2.4. Теоретическое обоснование нагрузок и анкерного крепления стен<br>силосохранилища для хранения мягких вакуумированных блоков с силосом                                                           | 64        |
| 2.5. Расчет железобетонной плиты днища силосохранилища                                                                                                                                               | 77        |
| Заключение по главе 2                                                                                                                                                                                | 78        |
| <b>3 ПРОГРАММА И МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ<br/>ИССЛЕДОВАНИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА<br/>ПРИГОТОВЛЕНИЯ И ХРАНЕНИЯ СИЛОСА В МЯГКИХ<br/>ВАКУУМИРОВАННЫХ БЛОКАХ ЗАГЛУБЛЕННЫХ СИЛОСНЫХ<br/>ТРАНШЕЙ</b> | <b>80</b> |
| 3.1 Программа и методика проведения лабораторных исследований<br>и производственных испытаний                                                                                                        | 80        |
| 3.1.1 Методика определения изменений объема силосной массы<br>внутри мягкого блока от величины уплотняющего давления и времени<br>уплотнения                                                         | 81        |
| 3.1.2 Методика определения плотности силосной массы внутри<br>мягкого блока под действием уплотняющего давления                                                                                      | 83        |
| 3.1.3 Методика определения расхода откачиваемого воздуха из<br>мягкого блока с силосной массой                                                                                                       | 84        |
| 3.1.4 Методика определения прочности синтетической пленки мягкого<br>блока под действием уплотняющего давления                                                                                       | 85        |
| 3.2 Методика экспериментальных исследований грунтовых анкеров для<br>крепления стен силосохранилищ                                                                                                   | 87        |
| 3.2.1. Конструкция и технология использования установки для<br>перемещения и испытаний грунтовых анкеров                                                                                             | 87        |
| 3.2.2. Методика определения несущей способности анкера в зависимости<br>от его параметров и типа грунтов силосохранилища                                                                             | 92        |
| Заключение по главе 3                                                                                                                                                                                | 94        |

|                                                                                                                                                                                                                       |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 4 РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ<br>ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРИГОТОВЛЕНИЯ И ХРАНЕНИЯ<br>СИЛОСА В МЯГКИХ ВАКУУМИРОВАННЫХ БЛОКАХ<br>ЗАГЛУБЛЕННЫХ СИЛОСНЫХ ТРАНШЕЙ                                          | 95  |
| 4.1 Результаты экспериментальных исследований процесса вакуумного<br>уплотнения силоса в мягком вакуумированном блоке в лабораторных<br>условиях                                                                      | 95  |
| 4.1.1 Результаты исследований изменения объема и плотности<br>силосной массы внутри мягкого вакуумированного блока от величины<br>уплотняющего давления и времени уплотнения                                          | 95  |
| 4.1.2 Результаты экспериментальных испытаний синтетических пленок<br>для мягкого вакуумированного блока под действием уплотняющего давления                                                                           | 98  |
| 4.2 Результаты исследований грунтовых анкеров для укрепления стен<br>силосохранилища                                                                                                                                  | 103 |
| 4.2.1 Результаты исследований несущей способности анкера в<br>зависимости от его параметров и типа грунтов силосохранилища                                                                                            | 103 |
| Заключение по главе 4                                                                                                                                                                                                 | 110 |
| 5 ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ИСПЫТАНИЯ И ТЕХНИКО-<br>ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ<br>ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРИГОТОВЛЕНИЯ И ХРАНЕНИЯ<br>СИЛОСА В МЯГКИХ ВАКУУМИРОВАННЫХ БЛОКАХ<br>ЗАГЛУБЛЕННЫХ СИЛОСНЫХ ТРАНШЕЙ | 111 |
| 5.1 Производственные испытания мягких вакуумированных блоков<br>силосных траншей                                                                                                                                      | 111 |
| 5.1.1 Результаты исследования качества силоса, приготовленного в<br>мягких вакуумированных блоках силосной траншеи                                                                                                    | 112 |
| 5.2. Результаты внедрения                                                                                                                                                                                             | 115 |
| 5.3 Экономическая эффективность результатов внедрения                                                                                                                                                                 | 117 |

|                                                                                                                                                                                                                            |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 5.3.1 Экономическая эффективность внедрения технологического процесса приготовления и хранения силоса в мягких вакуумированных блоках заглубленных силосных траншей                                                        | 118 |
| 5.3.2 Сравнение экономической эффективности предложенного технологического процесса приготовления и хранения силоса в мягких вакуумированных блоках заглубленных силосных траншей с существующим технологическим процессом | 121 |
| Заключение по главе 5                                                                                                                                                                                                      | 125 |
| ОБЩИЕ ВЫВОДЫ (ЗАКЛЮЧЕНИЕ)                                                                                                                                                                                                  | 126 |
| СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ                                                                                                                                                                                           | 128 |
| ПРИЛОЖЕНИЯ                                                                                                                                                                                                                 | 143 |

## ВВЕДЕНИЕ

Продовольственная безопасность и независимость от иностранных поставщиков сельхозпродукции важнейшие задачи, стоящие перед АПК России. Одно из главных направлений решения этой задачи – развитие животноводства, которое должно быть обеспечено достаточной и качественной кормовой базой. поголовье скота в последнее десятилетие в России сократилось почти в 3 раза. Основной причиной является недостаточная по качеству и количеству кормовая база, только за 20 лет она сократилась в 4 раза. В настоящее время в АПК России ежегодно закладывают силосного корма свыше 250 млн. т., но и этого количества недостаточно. Особенно важно обеспечить достаточный запас кормов для полноценного кормления животных в зимний стойловый период. Одна из самых затратных статей животноводства - корма. В себестоимости говядины корма составляют 65- 75 % , а молока 49 - 56 %, [1,2,3,9,18,28,125]. Сокращение затрат на корма позволит существенно повысить рентабельность животноводства.

Создание кормовой базы требует не только увеличения количества качественных кормов, а прежде всего внедрения современных инновационных технологий и средств их приготовления и хранения. И здесь огромную роль играют инновационные технологии и средства механизации приготовления и хранения силоса в силосохранилищах. Современные научные исследования и сельскохозяйственная практика показывают, что для повышения качества получаемого силоса и его питательности необходимо переходить от открытой заготовки силоса в буртах к приготовлению и хранению силоса в вакуумированных блоках силосных траншей.

В настоящее время животноводство претерпевает положительные изменения. Удалось приостановить процесс дестабилизации животноводства и создать условия для его роста. Россия вступила в ВТО и сегодня необходимо решать несбалансированность проблем связанных с этим вступлением. Складывающаяся в России новая экономическая система сельского хозяйства предусматривает развитие, как крупных, так и малых форм хозяйствования [5,7,21,37,41,43,55].

Министерством сельского хозяйства Российской Федерации разработана Целевая Программа «Развитие семейных животноводческих ферм на базе крестьянских (фермерских) хозяйств на 2012-2014 годы». Будут созданы 450 животноводческих ферм. Реализация Программы способствует повышению конкурентоспособности отечественной сельскохозяйственной продукции на основе финансовой устойчивости и модернизации сельского хозяйства; устойчивому развитию сельских территорий, повышению занятости и уровня жизни сельского населения [82]. Создаются предпосылки для устойчивого развития малых фермерских хозяйств. На реализацию программы выделяется на 2012-2014 годы – 16330,0 млн. руб. Программой предусмотрена разработка типовых проектов семейных животноводческих ферм на базе крестьянских фермерских хозяйств. Должны активно вестись строительство и модернизация существующих животноводческих ферм в РФ. Решению этой задачи посвящена данная научная работа.

**Актуальность темы исследований.** Обеспечение продовольственной безопасности страны, повышение качества жизни населения, являются основными задачами, стоящими перед АПК России, решение которых возможно лишь в условиях устойчивого развития отечественного аграрного сектора.

Силос - наиболее важный консервированный «зимний», а в некоторых регионах, круглогодичный корм для жвачных животных. В этой связи актуальным и практически значимым является проектирование и строительство новых, современных хранилищ кормов для фермерских хозяйств, в том числе силосных траншей, которые должны обеспечивать необходимые условия нормального протекания процесса приготовления и хранения высококачественного корма, развитие приготовления силоса в вакуумированных блоках силосных траншей [118]. Около 90% всех силосохранилищ в России – это силосные траншеи. По приведенным исследованиям потери кормов в них, при соблюдении технологии приготовления и хранения силоса, составляют 10-14%, а при нарушении технологии до 45% [3,4,9,37,44,45,47,49,61,62,64,81,88,128]. Это огромные материальные потери. Основными причинами потерь кормов в

траншейных силосохранилищах являются: применение устаревших технологий приготовления и хранения кормов; использование устаревших технологий строительства, недолговечность строительных материалов и конструкций траншейных силосохранилищ; физическое разрушение, потеря прочности и устойчивости стен и днища силосохранилищ. Такие траншеи, построенные много лет назад, представляют большую опасность для окружающих грунтов и грунтовых вод, нарушая экологическую среду проживания людей и окружающую природу [120]. Поэтому разработка методов повышения надежности и эффективности функционирования производственных процессов приготовления и хранения кормов в траншейных силосохранилищах, направленных на повышение качества и сокращения потерь сельскохозяйственной продукции (кормов, а отсюда и молока и мяса), обеспечения экологической безопасности, является актуальной задачей и требует комплексного исследования. Технологии приготовления силоса в вакуумированных траншеях не нашли широкого применения, так как стандартную силосную траншею практически не возможно надежно загерметизировать, а непосредственный контакт кислого силоса с железобетонными стенами и днищем приводит к карбонизации железобетона, его разрушению и разгерметизации силосохранилищ. В этой связи актуальным и практически значимым является необходимость разработки новых технологий и средств механизации по развитию способа вакуумного уплотнения и хранения силосной массы. Разработанный технологический процесс приготовления и хранения силоса в мягких вакуумированных блоках из синтетических пленок в силосных траншеях не имеет указанных недостатков применяемых сегодня стандартных технологий приготовления и хранения силоса [102,103,104,107,118,120].

**Степень разработанности проблемы.** Большой вклад в изучение процессов силосования кормов внесли отечественные учёные. Технологiam производства силосованных кормов и путям повышения их эффективности посвящены работы П.С. Авраменко, Л.Г. Боярского, С.Н. Борычева, Н.В.Бышова, В.П. Горячкина, А.И. Завражнова, С.Я. Зафрена, Д.В. Иванова, А.П. Калашникова, М.Ю. Костенко,

В.А. Ксендзова, И.М. Павлова, Ю.Ф. Лачуга, С.В. Мельникова, В.Ф. Некрашевича, В.И. Особова, Н.И. Стрекозова, А.М. Семенихина, И.А. Успенского, Г.К. Рембаловича, В.И. Чинарова [3,16,28,44,48,50-54,56,58,71,74,75,84,90,91,94-101,103,118,120,124-126,132,133,140,141] и др. Теория «сахарного минимума» разработана профессором А. А. Зубрилиным и его сотрудниками в 1935-1937гг.[46-49]. Теоретические и практические вопросы становления и развития КФХ освещены в работах российских ученых-экономистов Ю.А. Андреева, В. Ф. Башмачникова, С.И. Грядова, И. И. Ершова, В.В.Кузнецова, М.Г.Мартынова, В.В.Милосердова, А.В.Петрикова, Г.К.Шмелева [37,41]. Анализ работ ученых показывает, что исследование этой важной проблемы представляет определенную трудность из-за отсутствия четких параметров определения численности скота, критериев и показателей эффективности различных типов фермерских хозяйств, технологий силосования кормов и оценки различного вида и типов силосохранилищ, недостаточной разработке методов повышения надежности и эффективности силосохранилищ для хранения кормов и сокращения потерь силоса крестьянских фермерских хозяйств. Таким образом, недостаточная разработанность теоретических и организационно-методических аспектов повышения надежности и эффективности функционирования производственных процессов приготовления и хранения кормов для крестьянских фермерских хозяйств в условиях интенсификации животноводства; обеспечение независимости от иностранных агропроизводителей, конкурентоспособность нашего АПК в современных условиях, актуальность и практическая значимость этих проблем обусловили выбор темы, постановку цели, задач и структуру диссертационного исследования.

**Цель исследования.** Целью диссертационного исследования является совершенствование технологического процесса приготовления и хранения силоса за счет разработки мягких вакуумированных блоков заглубленных силосных траншей.

**Объект исследования** – технологический процесс приготовления и хранения силоса в мягких вакуумированных блоках заглубленных силосных траншей.

**Предмет исследований** - закономерности технологического процесса приготовления и хранения силоса в мягких вакуумированных блоках заглубленных силосных траншей.

**Научная новизна** работы заключается в разработке технологического процесса приготовления и хранения силоса в мягких вакуумированных блоках заглубленных силосных траншей; теоретическом и экспериментальном обосновании параметров мягких вакуумированных блоков заглубленных силосных траншей; теоретическом и экспериментальном обосновании режимов вакуумирования мягких блоков при приготовлении силоса.

Новизна разработанных технологических и технических решений подтверждена патентами Российской Федерации на полезную модель:

№129768 «Устройство для силосования кормов»;

№136951 «Устройство для блочно-вакуумного силосования кормов»;

#### **Теоретическая и практическая значимость работы.**

Теоретическая значимость работы заключается:

- в разработке и теоретическом обосновании способа объемного уплотнения и хранения силосной массы в мягких вакуумированных блоках из синтетической пленки при помощи атмосферного и вакуумметрического давлений;

- в разработке методики расчета толщины синтетических оболочек-пленок для мягких вакуумированных блоков;

- в разработке методики расчета нагрузок и напряжений в стенах и днище силосной траншеи заглубленного типа для хранения вакуумированных мягких блоков с силосом, а также грунтового анкера якорного типа с использованием современных компьютерных программных комплексов «ПК-Лира и Мономах».

Практическую значимость работы составляют разработанный технологический процесс приготовления и хранения силоса в мягких вакуумированных блоках заглубленных силосных траншей; конструкция мягкого вакуумированного блока для приготовления и хранения силоса; рациональные параметры мягких блоков из синтетических пленок и режимы их вакуумирования; результаты оценки

приготовления силоса в мягких вакуумированных блоках заглубленных силосных траншей.

Предложенный технологический процесс и способ объемного вакуумного уплотнения позволяют:

- исключить осевую малоэффективную трамбовку силосной массы в траншее тракторами и все негативные явления, с этим связанные;
- интенсифицировать и управлять процессом молочнокислого приготовления силоса в вакуумной среде мягкого блока;
- снизить до минимума время заготовки силоса;
- минимизировать потери силосной массы при ее приготовлении, хранении и выемке;
- повысить качество приготовленного силоса;
- сократить затраты материалов и средств на сооружение силосохранилища, а разработкой и применением грунтовых анкеров - повысить прочность и долговечность силосохранилищ при строительстве и ремонте, тем самым повысить надежность и эффективность функционирования производственных процессов приготовления и хранения силоса в силосных траншеях.

По результатам исследований разработаны, изготовлены и испытаны в лабораторных и производственных условиях опытные образцы мягкого вакуумированного блока, грунтового анкера якорного типа, установки для перемещения, закрепления и испытания грунтовых анкеров.

**Методы исследований.** Методологическую основу исследований составили методы системного и структурного анализа, математической статистики и сравнительного эксперимента. Аналитическое описание технологических процессов выполнялось с использованием методов геотехники, теоретической механики, математического и компьютерного моделирования. Обработка результатов экспериментальных исследований проводилась на ЭВМ с использованием программных комплексов «ПК ЛИРА 9.6.», «ПК Мономах»), программ Excel, интегрированной системы Math Cad [127,132,140].

Экономическая эффективность предлагаемых разработок определялась по стандартной методике для научно-исследовательских работ и новой техники.

**Положения, выносимые на защиту:**

- разработанный технологический процесс приготовления и хранения силоса в мягких вакууммированных блоках силосных траншей и конструкция мягкого вакууммированного блока;
- результаты теоретического и экспериментального обоснования параметров мягких вакууммированных блоков заглубленных силосных траншей и режима вакууммирования мягких вакууммированных блоков при приготовлении и хранении силоса;
- результаты сравнительных исследований предлагаемого и существующего технологических процессов приготовления и хранении силоса в условиях производства;
- оценка технико-экономической эффективности использования технологического процесса приготовления и хранения силоса в мягких вакууммированных блоках силосных траншей.

**Достоверность результатов исследований.**

При проведении экспериментальных исследований использовались современные методики, приборы, установки. Результаты теоретических исследований в достаточной мере согласуются с полученными экспериментальными данными. Результаты, полученные в ходе выполнения работы, согласуются с результатами, опубликованными в независимых источниках по тематике исследования и прошли широкую апробацию в печати, на международных и всероссийских научно-практических конференциях.

**Реализация результатов исследований.**

Технологический процесс приготовления и хранения силоса в мягких вакууммированных блоках силосных траншей внедрен в производственную деятельность ведущего хозяйства Рязанского АПК - ООО «Авангард» Рязанского района, Рязанской области, производственные испытания показали высокую эффективность применения мягких вакууммированных блоков при приготовлении

силоса - получен кукурузный силос 1 класса. Результаты научной работы по совершенствованию силосных траншей, в том числе анкерные крепления стен заглубленных силосных траншей, внедрены в производственную деятельность ОАО Проектный институт «Рязаньагропромспецпроект».

**Вклад автора в решение научно-технических задач** состоит в разработке технологического процесса приготовления и хранения силоса, конструкции мягких вакууммированных блоков заглубленных силосных траншей, проведении теоретических и экспериментальных исследований, обработке и интерпретации полученных результатов, написании статей и оформлении патентных заявок.

**Апробация работы.** Основные положения диссертации докладывались и одобрены на научных и научно-практических конференциях МГОУ, МАМИ, РГАТУ (2011-14 гг.), межвузовских научно-технических конференциях студентов, молодых ученых и специалистов «Новые технологии в учебном процессе и производстве» МГОУ, Рязань, 2012-15 гг. Теоретические и экспериментальные положения диссертации обсуждались и докладывались автором на заседаниях кафедры «Механизация животноводства» инженерного факультета ФГБОУ ВО РГАТУ имени П.А. Костычева; на 63-ей научно - практической конференции «Инновационные направления и методы реализации научных исследований в агроинженерии». Международной научно-практической конференции «Мелиорация в России - традиции и современность», направление «Экология и охрана окружающей среды» - Экологические аспекты современного строительства и эксплуатации траншейных силосохранилищ (Москва, 2012 г. Университет Природообустройства); Всероссийской научно-практической конференции «Повышение эффективности строительного производства на основе новых материалов и инновационных технологий». Рязань, декабрь 2013 г.

**Публикации.** По теме диссертации опубликовано 9 печатных работ объемом 10,52 п. л., в том числе авторских – 6,47 п. л., из которых 2 – в изданиях, рекомендованных ВАК, два патента РФ на полезную модель, одна монография объемом 8,44 п. л., в том числе авторских – 4,5 п. л.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка использованных источников из 155 наименований и приложений. Работа изложена на 142 страницах, содержит 49 рисунков, 9 таблиц, 18 приложений.

Работа проверена системой «Антиплагиат РГБ» Федерального государственного бюджетного учреждения «Российская государственная библиотека» (ФГБУ «РГБ») признана оригинальной (94,24%) с выдачей «Заключения об оригинальности №2014-0475-11».

## **1 АНАЛИЗ СПОСОБОВ И СРЕДСТВ ПРИГОТОВЛЕНИЯ И ХРАНЕНИЯ СИЛОСА.**

### **1.1 Использование силоса в кормлении крупного рогатого скота**

В соответствии с ОСТ 10 202-97 Силос из зеленых растений [93] - силосование - биологический метод консервирования трав, зеленых растений и некоторых других кормов, основанный на сквашивании силосуемой массы, с помощью уплотнения и образующейся при брожении молочной кислотой, при тщательной изоляции массы от доступа воздуха [32,34,62,88,92,93,111,129,131,152]. Силос готовят из измельченного свежескошенного или провяленного растительного сырья, убранного в оптимальные фазы вегетации, путем загрузки массы в силосохранилище, ее разравнивания, трамбовки и укрытия с целью герметизации от доступа воздуха. Для силосования используются растения, специально высеваемые для приготовления силоса (кукуруза, подсолнечник, горох, люпин, бобово-злаковые смеси трав, сорго, суданка, озимый рапс, соя, топинамбур, кормовая капуста и др.); дикорастущие травы, кроме вредных и ядовитых. В зависимости от силосуемого сырья различают виды силоса: кукурузный, подсолнечный, из бобово-злаковых трав и их смесей, из сорго и других растений, комбинированный силос. Преимущество силосования заключается в том, что качественный силос почти не отличается от зеленой травы по биологической ценности и питательности [9,88,152]. Необходимо отметить важнейшую роль кислорода в различные периоды силосования - благодаря начальному потреблению кислорода растениями и бактериями, содержащимися в силосуемой массе, и его отсутствию в процессе хранения. Химический состав и кормовая ценность различных силосов приведены в таблице 1.1 [16,20,22,38,39, 57,58,70,71, 129,130,144].

Процесс силосования известен с давних времен. По сведениям Мак-Дональда [72] корм, полученный в результате молочнокислого силосования, называют силосом (от испанского *silos*, в переводе на русский - «колодец или яма в земле для хранения зерна»). Археологические исследования, проведенные в Карфагене

указывают на то, что еще 1500–1000 лет до н.э. силос был известен и применялся. А в Европе силосование кормов использовалось уже в 100 г. н.э. Наибольшее распространение консервация кормов получила в XIX веке.

Таблица 1.1- Химический состав и кормовая ценность различных силосов

| Силос                                       | Сухое<br>вещ-во<br><br>, % | Сырой<br>протеин<br><br>, % | Перева-<br>ривае-<br>мый<br>протеин,<br>% | Жир<br><br>% | Клет-<br>чатка,<br><br>% | pH  | Каротин,<br><br>мг |
|---------------------------------------------|----------------------------|-----------------------------|-------------------------------------------|--------------|--------------------------|-----|--------------------|
| Кукурузный, без добавок                     | 22,7                       | 9,8                         | 7,3                                       | 4,3          | 27,9                     | 3,9 | 103                |
| Кукурузный, с горчичным<br>жмыхом           | 25,9                       | 13,2                        | 10,5                                      | 5,1          | 26,9                     | 4,2 | 117                |
| Кукурузный, с соломой и<br>поваренной солью | 26,1                       | 10,6                        | 7,9                                       | 4,2          | 28,5                     | 4,1 | 105                |
| Из смеси однолетних трав<br>без добавок     | 27,4                       | 12,1                        | 9,2                                       | 4,1          | 26,8                     | 4,1 | 112                |
| Из смеси однолетних трав<br>с бентонитом    | 30,2                       | 14,4                        | 10,9                                      | 4            | 25,7                     | 4,2 | 127                |

Из данных таблицы 1.1. видно, что кукурузный силос с горчичным жмыхом и силос из смеси однолетних трав с бентонитом наиболее качественны по химическому составу и имеют высокую кормовую ценность, поэтому они получили наибольшее распространение.

Для жизнедеятельности крупного рогатого скота важно не только количество, но и качество корма, т.е. ценность, которая определяется содержанием в нем питательных веществ. Естественные пастбища - основной источник корма для скота, который обеспечивает около 70% летней потребности в зеленом корме. Пастбищный период в Рязанской области в среднем составляет около 137 дней, в это время удои составляют до 65% годового удоя молока, примерно по 15-20 кг молока в сутки от высокоудойных коров. Особенно важно сохранить поголовье животных и не допускать снижения их массы в зимний период, который составляет в Рязанской области около 210 дней. Примерная схема рационов для

коров при силосно-концентратном содержании приведена в таблице 1.2 [16,22,28, 38, 39, 57,58,108,121,130,144,145,146,152,155].

Таблица 1.2 - Примерная схема рационов для коров при силосно- концентратном содержании.

| Корма              | Примерный состав рациона |                                               |       |       |       |       |               |
|--------------------|--------------------------|-----------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|---------------|
|                    | Для<br>стельных<br>коров | Для дойных коров при среднесуточном удое, кг. |       |       |       |       |               |
|                    |                          | 15-19                                         | 20-24 | 25-29 | 30-34 | 35-39 | 40 и<br>более |
| Сено злако-бобовое | 8                        | 3                                             | 3     | 3     | 3     | 3     | 3             |
| Силос разнотравный | 10                       | 16                                            | 16    | 18    | 18    | 20    | 20            |
| Комбикорм          | 3,5                      | 5                                             | 7     | 9     | 11    | 13    | 14            |
| Жом свекловичный,  | 1,5                      | 1,5                                           | 2     | 2,5   | 3     | 3,5   | 3,5           |
| Патока кормовая    | 1                        | 1                                             | 1     | 1,2   | 1,2   | 1,5   | 1,5           |
| Поваренная соль    | 0,05                     | 0,07                                          | 0,075 | 0,075 | 0,075 | 0,1   | 0,1           |

Из данных таблицы 1.2. видно, что силос один из важнейших компонентов в кормлении крупного рогатого скота и чем выше среднесуточный удой, тем больше качественного силоса должно быть в их рационе.

## **1.2 Анализ технологического процесса приготовления и хранения силоса в силосохранилище**

Типовой технологический процесс приготовления силоса из зеленых растений включает всю сумму рабочих операций, превращающих зеленую массу в силосованный корм соответствующего качества по ОСТ 10-202-97 [32,33,88]. На рисунке 1.1 показана схема типового технологического процесса приготовления кукурузного силоса в стандартных силосных траншеях. Она состоит из: уборки и измельчения зеленой массы; ее транспортирования к месту укладки [142]; взвешивания; выгрузки на площадку у силосохранилища; укладки соломы на дно траншеи; послойной загрузки, разравнивания и уплотнения зеленой массы; отвозки силосного сока из сокосборника; герметизации силосной массы, укрытие верхнего слоя силосуемой массы пленкой; утепление верхнего слоя от

промерзания, прижатие слоем земли, тюками соломы и покрышками; контроль температуры силоса; периодической проверки герметичности укрытия в процессе хранения и устранение обнаруженных повреждений; выгрузки силоса из траншеи и погрузка его в транспортные средства; доставка силоса в кормоцех и к местам скармливания животным.

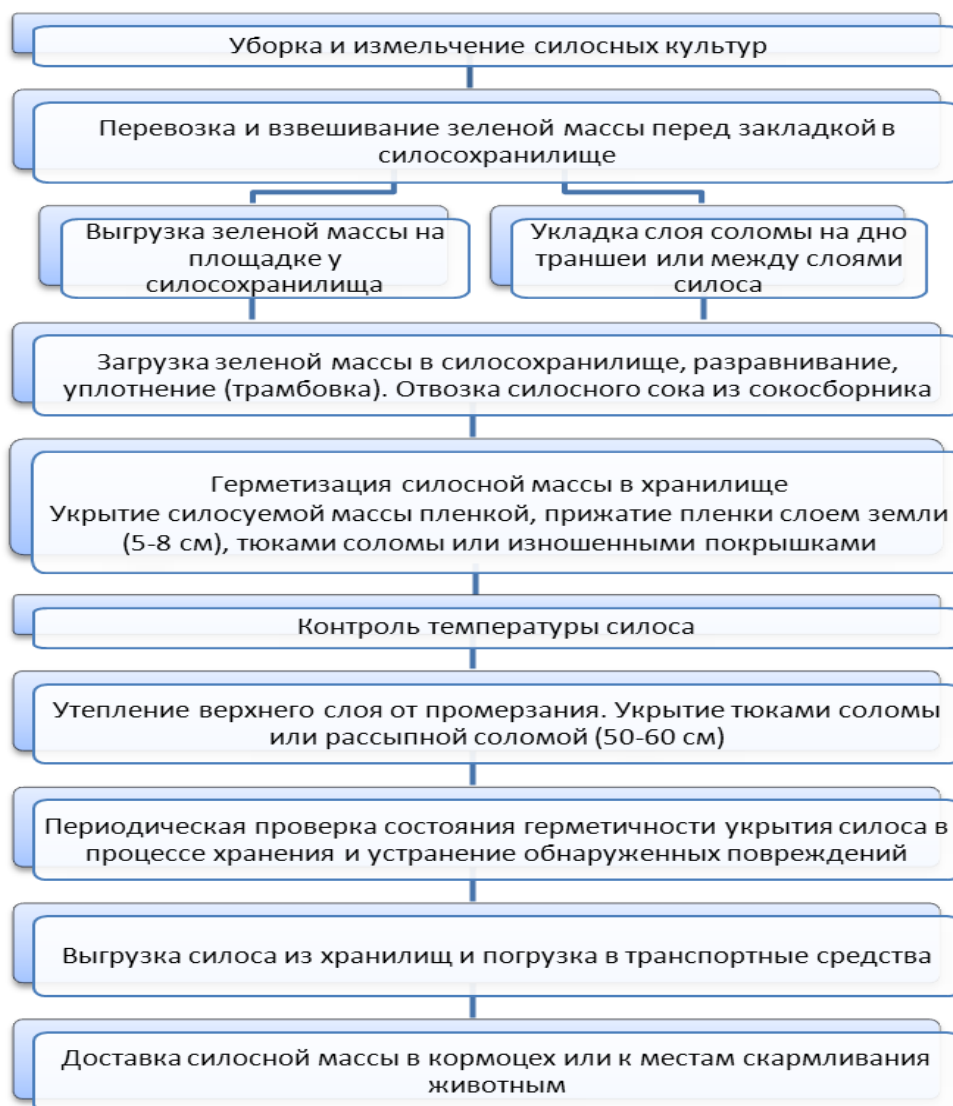


Рисунок 1.1 - Схема типового технологического процесса приготовления кукурузного силоса в стандартных силосных траншеях

Для приготовления качественного силоса необходима быстрая загрузка в силосную траншею зеленой массы, её уплотнение, укрытие и герметизация. Одновременно закладываемый в траншею слой силосуемой массы должен быть не менее 0,8 м. А время загрузки стандартной траншеи высотой до 3,5 м должно составлять не более 5 дней. Зеленую массу доставляют с поля, от

силосоуборочного комбайна транспортом, разгружают на специальной площадке на въезде в траншею. Заезд транспортных средств на силосуемую массу не допускается. Силосуемая масса разравнивается и уплотняется круглосуточно тракторами, с удельным давлением на поверхность силосной массы 0,04-0,08 МПа ( $0,4-0,8 \text{ кгс/см}^2$ ), со скоростью движения не более 8 км/ч. Температура закладываемой массы должна контролироваться и при ее повышении свыше  $37^\circ\text{C}$  время уплотнения должно быть увеличено. Нагрузка на один трактор 3 т не должна превышать 150 т в сутки. Плотность силосуемой массы зависит от степени измельчения, влажности и должна быть для: кукурузы молочно-восковой спелости -  $600-700 \text{ кг/м}^3$ , кукурузы восковой спелости с початками  $750-800 \text{ кг/м}^3$ . Применение консервантов позволяет снизить потери силоса и повысить его качество. После закладки силосной массы она закрывается силосной пленкой для герметизации и защиты от атмосферных осадков. В качестве защиты от грызунов на силосную пленку насыпают слой извести (пушонки). Задержка изоляции на 2-3 суток увеличивает общие потери примерно на 8 % за счет плесени, гниения верхних слоев и перегрева массы внутри. В Рязанской области для защиты от промерзания силосная траншея укрывается слоем 50-60 см прессованной соломы и обваловывается грунтом. Процесс силосования зеленой массы с высокой влажностью сопровождается выделением силосного сока до 15 % от объема силосуемой массы. В конструкции траншеи предусмотрен уклон днища не менее 0,01 в сторону сокоборника, объемом не менее 2 % от количества силосуемой массы в траншее. Период вытекания сока может составлять от 10 до 15 дней. Предусматривается ежедневная отвозка сока цистернами. После вытекания силосного сока, происходит усадка (угар) силосной массы, плотность которой увеличивается на 12-15% [59,60,88]. Главной проблемой силосования является воздухоизоляция и поддержание анаэробных условий. При открывании хранилища для кормления животных открывается доступ кислорода и начинается вторичная ферментация. Поэтому необходимо минимизировать доступ воздуха в период эксплуатации хранилища. Толщина вынимаемого за день слоя силоса

должна быть не менее 30 см по всей глубине траншеи, а срез должен быть гладким, чтобы избежать вторичной ферментации [3,9,18,44,45,46,65,66,70,88].

Только в последние 50 лет выработано четкое понимание микробиологии и химии процессов силосования. Для силосования разных растений требуется различное количество сахаров. Профессором А.А. Зубрилиным было предложено разделить по способности к силосованию все растения на три группы: легкосилосующиеся, трудносилосующиеся и несилосующиеся [46-49]. Кукуруза, овес зеленый, сорго, райграс, морковь и ботва свеклы, озимая рожь и пшеница, подсолнечник, горох, клубни картофеля, бахчевые корнеплоды, относятся к легкосилосующимся растениям, с содержанием сахара совпадающего с установленной величиной сахарного минимума или несколько выше его. При избытке сахара в 2-3 раза выше минимума происходит перекисление силоса до pH 3,6—3,7. Трудносилосующиеся растения, такие как люцерна, вика, лебеда, клевер красный и белый, донник, осока, люпин синий, имеют ограниченный запас сахара и их необходимо силосовать с добавкой легкосилосующихся растений в соотношении 1:1. А растения, такие как молодая пастбищная трава, лопух, рожь после колошения, крапива, соя, относятся к несилосующимся растениям, у которых содержание сахара ниже установленного минимума. Эти растения закладываются с легкосилосующимися в соотношении 1:2 [88].

Силосная масса должна иметь оптимальную влажность от 60 до 70 %. Для этого скошенные растения проявляют для уменьшения количества сока и, в конечном итоге, от потерь питательных веществ при силосовании. Растения свежескошенные без проявливании допускаются к силосованию в отдельных случаях, если погодные условия не позволяют его выполнить. Параметры зеленой массы для приготовления силоса, приведены в таблице 1.3 [88,144].

Измельчение силосной массы производится до размера частиц 5-10 мм, в зависимости от её влажности [15,88]. Плотность силосуемой массы, доставляемой транспортом, составляет 250-300 кг/м<sup>3</sup>, а после уплотнения в траншее достигает 500-650 кг/м<sup>3</sup> в зависимости от вида силоса и механизмов уплотнения [59,60,88].

Таблица 1.3 - Требования к качеству зеленой массы при заготовке силоса

| Вид сырья                                       | Концентрация в 1 кг натурального корма |     |     |                     |      |      | Массовая доля сырого протеина в сухом веществе, %, не менее |    |    |
|-------------------------------------------------|----------------------------------------|-----|-----|---------------------|------|------|-------------------------------------------------------------|----|----|
|                                                 | обменная энергия, МДж, не менее        |     |     | корм. ед., не менее |      |      |                                                             |    |    |
|                                                 | Класс качества                         |     |     |                     |      |      |                                                             |    |    |
|                                                 | 1                                      | 2   | 3   | 1                   | 2    | 3    | 1                                                           | 2  | 3  |
| 1                                               | 2                                      | 3   | 4   | 5                   | 6    | 7    | 8                                                           | 9  | 10 |
| При заготовке силоса                            |                                        |     |     |                     |      |      |                                                             |    |    |
| Многолетние травы, злаковые и бобово-злаковые   | 10                                     | 9,5 | 9,0 | 0,85                | 0,80 | 0,75 | 5                                                           | 13 | 11 |
| Однолетние травы, бобово-злаковые               | 10                                     | 9,0 | 8,5 | 0,80                | 0,75 | 0,70 | 14                                                          | 12 | 10 |
| Однолетние травы, злаковые                      | 9                                      | 8,0 | 8,0 | 0,75                | 0,70 | 0,70 | 12                                                          | 10 | 10 |
| Подсолнечник, сорго, другие растения и их смеси | 8,5                                    | 8,0 | 8,0 | 0,70                | 0,65 | 0,65 | 10                                                          | 8  | 8  |

Из данных таблицы 1.3. видно, что силос первого класса из многолетних трав, злаковых и бобово-злаковых растений имеет самые высокие показатели обменной энергии, кормовых единиц и массовой доли сырого протеина в сухом веществе на один килограмм натурального корма.

По качеству силос подразделяется на три класса в зависимости от вида и зоны возделывания растительной массы (таблица 1.3). Питательность 1 кг сухого вещества силоса 8,3-10 МДж обменной энергии или 0,55-0,72 кормовых единиц в зависимости от класса силоса. При заготовке силоса необходимо обеспечивать определенный температурный режим, т.к. при самонагревании корма до 50°C, теряется до 20% корм, ед., а при горячем силосовании до 40% корм. ед., что наблюдается при медленной загрузке хранилища или наземном силосовании в буртах. Поэтому с целью предупреждения разогревания силосуемой массы необходимо процесс силосования заканчивать за 3—4 дня; хорошо изолировать силосуемую массу от доступа воздуха, укрывать полиэтиленовой пленкой [3, 9, 14,16, 44,45,53,62,64,107,132,133].

Через 3-4 недели после закладки силос готов к употреблению. В это время проводят анализ качества силоса. Силос первого класса с рН 3,9-4,2 должен содержаться до 1,5 % свободных кислот (в основном молочной, меньше - уксусной) и соответствовать требованиям ОСТ 10 202-97. Основные физико-механические свойства кормов приведены в таблице 1.4.

Таблица 1.4. - Основные физико-механические свойства кормов

| Вид корма                                 | Способ хранения | Размеры частиц измельченной массы, мм | Влажность, % | Плотность кормов в хранилище кг/м <sup>3</sup> |
|-------------------------------------------|-----------------|---------------------------------------|--------------|------------------------------------------------|
| 1                                         | 2               | 3                                     | 4            | 5                                              |
| <b>Силос</b>                              |                 |                                       |              |                                                |
| Из кукурузы молочно-восковой спелости     | В траншеях      | До 10                                 | 70-75        | 800                                            |
|                                           | То же           | До 30                                 | 70-75        | 750                                            |
| Из кукурузы восковой спелости с початками | « - »           | До 10,<br>дробление зерна 95 %        | 60-70        | 850                                            |
| Из однолетних и многолетних трав          | « - »           | До 30                                 | 80-75        | 800                                            |

Из данных таблицы 1.4. видно, что лучшими физико-механическими свойствами обладает силос из кукурузы восковой спелости [130,153,155].

Из проведенного анализа технологического процесса силосования следует, что к процессу силосования предъявляются определенные требования, которые зависят от вида силосуемой культуры, процессов доставки, выгрузки, закладки силосуемой массы, процесса силосования и хранения готового корма.

### 1.3 Анализ способов и средств механизации приготовления силосуемых кормов

Кроме силосования и хранения силоса в траншеях, корм приготавливают и хранят в скирдах уложенных в мешки из синтетической пленки, башнях, силосных ямах или прессованием растительной массы в рулоны обернутые

полиэтиленом. Время заготовки кормов из трав планируется по мере их созревания, используя разносрокковые сорта. Скашивают луга до высоты 8-10 см, чтобы избежать попадания почвы в травяную массу и обеспечить чистоту и гигиеничность корма. Силосная масса не должна содержать машинного масла, поэтому необходима тщательная настройка техники. Если транспорт при перевозке не оборудован повышенными бортами и сетками, то это дополнительно приводит к потерям зеленой массы до 12 % [71,74,80,141,142].

При проектировании хранилища кормов предусматривается механизация всего процесса приготовления и хранения силоса в силосохранилище от транспортирования силосной массы от места заготовки, загрузки ее в силосохранилище, уплотнения, укрытия, до хранения, выгрузки из хранилища и доставке к месту кормления скота. Выбор машин и оборудования выполняется в соответствии с их техническими характеристиками и технико-экономическими показателями. Производительность оборудования и отдельных машин зависит от количества корма для кормления расчетного количества голов скота, технологии приготовления кормов, вместимости силосохранилищ, необходимых темпов их загрузки с учетом эффективности используемых механизированных средств. Коэффициент готовности машин и оборудования необходимо предусматривать не ниже 0,9.

Для уборки на силос и одновременного измельчения кукурузы и других культур, а также погрузки в транспорт или подборки из валков провяленных трав с их измельчением и погрузкой в транспорт, используются комбайны силосоуборочные КСК-100А, ДОН-680, КС-1,8 «Вихрь» и кормоуборочный комплекс «Полесье», косилка-измельчитель прицепная КИР-1.5Б с бункером вместимостью 4,5м<sup>3</sup>. К месту хранения измельченную массу перевозят на тракторных прицепных тележках или на автотранспорте [3,45,65,66,71, 126].

Для выемки силоса из траншей в стандартных технологиях применяются грейферные и фронтальные погрузчики ПЭ-0,8Б; ПЭА-Ф-10А; ПКУ-0,8; СНУ-550, имеющие существенный недостаток - разрыхление среза остающегося в хранилище корма, что ведет к вторичной ферментации и снижению

питательности корма на 8...13%, увеличенному содержанию аммиака в 2,5...3 раза [94]. В связи с этим для выемки силосной массы из силосных траншей применяется способ блочной выемки силоса путем вырезания порций в виде прямоугольных призм, который широко применяется в странах Западной Европы. В качестве импортзамещения западной техники и технологии используется разработанный российскими учеными во главе с д.т.н, профессором И.М. Павловым способ блочной выемки консервированных кормов [94-101] и устройство для отрезания и погрузки силоса и сенажа (Патент РФ на изобретение № 2216913, 2003, Бюл. № 33). На рисунках 1.2а, б, в показаны общий вид, выгрузка и транспортирование силоса агрегатом-комплексом.



а)



б)



в)

Рисунок 1.2 а, б, в – Общий вид, выгрузка и транспортирование силоса агрегатом-комплексом.

Работа резчиком заключается во вбивании вил в призму силоса, вырезке трёх сторон блока, поднятии его вверх и транспортировке к местам кормления животных. При вертикальной отрезке слоя и выгрузке силоса из траншеи образуется гладкая поверхность среза, которая препятствует вторичной ферментации, т.е. проникновению воздуха внутрь силосной массы и тем самым защищает ее от гниения и потерь. Применение данного способа обеспечивает повышение уровня механизации погрузочно-разгрузочных работ, качество кормов, снижение себестоимости и потерь силоса. Создается возможность кормления животных несколькими видами силоса, например, кукурузы, травы (блоки силоса при установке могут чередоваться); а также возможность индивидуальной дозировки, как количества, так и вида кормов.

#### **1.4 Анализ типов, конструкций и технологий приготовления и хранения силоса в силосохранилищах.**

Современные силосохранилища подразделяются на горизонтальные и вертикальные. К горизонтальным относятся курганы, бурты, силосные траншеи. К вертикальным хранилищам относятся наземные и полузаглубленные круглые или многоугольной башни [64,107]. В настоящее время используются три основных вида хранилищ для приготовления и хранения силосованных кормов: наземные, траншейные и башенные. Силосование в курганах и буртах выполняется в грунтах, где уровень грунтовых вод находится близко к поверхности земли. Их основной недостаток — очень большие потери силоса (до 40 %). Основные типы силосохранилищ приведены на рисунке 1.3.

Силосные ямы (рисунок 1.3а) используются для приготовления и хранения небольшого количества силоса и бывают полузаглубленными или полностью заглубленными на глубину 2,0—4,2 м. Обычно в форме круга диаметром от 2,5 до 4,2 м или правильного многоугольника. При механизированной загрузке и выгрузке силоса глубина ям может быть до 5- 6 м и более, с диаметром до 6,5-7 м. Для укрытия от атмосферных осадков и промерзания над ними устраивают специальные укрытия.

Буртами (рисунок 1.3б) называются наземные хранилища кормов, которые не имеют специальных ограждающих стен, где силосная масса уложена в обыкновенную утрамбованную и утепленную соломой, камышом и другими местными материалами кучу, покрытую глиняной замазкой. Силосование в буртах часто выполняют между скирдами прессованной соломы, которые выполняют роль ограждений буртов. Экономические затраты на устройство буртов незначительны, но при этом происходят большие потери корма при хранении, из-за невозможности создания герметичности бурта и свободного доступа воздуха. Поэтому использование буртов это временная мера при недостатке другого вида силосохранилищ.

Практика передовых современных хозяйств и научные исследования по приготовлению и хранению силосованных кормов показывают, что для



а) силосная яма,  
потери силоса 20 -25 %



б) бурты и курганы,  
потери силоса 30-40%



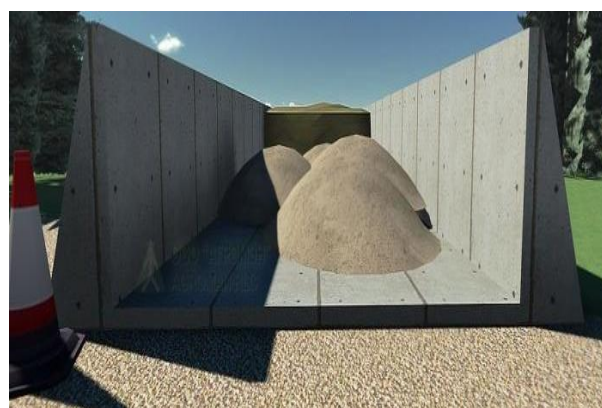
в) силосные башни,  
потери силоса 5-8%



г) силосные рукава (Беларусь).  
Технология Ag Bag, потери силоса 3-5%



д) пленочные рулоны  
(в основном для сенажа)



е) силосная траншея,  
потери силоса 10-14%

Рисунок 1.3 – Типы хранилищ силоса: а-силосные ямы; б-бурты и курганы; в-силосные башни; г - силосные рукава; д-пленочные рулоны; е- силосные траншеи

уменьшения потерь при приготовлении и хранении силоса и улучшения его качества и, как следствие, снижения себестоимости кормовых единиц, необходимо готовить и хранить силос в капитальных облицованных траншеях шириной 6 - 30 м, глубиной до 3,5 м. и длиной более чем в 2 раза больше их ширины, отказавшись от открытого силосования в ямах и буртах. Стены силосных траншей выполняются кирпичными, каменными, деревянными (из досок и пластин), бетонными. Дно траншей - цементная стяжка по втрамбованному в грунт щебню.

Силосные башни (рисунок 1.3в) устраиваются наземными или частично заглубленными, в виде цилиндра с диаметром от 4 до 7 м, высотой от 6 до 14 м.. Башенные силосохранилища наиболее эффективны, но их строительство и эксплуатация дороги, усложнен процесс выгрузки и загрузки силосной массы в башню. Вместимость башен от 420 до 4200 м<sup>3</sup>. Выпускается башня типа БС-9,15. Сегодняшние силосные башни представляют собой вертикальные цистерны из сборного железобетона, алюминия, стали или стекловолокна, которые монтируются целыми корпусами и батареями. В них силосная масса закачивается под давлением, за температурой в них следят специальные датчики, а процессы силосования регулируются добавлением специальных культур, бактерий или химикатов, обслуживают их десятки специалистов. Преимущества башен в возможности полной механизации и автоматизации и использования малой площади участка для их строительства. Кроме их стоимости, к недостаткам башен, относят низкую производительность при загрузке и выгрузке силоса. Потери силоса в башнях составляют 5-8%, а питательных веществ до 12%. В России их используют в основном для хранения сенажа, а не для силоса, так как в башнях он промерзает и примерзает к стенам башни [14,61,64,68,74,75,109,147].

Заготовка кормов в рукава - технология Ag Bag [42,69] (рисунок 1.3г) – современный способ приготовления и хранения кормов непосредственно в поле, который создает возможности сохранения их полезных свойства. С развитием современных технических средств стало возможным прессование и упаковка в рулоны и силосование в полиэтиленовые рукава [42,50-53,124,128,129]. По этой

технологии заготавливают кормовое зерно, кукурузу, кукурузный и сорговый силос, сенаж из однолетних и многолетних трав. Благодаря быстрому прекращению доступа воздуха в рукав, уплотнению силосной массы создаются оптимальные условия для силосования (холодное брожение), низкие потери силоса и его качества. А с учетом добавок консервантов качественный корм может храниться до 1,5 лет. Технология Ag Bag эффективна для крупных хозяйств, но, если имеются силосные траншеи, ее использование неэкономично. Процесс приготовления силоса выполняется в следующей последовательности: силосная масса транспортом доставляется к силосному прессу (баггеру) и выгружается на складочный стол, а далее транспортером подается на ротор для прессования, который уплотняет, прессует силосную массу и укладывает ее в полимерный рукав. После набивки мешка он сразу герметизируется. По мере надобности свежий корм извлекается для кормления животных. В большинстве территорий России почва глинистая и в осенний период, от 3 до 5 месяцев, дороги размыты, вследствие чего проехать до рукавов находящихся в поле очень сложно. Кроме этого, себестоимость силоса в траншее меньше, чем в рулонах за счет стоимости одноразового рукава, силосного пресса и консервантов и т.д. Стоимость силосного пресса около 4 млн. руб. срок окупаемости его не менее 4-5 лет, в зависимости от объемов заготовки кормов. Рукава одноразовые - стоимостью 400-500 евро, легко прогрызаются грызунами, в результате этого в корм попадает воздух, он гниет и портится. Не решены вопросы сокоудаления. Рукава не имеют специального утепления, корм промерзает и становится непригодным, поэтому в условиях Российских холодных зим более эффективен способ приготовления и хранения силоса в траншейных силосохранилищах, которых у нас более 90% из всех имеющихся силосохранилищ. Преимущества хранилищ траншейного типа состоят в том, что для их строительства широко используются местные строительные материалы и доступные механизмы, с помощью которых выполняется загрузка, уплотнение силосной массы и выгрузка силоса [60-64,79,84,87,88,107,125]. Основным преимуществом силосных траншей является их низкая стоимость и простота строительства. Силосные траншеи

проектируют наземными, полузаглубленными и заглубленным (рисунок 1.4). Наиболее распространенным типом силосных сооружений являются наземные траншеи, которые строятся на любых грунтах, с малым объемом земляных работ, имеют упрощенную выгрузку корма из хранилища. Конструкция стен вертикальная или с наклоном 1: 10 от вертикали во внешнюю сторону. Уровень днища траншей должен быть выше отметки поверхности грунта на 0,15- 0,2 м с уклоном 0,01 к приямкам для сбора силосного сока [120]. После закладки силоса торцы траншей закрываются деревянными щитами и тюками прессованной соломы. Для строительства траншей применяют железобетонные сборные плиты размером 1500х3000 мм и треугольные контрфорсы для монтажа плит (рисунок 1.4), что позволяет вести их строительство индустриальными методами, сокращать продолжительность работ, стоимость и трудоемкость. В проекте наземной траншеи разработанному ЦНИПТИМЭЖ (г. Запорожье) не используются контрфорсы, они заменены насыпным уплотненным грунтом и анкерными креплениями для поддержания железобетонных стеновых плит, которые закрепляются анкерами с помощью стальных растяжек и бетонных или металлических столбиков. Такая конструкция позволяет экономить строительные материалы, повысить уровень производства и механизацию строительных работ, сократить стоимость строительства. В полузаглубленных траншеях днище располагается ниже уровня грунта не более чем на половину высоты траншеи, а в заглубленных - на половину и более высоты силосной траншеи. Дно траншеи должно отстоять от поверхности грунтовых вод не менее чем на 0,5 м. Для строительства этого вида траншей используют те же способы и материалы, что и для строительства наземных траншей. Для уменьшения активного давления грунта на стены траншей они выполняются с наклоном к вертикали. Основным недостатком технологии приготовления и хранения силоса в траншеях, является тракторное уплотнение закладываемой в траншею силосной массы (то есть динамической нагрузкой), так как в силу упругих свойств силосной массы, после каждого прохода и уплотнения трактором, она восстанавливает свой объем и

разуплотняется, в нее снова всасывается большое количество наружного воздуха [59,60,65,111,149150].

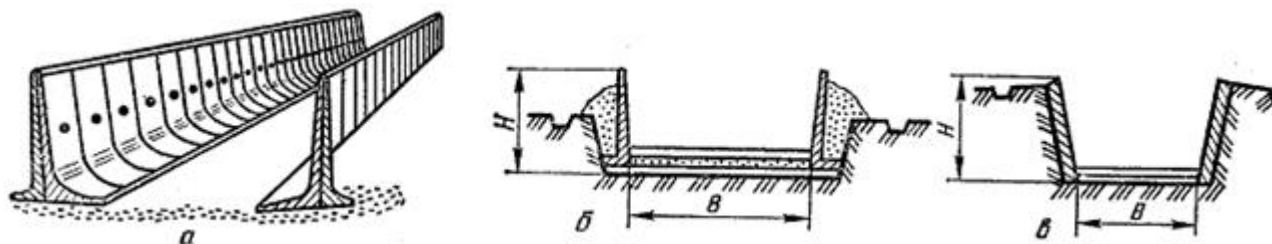


Рисунок 1.4 - Силосные траншеи: а — наземная; б — полузаглубленная; в-заглубленная; Н — высота траншеи; В — ширина траншеи.

В результате, в процессе закладки и уплотнения тракторами силосной массы в траншейном силосохранилище, кислород постоянно поступает в ранее уплотненную силосную массу, что влечет за собой возобновление деятельности аэробных бактерий и торможение процесса молочнокислого брожения, который должен происходить в анаэробных условиях. Температура силосной массы в процессе брожения повышается и может сохраняться долгое время (до 2 месяцев), что приводит к снижению качества и энергетической ценности корма. Силосование кормов в траншейных силосохранилищах по существующим технологиям имеет ряд недостатков, главным из которых являются существенные потери силоса. В результате многолетнего опыта эксплуатации траншейных силосохранилищ известно, что потери силоса в среднем составляют 10-14% от общего объема заложенных на хранение в силосохранилище. В АПК Рязанской области в 2015 году было заготовлено кормов для животноводства: 398 тыс. тонн сенажа и 790 тыс. тонн силоса. Все это необходимо было сохранить и эффективно использовать для кормления КРС. Многие хозяйства Рязанской области теряют до 30-40% кормов и даже более, из-за неправильной закладки, хранения и выемки силоса из силосохранилища. По данным ФГБУ Спеццентрчет в АПК в Рязанской области, рыночная цена силоса 1 класса доходит до 3 тыс. рублей за тонну, т.е. потери силоса могут составить около 12 млн. рублей. Это огромные потери кормов не только в денежном выражении, но и потери молока, мяса и труда сельхозпроизводителей [78,81].

Переход в ближайшие годы на новые технологии силосования кормов, которые разрабатываются в последние годы за рубежом, является сложной задачей из-за их высокой стоимости, необходимости использования комплекса специальных машин и новых материалов. Поэтому сегодня в АПК России особенно важен и актуален поиск не дорогих, простых по технологическим решениям и эффективных способов и технологий приготовления и хранения силоса в существующих траншейных силосохранилищах, в основном направленных на снижение воздухообмена в хранилищах в процессе брожения корма и создания условий для развития в силосуемой массе молочнокислого брожения, недопущения плесени и бактерий уксуснокислого брожения, что возможно лишь при прекращении доступа кислорода воздуха в силосную массу силосохранилища, т.е. создание безвоздушной среды – вакуума [113]. Что и является основной целью создания разработанной в диссертации технологического процесса приготовления и хранения силоса в мягких вакуумированных блоках заглубленных силосных траншей [118].

### **1.5 Анализ выполненных исследований по эффективному приготовлению и хранению силоса и причин потерь силоса из кукурузы**

Кукуруза имеет высокую урожайность и легко силосуется, поэтому силос из кукурузы занимает ведущее место в кормопроизводстве. В силосной массе из кукурузы много легкопереваримых сахаров от 3 до 4,5 %, а ее малая буферная емкость создает условия для быстрого подкисления корма при силосовании. В период молочно-восковой спелости она содержит до 0,29 к. ед. (2,6 МДж обменной энергии) и до 21г перевариваемого протеина. Эффективность использования кукурузного силоса для рационального кормления крупного рогатого скота отражена в работах Л.Г. Боярского, А. П. Калашникова, И. И. Филатова [16,56-58,144]. Отмечается, что силосные рационы не оказывают негативного влияния на здоровье и воспроизводительную способность животных, обеспечивают высокую молочную продуктивность коров. В большинстве стран мира кукурузный силос сохраняет основное место в кормлении крупного рогатого

скота. Так в США ежегодно заготавливается до 102 млн. тонн кукурузного силоса и только 58 млн. тонн силоса из трав [27,124-126]. Большой вклад в развитие теоретических вопросов силосования внесли советские ученые А. А. Зубрилин [46-49], С. Я. Зафрен [44]. В основе современной технологии силосования кормов в России лежит теория о сахарном минимуме, разработанная профессором А. А. Зубрилиным с сотрудниками в 1935-1937 гг. Он писал: «Под сахарным минимумом мы понимаем такой процент сахара в растении, который необходим для накопления молочной кислоты в количестве, обеспечивающем смещение рН силоса до 4,2 при данной буферности исходного сырья» [46,49]. Он предложил разделить растения разных видов по степени силосуемости на: легкосилосующиеся, трудносилосующиеся и несилосующиеся. Кукуруза относится к группе легкосилосующихся растений. В результате теоретических исследований разработаны способы приготовления различных видов силоса. Большой вклад в науку о силосовании кормов внесли А. А. Березовский, Е. А. Болотин, С. Н. Хохрин [146]. Исследования ученых [16, 20, 28, 80] показали, что для силосования большое значение имеет влажность силосной массы, которая определяет процесс брожения. Установлена четкая зависимость потерь при приготовлении и хранении силоса от содержания сухого вещества в силосной массе, в связи с этим профессор Л. Г. Боярский писал [16], что с повышением количества сухого вещества активизируются молочнокислые бактерии, а распад питательных веществ снижается, при этом возрастает активная кислотность рН. Например, при содержания в силосной массе сухого вещества до 20 % , рН готового силоса составляет 4,2; при 25 % - 4,3; при 30 % - 4,4. [16,28].

Большой вклад в науку о силосовании внесли зарубежные ученые Джонс Р, Хониг Х, З.Д. Паттерсон, С.С. Мейн, В.Ф. Гордон, Уилкинсон, А., Woolford M. K, Zimmer E. [149,150 -155]. Говоря о причинах потерь кормов, немецкий ученый Циммер [149] разделил потери силоса на неизбежные и устранимые. При заготовке кукурузного силоса от уборки силосной массы до получения готового силоса возникают следующие неизбежные потери: потери от остаточных процессов дыхания до 2 %; в процессе брожения – 4-10%; при уборке - 1-5 %; с

силосным соком - 0-7 % . Устранимые потери: от вторичного брожения сухого вещества; от аэробного разложения при хранении и после выгрузки. В результате анализа данных исследований возможно сделать вывод, что неизбежные потери могут составить от 5 до 13% и могут быть уменьшены до 7%. А устранимые потери могут достигать 40%.

Одним из основных технологических приемов, существенно снижающих потери питательных веществ в зеленой массе это ее подвяливание. В условиях Рязанской области этот прием дает возможность приготовить силос с высоким содержанием сахаров и минимальными потерями питательных веществ до 12-14%. Исследованиями, проведенными в различных районах России и за рубежом, установлена оптимальная влажность зеленой массы для приготовления кукурузного силоса, которая должна составлять 65-70 %, при которой брожение силосной массы проходит не очень бурно, отсутствует обильное выделение силосного сока и потери питательных веществ минимальны. Большая часть этих потерь при силосовании устранима. Сокращение потерь при силосовании соответствует повышению урожайности силосных культур до 25 % [81,88].

Значительный недостаток кукурузного силоса это низкое содержание в нем перевариваемого протеина. По данным академика А. П. Калашникова на 1 кормовую единицу приходится всего 65-70 г переваримого протеина, что на 35-40 % ниже научно-обоснованных норм и снижает эффективность его использования. Многолетними исследованиями установлено, что для увеличения содержания сухого вещества в кукурузном силосе необходимо скашивание силосной массы и приготовление из нее силоса в фазе восковой спелости. При этом объем производства силоса увеличивается до 30 %, а его энергетическая питательность в 1,5 раза. Для сравнения, если для производства молока расход силоса из кукурузы молочной спелости принять за 100%, то силоса приготовленного из силосной массы молочно-восковой спелости его потребуется 81,1; а восковой - только 62,1 %. В тоже время, в соответствии с многими научными исследованиями и нормативными документами длина резки силосной массы влажностью до 75 % должна быть 40-50 мм, что обеспечивается

технологическими возможностями силосоуборочной техники. Поедаемость силоса также имеет большое значение. Если длина резки силосной массы более указанной, то грубый стебель и куски початков не поедаются животными остаются в кормушках [56,57].

Одним из способов повышения качества силоса - применение химических консервантов. Установлено, что потери питательных веществ при обычном силосовании составляют в среднем около 15,8 %, то при химическом консервировании всего 10,4%. Для массового использования химического консервирования необходимы дешевые, неагрессивные к животным консерванты. Заготовка силоса за рубежом с применением химических консервантов достигает 50 %, а в Финляндии до 90% [ 111,125, 126, 129,136,150,151,154].

Таким образом, из анализа приведенных литературных данных возможно следующее заключение:

- 1 – важнейшей культурой для силосования в России является кукуруза;
- 2 – современная технология силосования и хранения силоса имеет ряд недостатков, как по потерям, так и по качеству силоса;
- 3 – прогрессивные технологии приготовления силоса в рукавах и металлических контейнерах хотя и имеют ряд преимуществ, но весьма дороги и не нашли широкого распространения.

## **1.6 Анализ опыта функционирования зарубежных и отечественных молочных фермерских хозяйств**

Семейные фермерские хозяйства являются основной организационно-экономической формой сельскохозяйственных предприятий в современных зарубежных странах [5,7,21,114,124,125,126].

*Канада и США.* В США большинство ферм это чисто семейные фермы, а около 98% фермерских хозяйств в Канаде это тоже семейные фермы, где в среднем имеется до 52 коров с годовым удоем до 9,5 тыс. килограммов молока на одну корову [27,63].

*Европейские страны: Финляндия, Германия, Дания, Швеция, Голландия.* [24,36,40]. В фермерские хозяйства в среднем от 10 до 60 га земли. На ферме работают до 3 человек. Разработана технология организации хозяйства, при которой на 100 га имеющихся зерновых культур содержится до 50 коров. На типичной ферме, которая обслуживается семьей, до 50 коров и 25 телят, с годовым удоем от 6 до 9,5 тыс. кг молока. Анализ показателей развития молочного животноводства в Европейских странах показывает, что за последние годы в них наметилось укрупнение молочного производства. С 1982 по 2012 г. количество фермерских хозяйств снизилось почти вдвое, а надои увеличились до 9400 кг на одну корову. Средний размер молочной фермы увеличился с 30-40 до 120-140 голов. Размеры ферм в основном зависят от социально-экономических условий страны, в том числе величины имеющихся земельных угодий. Главные причины успехов семейных молочных ферм за рубежом это хорошая техническая оснащенность, обеспеченность элитными животными и семенами. Большую роль в этом играет государство. На рисунке 1.5. приведена диаграмма развития зарубежных молочных фермерских хозяйств, которая показывает, что основные составляющие и наиболее высокие показатели развития и функционирования зарубежных молочных фермерских хозяйств имеют хозяйства Канады.

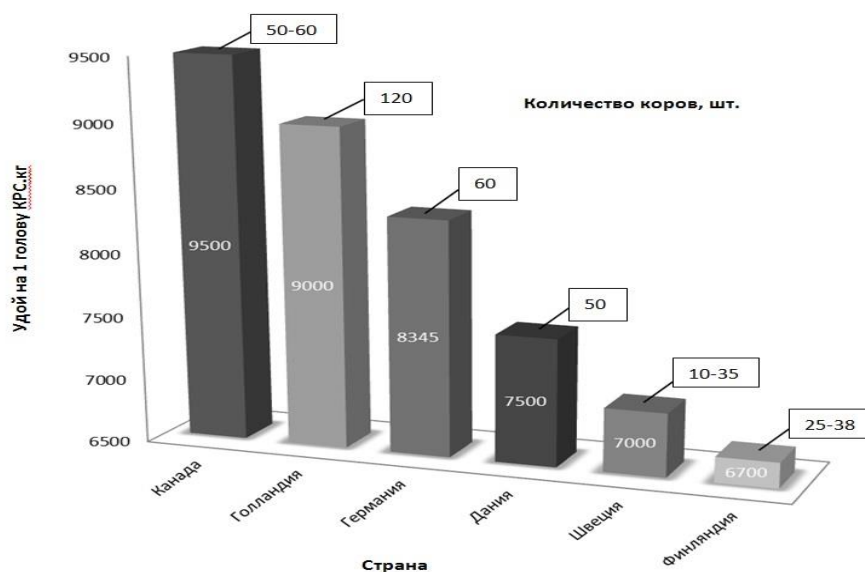


Рисунок 1.5. - Диаграмма развития основных показателей функционирования зарубежных молочных фермерских хозяйств

В таблице 1.5. приведены основные показатели функционирования зарубежных фермерских хозяйств. Эффективное устойчивое развитие фермерских хозяйств за рубежом обеспечивается развитой инфраструктурой.

Таблица 1.5 - Основные показатели функционирования зарубежных фермерских хозяйств.

| СТРАНА          | Среднее количество работающих на ферме, чел. | Земельные угодья плюс аренда, га | Количество коров, шт. | Удой на 1 голову КРС.кг. |
|-----------------|----------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------|--------------------------|
| КАНАДА          | 3                                            | 200                              | 50-60                 | 9500                     |
| ЕВРОПА:         | 3                                            | 10-60                            | 30-60                 |                          |
| ГЕРМАНИЯ        |                                              |                                  |                       |                          |
| 1.Крупные фермы | 3                                            | 17-200                           | 60                    | 8345                     |
| 2.Мелкие фермы  |                                              | 13,5                             | 28                    | 7309                     |
| ШВЕЦИЯ          |                                              |                                  |                       |                          |
| Мелкие фермы    | 2                                            | 50                               | 25-38                 | 6500                     |
| Крупные фермы   | 3                                            | 75                               | 50                    | 7000                     |
| ФИНЛЯНДИЯ       |                                              |                                  |                       |                          |
| 1.Мелкие фермы. | 3                                            | 16+8 аренда                      | 10                    | 6700                     |
| 2.Средние фермы |                                              | 17+30аренда                      | 35                    |                          |
| ДАНИЯ           |                                              |                                  |                       |                          |
| Средние фермы   | 3                                            | 50                               | 50                    | 7500                     |
| ГОЛЛАНДИЯ       | 2,5                                          |                                  | 120                   | 9000                     |
| Крупные фермы   |                                              |                                  |                       | жирность-4,3%            |

*Анализ ситуации и потенциала развития семейных животноводческих ферм на базе КФХ Рязанской области в 2010-2013 г.*

Согласно данным Министерства сельского хозяйства и продовольствия Рязанской области [81] агропромышленный комплекс области включает в себя 328 сельскохозяйственных организаций, сельхозугодья занимают 2861,4 тыс. га, из них пашня -1470,6 тыс. га, а кормовые угодья- 813,5 тыс. га. Сельское хозяйство Рязанской области специализировано на производстве продукции животноводства, главным образом молока, мяса и кормопроизводстве. Пока главными производителями зерна, молока, мяса являются сельскохозяйственные

предприятия. В области функционируют 289,5 тыс. (ЛПХ) личных подсобных хозяйств граждан. В таблице 1.6. представлены основные показатели КФХ Рязанской области в 2014 году [81]. На 1 июля 2014 года в Рязанской области в сельскохозяйственных организациях насчитывалось около 62,3 тысячи коров. С начала года поголовье КРС выросло на 500 голов. Молока произведено 156 тыс. тонн или 95,8%, к уровню 2013 года. Средний надой молока на одну корову в сельхозпредприятиях составил 5139 кг.

Таблица 1.6 - Основные показатели КФХ Рязанской области в 2014 году

|    |                                                       |        |
|----|-------------------------------------------------------|--------|
| 1. | Личных подсобных хозяйств<br>(ЛПХ) тысяч              | 289,5  |
| 2. | Общий земельный фонд<br>(тысяч га).                   | 2861,4 |
| 3. | Численность коров в АПК области (тыс. голов)          | 62,3   |
| 4. | Количество КФХ на 2013г                               | 412    |
| 5. | Всего площадь земельных угодий в КФХ (тысяч га.)      | 110,5  |
| 6. | Всего численность коров в КФХ                         | 700    |
| 7. | Средняя численность коров в одном КФХ                 | 10-50  |
| 8. | Производство молока в фермерских хозяйствах<br>тыс. т | 78,7   |
| 9. | Удой на одну корову в фермерских хозяйствах<br>(кг.)  | 5139   |

В валовом региональном продукте агропромышленный комплекс области составляет около 20%, сегодня в нем работают более 32 тыс. человек.

Показатели развития в растениеводстве в 2015 году. Кукуруза на силос занимает площадь 37,7 тыс. га, однолетние травы – 36,6 тыс. га. Заготовлено грубых кормов: сена – 132 тыс. тонн (+ 28,7 тыс. тонн к уровню прошлого года), сенажа – 398 тыс. тонн (+ 110,2 тыс. тонн); сочных кормов – силосной массы – 790 тыс. тонн. На 20 февраля 2014 года в Рязанской области насчитывалось 412 крестьянских фермерских хозяйств (КФХ). Площадь сельхозугодий в фермерских хозяйствах — 110,5 тыс. га (в среднем по 43,9 га на одно хозяйство). Удельный

вес продукции крестьянских (фермерских) хозяйств в общем объеме производства составляет: зерновых — 6,1%, скота и птицы — 0,5%, молока — 0,8%. Численность скота в фермерских хозяйствах – 700 коров, в среднем от 10 до 50 коров в хозяйстве. В области продолжается работа по улучшению племенного дела в животноводстве, за счет этого ежегодно увеличивается продуктивность скота. На территории области функционируют 29 племенных хозяйств. Основная задача животноводства - снижение зависимости страны от импорта мяса и молока, для чего необходимо увеличивать собственное производство. В регионе продолжается строительство и поэтапный ввод в эксплуатацию крупных ферм молочного скотоводства, рассчитанных на 11000 коров. Введены в эксплуатацию мега-фермы на 4400 голов скота в Рязанском и Захаровском районах, где средний годовой надой на 1 корову 6085 килограмм, что на 124 килограмм больше чем в прошлом году [81].

Некоторые выводы по определению необходимой численности скота в АПК Рязанской области. Население области - 1200 тыс. человек. Годовая норма потребления - 250 кг. молока (прогнозируемая средняя величина). Годовое потребление молока населением области в среднем более 300 тыс. т. Проектируемый надой на 1голову - 6тыс. кг. Необходимое количество коров для АПК Рязанской области – 50 тыс. коров. (300 тыс.т. / 6тыс.кг.). Необходимое количество кормовых единиц на 1 корову в год –2,2 т. к.е. Количество кормовых единиц на 50 тыс. коров в год – 110 тыс. т. к. е. Стоимость кормов – 30 млрд. рублей. Вот такое количество кормовых единиц и их стоимость необходимы АПК Рязанской области для кормления 50 тыс. коров. В 2013 году в АПК Рязанской области – уже 62 тыс. коров, т.е. 12 тыс. коров лишних. Хотя в настоящее время считается, что этого количества коров недостаточно и необходимо увеличивать поголовье. Необходимо увеличивать не количество коров с малой продуктивностью, а кормовую базу и надой молока на одну голову, хотя бы до 6 тыс. кг. в год.

Перед Россией стоит задача - определить направление развития семейного фермерства. Необходимо использовать опыт развитых зарубежных стран, но и

учитывать их ошибки. При этом учитывать сложившиеся у нас традиции, приспособляться к местным условиям, а не копировать чужой опыт [7,81].

Обобщая теорию и практику организации фермерских хозяйств можно отметить, что происходит процесс их укрупнения и развития кооперативных связей между ними. Сегодня наметилось увеличение производства продукции в КФХ, за счет укрупнения самих КФХ, повышения их технической оснащенности, совершенствования технологии и других факторов. В отличие от крупных сельхозпредприятий КФХ работают без лишнего управленческого аппарата и способны управлять небольшими семейными животноводческими фермами, расположенными по кластерному принципу. Кроме того, поддержка КФХ способствует освоению территорий Рязанской области, уменьшению безработицы, снятию социального напряжения в обществе, улучшению демографического положения на селе и повышению качества жизни сельского населения, способствует независимости от зарубежных поставок сельхозпродукции. Для повышения привлекательности КФХ как малой формы хозяйствования и самозанятости сельских жителей, а также дальнейшего тиражирования опыта эффективных КФХ, целесообразно создание новых животноводческих ферм на основе разработанных проектов от 20 до 100 и более голов крупного рогатого скота.

На основании проведенного анализа, сегодня перспективным и оптимальным количеством коров в среднем по величине фермерском хозяйстве в РФ следует считать 70 голов. Исходя из этой численности коров фермерского хозяйства, принимаются для проектирования тип, объем, параметры и конструкция силосохранилища траншейного типа.

### **1.7 Задачи исследований**

Целью диссертационного исследования является совершенствование технологического процесса приготовления и хранения силоса за счет разработки мягких вакуумированных блоков заглубленных силосных траншей. Реализация

поставленной цели потребовала решения ряда задач, отражающих логику исследования:

- разработать технологический процесс приготовления и хранения силоса в мягких вакуумированных блоках заглубленных силосных траншей;
- теоретически и экспериментально обосновать параметры мягких вакуумированных блоков заглубленных силосных траншей;
- теоретически и экспериментально обосновать режим вакуумирования мягких блоков при приготовлении силоса;
- провести сравнительные исследования предлагаемого и существующего технологических процессов приготовления и хранения силоса в условиях производства;
- оценить технико-экономическую эффективность использования технологического процесса приготовления и хранения силоса в мягких вакуумированных блоках заглубленных силосных траншей.

### **Заключение по главе 1**

В результате анализа способов и средств приготовления и хранения силоса необходимо отметить, что силос является основным кормом для КРС. В этой связи актуальным и практически значимым является разработка новых современных технологий приготовления и хранения силоса, строительство новых, современных хранилищ кормов для фермерских хозяйств, в т. ч. силосных траншей, которые должны обеспечивать необходимые условия для приготовления и хранения качественного корма. Одна из основных проблем состоит в том, что потери кормов в них, даже при соблюдении технологии силосования, составляют 10-14%, а при нарушении технологии до 45%. Это огромные потери кормов и материальных средств. Основными причинами потерь кормов в траншейных силосохранилищах являются: применение устаревших технологий приготовления и хранения кормов; использование устаревших строительных материалов для их строительства: недолговечность материалов конструкций траншейных силосохранилищ; их физическое разрушение, потеря прочности, устойчивости и

герметичности стен и днища силосохранилищ. По этим же причинам сегодня большое количество силосных траншей в АПК Рязанской области разрушены, а другие приходят в негодность и не могут нормально эксплуатироваться, что в конечном итоге дает огромные потери силоса в процессе его хранения и нарушает окружающую среду.

Необходимы новые типы силосных траншей и эффективные инновационные технологии приготовления и хранения силоса в траншеях. Ранее разработанная технология заготовки силоса в вакуумированных траншеях [102] не нашла широкого применения, так как стандартную силосную траншею практически не возможно надежно загерметизировать, а непосредственный контакт кислого силоса с железобетонными стенами и днищем приводит к их разрушению и разгерметизации всего силосохранилища. Способ приготовления и хранения силоса в металлических вакуумированных контейнерах [6] показал положительные результаты по качеству силоса, но он дорогостоящий, энерго-, машино и материалоемкий, имеет большой расход металла и требует механических средств уплотнения силоса, не решены вопросы их хранения и транспортирования.

Для глубокого и научного изучения основных причин разрушения силосных траншей необходимо использовать современные достижения науки [26,73], компьютерные и информационные технологии [84,85,86]. Необходимы новые способы и средства механизации и технологии строительства новых силосных траншей и их ремонта [83,87].

Установлено, что существующие технологические процессы приготовления и хранения силоса в заглубленных траншеях имеют ряд недостатков, основными из которых являются потери в виде сока, угара и порчи силосной массы, составляющие от 10-14% до 45%, что связано с плохой герметизацией хранилищ, длительным сроком их заполнения, недостаточно эффективным уплотнением.

## **2 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРИГОТОВЛЕНИЯ И ХРАНЕНИЯ СИЛОСА В МЯГКИХ ВАКУУМИРОВАННЫХ БЛОКАХ ЗАГЛУБЛЕННЫХ СИЛОСНЫХ ТРАНШЕЙ**

### **2.1 Технологический процесс приготовления и хранения силоса в мягких вакуумированных блоках заглубленных силосных траншей**

Анализируя существующие преимущества и недостатки, современных технологий заготовки сенажа и силоса в крупногабаритных рулонах и тюках, герметизируемых полимерными пленками и силосных траншеях [65,80,84,92,109,125,132,133,138,149], нами разработан технологический процесс приготовления и хранения силоса в мягких вакуумированных блоках из синтетических пленок силосных траншей, которая не имеет недостатков применяемых сегодня стандартных технологий приготовления и хранения силоса в силосных траншеях и направлена на решение задач повышения качества получаемого силоса и обеспечения возможности его длительного хранения без снижения качества кормов.

На рисунке 2.1 приведена структурная модель технологического процесса приготовления и хранения силоса в мягких вакуумированных блоках силосных траншей [128]. Как видно из приведенной структурной модели технологического процесса приготовления и хранения силоса в мягких вакуумированных блоках заглубленной силосной траншеи в ней предусмотрены все необходимые операции для приготовления и хранения силоса в вакуумной среде (Патент РФ на полезную модель №136951). На рисунке 2.2 приведена схема устройства силосной траншеи для технологического процесса приготовления и хранения силоса. Выкопанная в земле заглубленная траншея 1, имеет форму прямоугольника и с помощью деревянных щитов-перегородок делится на несколько самостоятельных объемов, в каждом из которых с помощью полиэтиленовой пленки 11 выполняется герметичный мягкий блок 2 с обратным клапаном для закладки в него силосной массы. После ее закладки мягкий блок закрывается и герметизируется.

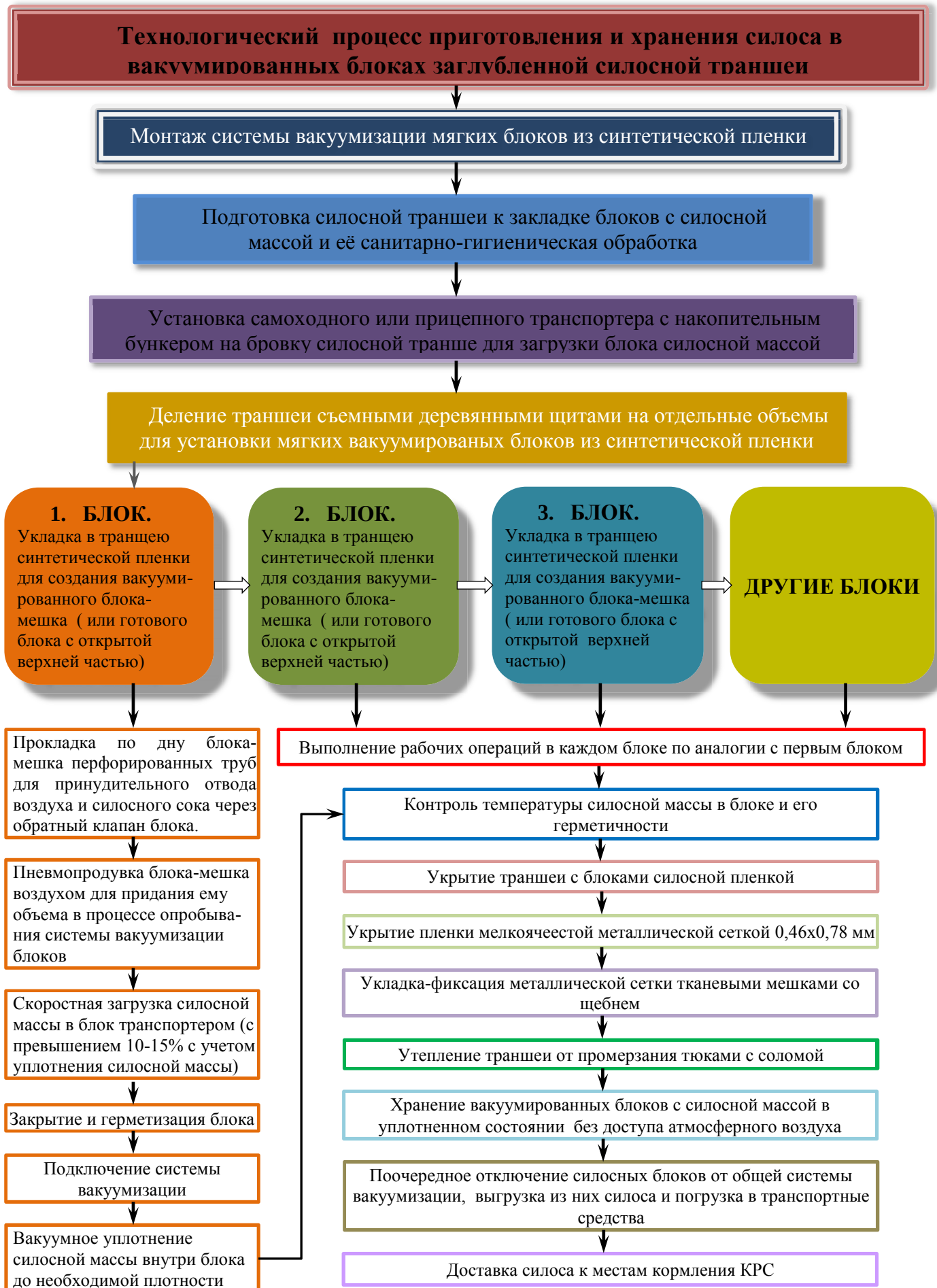
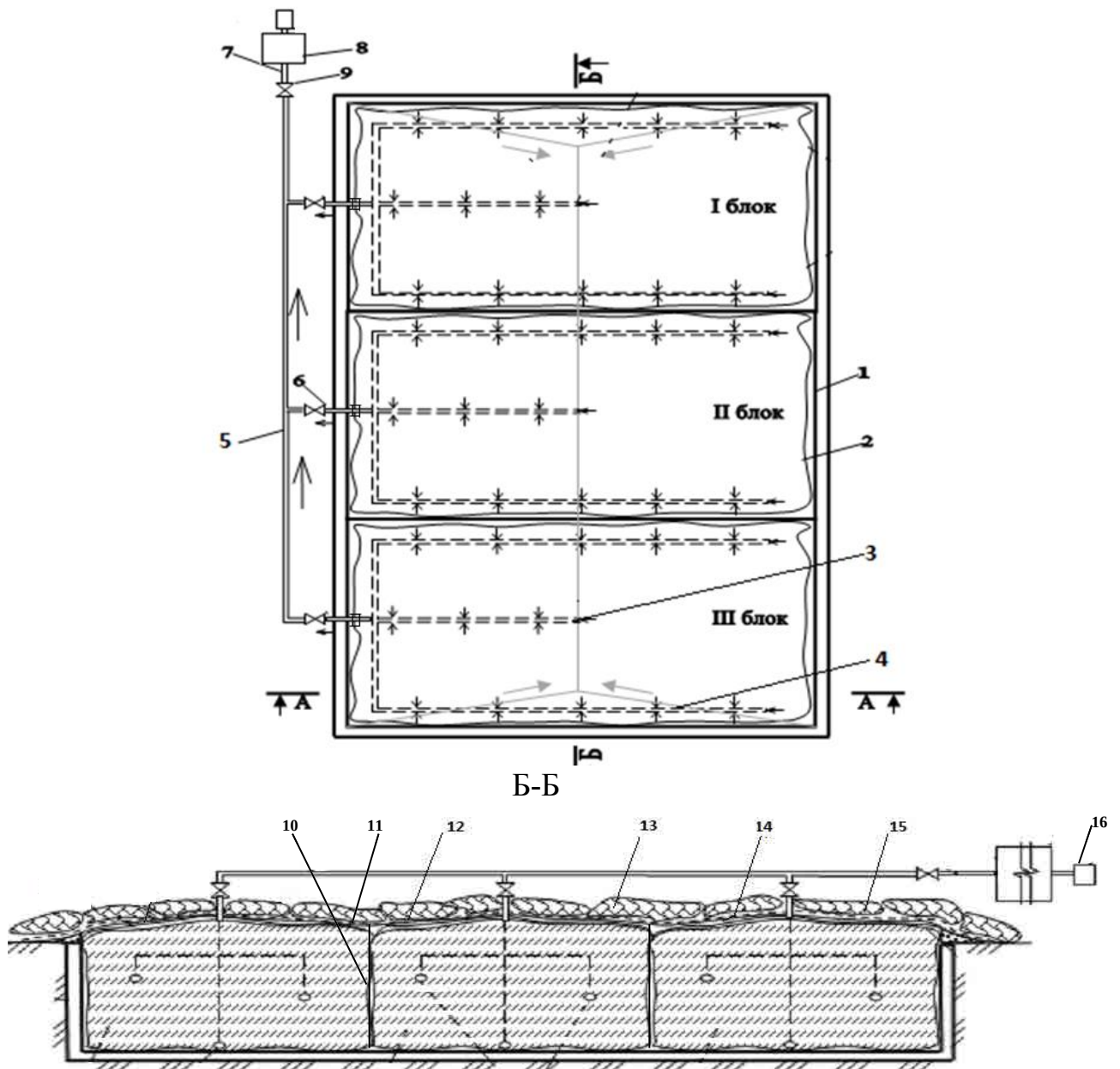


Рисунок 2.1 – Структурная модель технологического процесса приготовления и хранения силоса в вакуумированных блоках заглубленной силосной траншеи.



1-траншея; 2-мягкий вакуумированный блок с обратным клапаном; 3-перфорированная труба для отвода сока; 4-перфорированная труба для отвода воздуха; 5-коллектор; 6-запорный вентиль трубопровода от блоков; 7-штуцер; 8- резервуар для сбора силосного сока; 9-вентиль коллектора; 10 – деревянный щит - перегородка; 11-синтетическая пленка вакуумированного блока; 12-металлическая сетка; 13-мешки со щебнем; 14-известь-пушенка; 15-слой соломы; 16- вакуумный насос с вакуумметром.

Рисунок 2.2 – Схема устройства силосной траншеи для технологического процесса приготовления и хранения силоса в вакуумированных блоках заглубленной силосной траншеи.

Соединение пленки может выполняться заклеивкой лентой-скотчем, свариванием с помощью сварочного аппарата с горячим клином ТН-501 или герметичной двойной zip-lock застежкой. Между блоками предусмотрены временные деревянные щиты 10. Таким образом, в траншее формируются самостоятельные мягкие вакуумированные блоки с силосной массой, образованные и склеенные из синтетической пленки. Что создает возможности и условия для раздельного уплотнения, приготовления и хранения силоса с использованием вакуума.

Для создания вакуума используется стационарная система вакуумизации, которая состоит из следующих элементов: на дно каждого блока 2, уложены перфорированные трубы 3 для откачки сока, конец которых выведен из траншеи выше уровня грунта и имеет запорный вентиль 6 для подсоединения к коллектору 5 и вакуум-насосу 16 для отвода газожидкостной среды. Перфорированные трубы 4 для откачки воздуха, расположены выше уровня сока и воздух выводится в тот же коллектор 5 для отвода газожидкостной среды в резервуар 8. Труба 4 выполнена гофрированной с отверстиями, закрытыми мелкоячеистой синтетической сеткой, для защиты от попадания в них измельченной зеленой массы. Удалению излишков сока из траншеи способствует уклон траншеи направленный к концу трубы 3. Уплотнение тракторами не производится, а выполняется за счет созданного давления уплотнения, равного разности между наружным атмосферным давлением и созданным внутри блока остаточным давлением (разряжением), которое меньше атмосферного. Величина уплотнения силосной массы в блоке-мешке доводится до  $750-870 \text{ кг/м}^3$ , что выше нормативного уплотнения в  $600-650 \text{ кг/м}^3$  в стандартной траншее, создаваемого гусеничным трактором массой 15т. Контроль качества уплотнения производится с измерением температуры зеленой массы в блоке, которая не должна превышать  $28-30^{\circ}\text{C}$ . После этого в уплотненной и изолированной от наружного воздуха зеленой массе, начинается интенсивный процесс молочнокислого брожения, сопровождающийся выделением небольшого количества сока, который при помощи насоса 16 откачивается из блока 2 и сливается в резервуар для сбора

силосного сока 8, откуда отвозится в места указанные санитарной службой. Отключается вакуум-насос 16 и происходит процесс раздельного силосования силосной массы в отдельных мягких блоках. На протяжении всего периода силосования и хранения силоса проводится контроль давления по показаниям вакуумметра и температуры силосной массы в блоках траншеи. Через 3-5 дней берутся пробы силосной массы и, при необходимости (при повышении ее температуры), может быть проведена дополнительная вакуумизация.

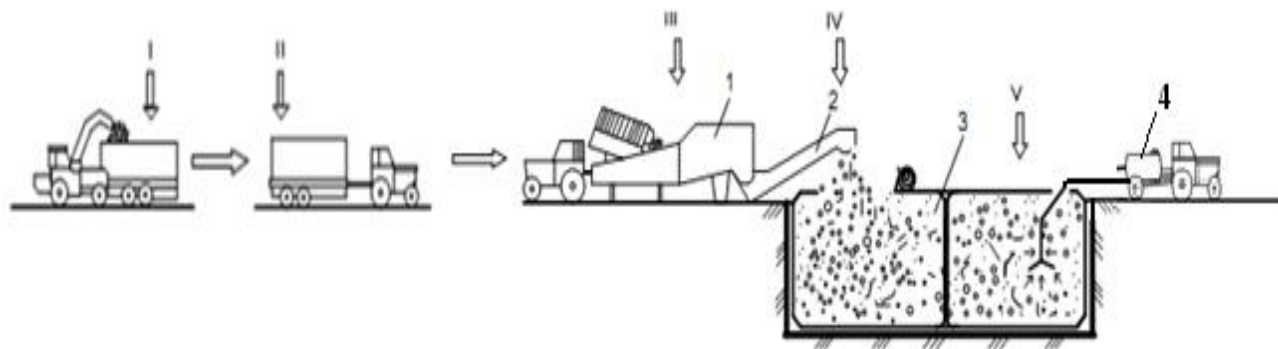
Разработано комбинированное укрытие силосной траншеи (рисунок 2.2), состоящее из синтетической пленки мягких блоков 11, поверх ее укладывается защитная металлическая тканная крученая сетка 12 с размером ячейки 0,46 x 0,78 мм, которая служит для защиты от птиц, мелких животных, грызунов и ветра. Для этих же целей, по ее поверхности (до прижатия грузом) рассеивается известь - пушенка 14. Сверху на сетку 12 уложены мешки со щебнем 13, для создания дополнительной статической нагрузки и удержания укрывных материалов. Для устранения промерзания верхнего слоя силоса траншея укрывается соломой слоем 50-60 см.

Для выемки силоса из мягких вакуумированных блоков силосных траншей в предлагаемой технологии применяется способ блочной выемки силоса [94] и устройство для отрезания и погрузки силоса и сенажа [94-101] (1 гл., стр.26).

***Второй вариант применения разработанной технологии - для малообъемных силосных траншей малых и средних фермерских хозяйств с использованием передвижной вакуумной установки.***

На рисунке 2.3 приведена схема загрузки и уплотнения силосной массы в мягких вакуумированных блоках малообъемной заглубленной силосной траншее. Скошенная в поле и измельченная, зеленая масса загружается в транспорт и транспортируется к силосной траншее [15,141,142], где сразу выгружается в питатель-дозатор 1, откуда транспортером 2 подается в вакуумированный мягкий блок с обратным клапаном 3 и заполняется силосной массой с превышением уровня силосной массы, с учетом ее уплотнения. Закладка силосной массы в мягкий блок производится через его открытую верхнюю часть. После заполнения,

блок герметично закрывается и уплотняется с помощью вакуумметрического давления, создаваемого передвижной вакуумной установкой 4 (прицепная вакуумная цистерна ПЦФ-4).



I-уборка, измельчение и загрузка силосной массы в транспорт;  
 II-транспортирование силосной массы к месту закладки; III- разгрузка силосной массы в бункер питателя-дозатора; IV- загрузка силосной массы транспортером в мягкий вакуумный блок силосной траншеи; V- закрытие, герметизация мягкого вакуумного блока в силосной траншее, вакуумирование и уплотнение силосной массы, отвод воздуха и силосного сока из силосной массы через обратный клапан блока передвижной вакуумной установкой.

1 – бункер питателя-дозатора; 2 - транспортер; 3- мягкий блок в силосной траншее; 4- передвижная вакуумная установка (прицепная вакуумная цистерна ПЦФ-4).

Рисунок 2.3 - Схема загрузки и уплотнения силосной массы в мягких вакуумированных блоках малообъемной заглубленной силосной траншее.

В отличие от уплотнения силосной массы тракторами в стандартной технологии приготовления силоса, в разработанной нами технологии, для уплотнения силосной массы в мягких вакуумированных блоках используется постоянное атмосферное давление и создаваемое, регулируемое остаточное давление внутри мягких блоков, которое значительно ниже атмосферного. При этом возникает вакуумметрическое давление уплотнения, создаваемое с помощью вакуумного насоса прицепной вакуумной цистерны ПЦФ-4. Атмосферное

давление через мягкие стенки блока уплотняет силосную массу, то есть блок подвергается всестороннему объемному трехмерному сжатию от равномерно распределенной нагрузки давления. При этом сжимаются мягкие пленочные стенки вакуумируемого блока, которые плотно обтягивают силосную массу по всему объему и уплотняют ее до плотности необходимой для качественного приготовления и хранения силоса. Создаваемое уплотнение силосной массы характеризуется как объемное трехмерное холодное прессование силосной массы внутри вакуумированной среды блока в траншее. С точки зрения физико-механической теории, уплотнение силосной массы происходит за счет устранения воздушных пор и пустот в ней и увеличения площади контактов между частицами силосной массы. При дальнейшем повышении уровня вакуумметрического давления, силосная масса достигает беспористого состояния и дальнейшее увеличение давления не требуется. Воздух и силосный сок из мягкого блока 3 через обратный клапан под действием разряжения выводятся и поступают в прицепную вакуумную цистерну ПЦФ-4 (рисунок 2.3), имеющую вместимость 4 м<sup>3</sup>, с вакуумным насосом КО-503.02.14.100. Производительность вакуум-насоса 240 м<sup>3</sup>/час. Создаваемое максимальное разряжение в цистерне до 0,085 Мпа. При этом небольшая часть кислорода и сока оставляется для поддержания молочнокислого брожения и эффективного силосования силосной массы, т.е. вакуумметрическое давление (разряжение) и уровень кислорода внутри вакуумированного блока регулируются до нормы, необходимой для качественного молочнокислого силосования. Далее, при необходимости, по показаниям давления и температуры внутри блока, возможно дополнительное вакуумирование, необходимое количество раз и в любое время, тем самым создается возможность активного регулирования и управления процессом приготовления и эффективного хранения силоса. Проникновению кислорода извне в мягкий вакуумированный блок препятствует его герметичность и барьерные свойства материала оболочки – синтетической пленки. Таким образом, создается возможность достижения оптимальной плотности силосной массы в анаэробных условиях внутри вакуумированных блоков в силосных траншеях.

Размеры, объем и количество вакуумированных блоков в траншее может быть различным и должны приниматься из потребности в дифференцированном суточном кормлении коров фермерского хозяйства. Наиболее оптимальным можно считать вакуумированный блок емкостью  $2\text{ м}^3$  (1700 кг силоса, при плотности  $850\text{ кг/м}^3$ ), этого достаточно для суточного кормления 70 коров среднего фермерского хозяйства (из расчета 26 кг силоса для коровы), которые полностью скармливаются. При этом, все другие блоки в хранилище не раскрываются и стоят загерметизированными, без отрицательного влияния на весь остальной силос вторичной ферментации и потерь силоса от порчи, как это происходит в силосной траншее по стандартной технологии приготовления и хранения силоса. Это очень удобно, экономично и позволяет максимально сократить потери силоса. Для надземной и подземной защиты, отпугивания грызунов и сохранения синтетической пленки блоков применяется автономный ультразвуковой прибор «Град А -500» с площадью эффективного действия до  $500\text{ м}^2$ .

Использованием разработанного технологического процесса достигается оптимальная плотность корма в анаэробных условиях. Особенно он эффективен для малообъемных силосных траншей для малых и средних фермерских хозяйств с использованием передвижных вакуумных установок. В качестве транспортера для загрузки силосной массы в блоки силосной траншеи может использоваться транспортер-загрузчик картофеля ТЗК-30А-1 с телескопической стрелой длиной 8,5м [45,65,66,68]. Для выемки силоса из блоков в траншее также может быть использован способ блочной выемки консервированных кормов [94].

***Основные отличия разработанного технологического процесса приготовления и хранения силоса в мягких вакуумированных блоках из синтетической пленки силосных траншей от стандартного процесса приготовления и хранения силоса в силосных траншеях состоят в следующем:***

- 1) деление закладываемой силосной массы в траншее на отдельные

вакуумированные блоки из синтетической пленки, отдельное приготовление и хранение силоса в вакуумированной среде блоков;

2) безтракторное эффективное уплотнение с помощью вакуумирования (сокращение времени уплотнения), экологическая чистота закладываемой силосной массы, экономия ГСМ, машинного времени и работы механизаторов;

3) создана возможность управления процессом приготовления и хранения силоса в вакуумированных блоках траншеи путем контроля температуры силосной массы и, при необходимости, ее дополнительного вакуумирования;

4) постоянное хранение силоса в безвоздушной вакуумной среде блока в уплотненном сжатом состоянии;

5) локализация и не распространение порчи силоса возникнувшей в одном блоке в другие блоки траншеи;

6) исключение вторичной ферментации и потерь силоса в траншее при его выемке, так как открывается один блок, а остальные блоки в траншее стоят загерметизированными. При использовании блоков емкостью равной дневной потребности в корме для кормления животных - блок используется полностью и потери силоса при выемке отсутствуют;

7) создана возможность дифференцированного (порционного) кормления животных различными видами силоса, заложенными в блоки одной траншеи;

8) экологическая безопасность окружающей среды и грунтовых вод - синтетическая пленка блоков исключает возможность проникновения в них грунтовых вод и наоборот попадания в окружающие грунты и воды силосного сока, а также локализует разрушающее влияние силосного сока на бетонные стены и днище силосохранилища;

9) создание дополнительной прочности синтетической пленки блоков при их установке в мягкую тару - прочные биг-бэги и возможность их длительного транспортирования автотранспортом.

## 2.2 Расчет потребности в силосе при дифференцированном кормлении крупного рогатого скота.

Тип силосохранилища, его вместимость и размеры определяются в зависимости от потребности фермы в том или ином виде корма, сроками заготовки кормов, габаритами механизмов для загрузки и выгрузки корма, сроками хранения кормов до их использования. В большинстве стран мира, занимающихся молочным скотоводством, переходят на дифференцированное кормление каждой коровы, тем более, что современное развитие компьютерной техники и информационных технологий позволяют это сделать. Существующие методики расчета потребности в силосе [3,18,20,22,39,56] устарели и не позволяют вести перспективное планирование. Нами предлагается дифференцированная методика расчета потребности в силосе исходя из массы животных и их годового удоя [121]. В каждом конкретном случае можно исходить из массы коровы и надоя, например, для коровы массой 500 кг и среднегодовым удоем 5000 кг молока. В других случаях начальные цифры могут быть другими. Для каждой коровы необходимо иметь свои показатели для исполнения предлагаемого алгоритма расчета. Годовую потребность в силосе можно рассчитать по формуле:

$$G_{г.к.} = D \cdot G_{д.к.} \cdot K_1 \cdot K_2, \quad (2.1)$$

где  $D$  – количество дней стойлового периода;

$G_{д.к.}$  – дневная норма выдачи силоса для коровы;

$K_1$  – коэффициент, учитывающий массу коровы (учитывается перед постановкой коров на стойловый период);

$K_2$  – коэффициент, учитывающий надой; (учитывается дифференцированно).

Для молодняка на откорме:

$$G_{г.о.} = D_1 \cdot G_0 \cdot K_3, \quad (2.2)$$

где  $D_1$  – количество дней откорма;

$G_0$  – дневная норма выдачи силоса, кг;

$K_3$  – коэффициент, учитывающий прирост массы молодняка (рассчитывается дифференцированно по мере роста животных)

В укрупненных показателях можно вести расчет количества силоса для молодняка по формуле:

$$G_{г.м.} = G_{г.о.} \cdot K_4, \quad (2.3)$$

где  $K_4$  – коэффициент пересчета, равный 0,7-0,8

Тогда годовое количество силоса для фермы можно рассчитать по формуле:

$$G_{об.} = G_{г.к.} \cdot n_k + G_{г.о.} \cdot n_0 + G_{г.м.} \cdot n_m, \quad (2.4)$$

где  $n_k$  – количество коров в стаде (голов);

$n_0$  – количество откормочного молодняка (голов);

$n_m$  – количество нетелей и телят (голов).

Подставив значения из формул (2.1), (2.2), (2.3) в формулу (2.4), получим необходимое годовое количество силоса для кормления крупного рогатого скота:

$$G_{об.} = (D \cdot G_{д.к.} \cdot K_1 \cdot K_2) \cdot n_k + (D_l \cdot G_0 \cdot K_3) \cdot n_0 + (G_{г.о.} \cdot K_4) \cdot n_m \quad (2.5)$$

С учетом запаса годовая потребность в силосе определится по формуле:

$$G_{г.з.} = G_{об.} \cdot K_5, \quad (2.6)$$

где  $K_5$  – коэффициент годового запаса силоса (принимается 1,10-1,15 и зависит от непредвиденных обстоятельств и системы содержания коров).

Количество зеленой массы с оптимальной влажностью, необходимой для закладки годового количества силоса вместе со страховым запасом  $G_{г.з.}$  можно рассчитать по формуле:

$$G_m = G_{г.з.} \cdot K_{п.}, \quad (2.7)$$

где  $K_{п.}$  – коэффициент потерь.

Коэффициент потерь рассчитывается по формуле:

$$K_{п.} = K_y + K_c, \quad (2.8)$$

где  $K_y$  – коэффициент, учитывающий угар массы при силосовании за счет кисломолочного брожения и зависит от способа силосования;

$K_c$  – коэффициент, учитывающий потерю массы от отвода сока, зависит от первоначальной влажности силосной массы.

Иногда зеленую массу силосуют с повышенной влажностью. Для того, чтобы довести влажность ее до оптимальной равной 65-70 % и исключить потери сока часто в нее добавляют измельченную солому. Ее количество рассчитывают по формуле:

$$G_c = G_m \cdot (a - a_1) / (a_2 - a_1), \quad (2.9)$$

$a$  – требуемое количество сухого вещества в смеси соломы с зеленой массой, %;

$a_1$  – содержание сухого вещества в зеленой массе, %;

$a_2$  – содержание сухого вещества в соломе, %.

При силосовании зеленой массы с оптимальной влажностью объем силосохранилища рассчитывается по формуле:

$$V = G_m / (\rho \cdot K_3), \quad (2.10)$$

где  $\rho$  – плотность силоса, т/м<sup>3</sup>;

$K_3$  – коэффициент заполнения силосохранилища.

При силосовании с добавкой соломы объем хранилища определяется по формуле:

$$V = (G_m + G_c) / (\rho \cdot K_3), \quad (2.11)$$

где  $\rho$  – плотность смеси зеленой массы с соломой, т/м<sup>3</sup>;

Площадь земельных угодий, для получения необходимого количества зеленой массы рассчитывается по формуле:

$$S = G_m / Y, \quad (2.12)$$

где  $Y$  – урожайность убираемой культуры, без учета высоты среза, т/га

Дифференцированный подход к расчету потребности в силосе может использоваться как алгоритм для компьютерного автоматизированного ежедневного учета и контроля над составом рациона каждого животного, оперативно изменять его состав и осуществлять планирование на перспективу. Важным моментом при этом является контроль над надоем каждой коровы и количеством выданного корма, т.е. чтобы в конечном итоге, количество выдаваемого корма корове окупалось ее надоями и себестоимостью молока.

## 2.3 Теоретическое обоснование параметров мягкого вакуумированного блока для приготовления и хранения силоса

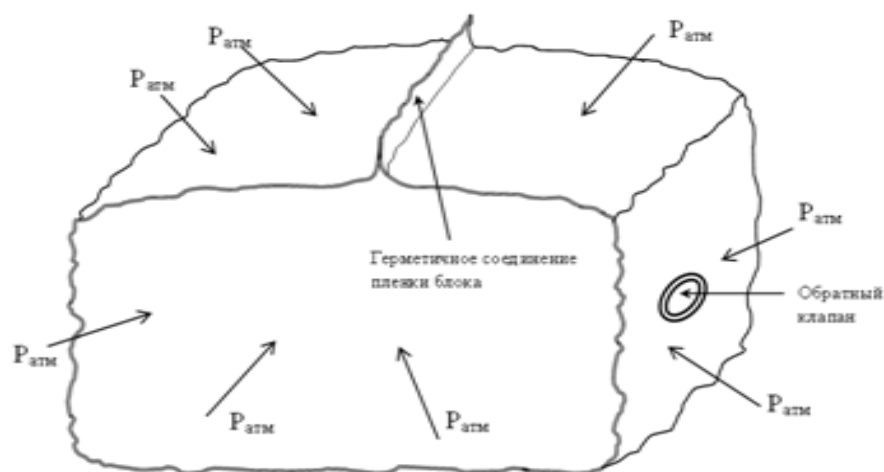


Рисунок 2.4 – Общий вид мягкого вакуумированного блока с силосной массой из синтетической пленки под действием наружного атмосферного давления  $P_{атм}$ .

### 2.3.1 Расчет объема вакуумированного мягкого блока из синтетической пленки для приготовления и хранения силоса

На рисунках 2.4 и 2.5 а, б - показан общий вид мягкого вакуумированного блока из синтетической пленки и деление его формы на геометрические составляющие.

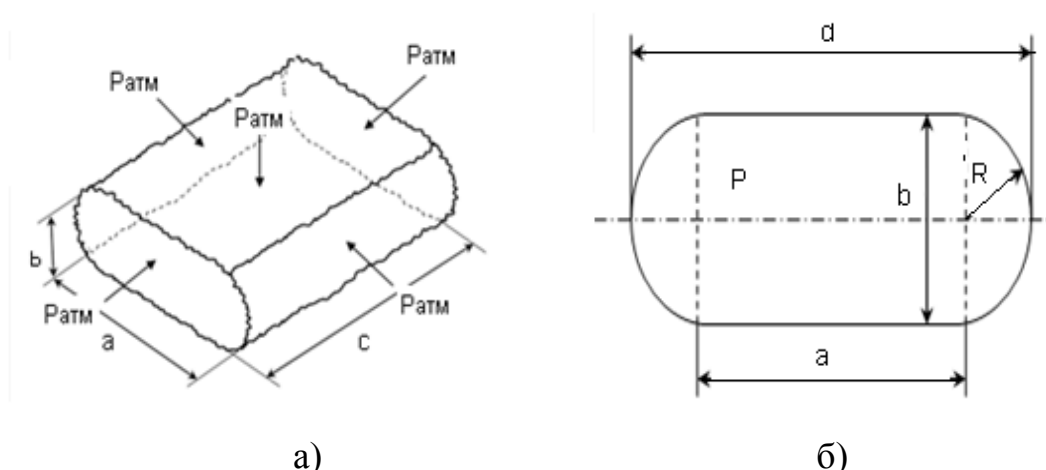


Рисунок 2.5 а, б, – Вакуумированный мягкий блок и деление его формы на геометрические составляющие

Начальный объем блока определяется по формуле:

$$V_{Нб} = (\pi R^2 + ab) \cdot c = \pi R^2 c + abc \quad [67] ; \quad (2.13)$$

где:  $a, b, c$  – размеры блока, м;  $R$  – радиус оболочки блока, м

Блок подвергается всестороннему сжатию от равномерно распределенного вакуумметрического давления уплотнения, равного разности между наружным атмосферным давлением и создаваемым внутри мягкого блока остаточным давлением (разряжения):  $\Delta P_{\text{вак}} = P_{\text{атм}} - P_{\text{ост}}$ .

где  $\Delta P_{\text{вак}}$  - вакуумметрическое давление уплотнения, кПа;  $P_{\text{атм}}$  - атмосферное давление, кПа;  $P_{\text{ост}}$  - остаточное давление(разряжения) внутри блока, кПа

Объем блока после вакуумизации:

$$V_{B\delta} = [\pi(R - \Delta R)^2 + (a - \Delta a)(b - \Delta b)] \cdot (c - \Delta c); \quad (2.14)$$

Уменьшение объема (усадка) блока составит:

$$\Delta V = V_{H\delta} - V_{B\delta}; \quad (2.15)$$

где  $\Delta V$  – уменьшение объёма блока, м<sup>3</sup>;  $V_{H\delta}$  – начальный объём блока, м<sup>3</sup>;  
 $V_{B\delta}$  - объём блока после вакуумизации, м<sup>3</sup>

Коэффициент усадки:

$$K_y = \frac{V_{H\delta}}{V_{B\delta}} = \frac{(\pi R^2 + ab) \cdot c}{[\pi(R - \Delta R)^2 + (a - \Delta a)(b - \Delta b)] \cdot (c - \Delta c)} \quad (2.16)$$

Исходя из обобщенного закона Гука, изменение (уменьшение размеров) мягкого блока с силосом от давления уплотнения в пределах упругих деформаций составит:

$$\Delta a = a \cdot \frac{P_{\text{атм}}}{E} (1 - 2\mu), \quad (2.17)$$

$$\Delta b = b \cdot \frac{P_{\text{атм}}}{E} (1 - 2\mu), \quad (2.18)$$

$$\Delta c = c \cdot \frac{P_{\text{атм}}}{E} (1 - 2\mu), \quad (2.19)$$

$$\Delta R = R \cdot \frac{P_{\text{атм}}}{E} (1 - 2\mu), \quad (2.20)$$

где  $P_{\text{атм}}$  – атмосферное давление;  $E$  – модуль упругости пленки;  $\mu$  – коэффициент Пуассона.

Новый объем мягкого блока после вакуумирования и усадки:

$$V_{B\kappa} = [\pi(R - \Delta R)^2 + (a - \Delta a)(b - \Delta b)] \cdot (c - \Delta c) = \pi R^2 c - 2\pi R^2 c \cdot \frac{P_{\text{атм}}}{E} (1 - 2\mu) + \pi R^2 c \left( \frac{P_{\text{атм}}}{E} (1 - 2\mu) \right)^2 + abc - abc \cdot \frac{P_{\text{атм}}}{E} (1 - 2\mu) - abc \cdot$$

$$\begin{aligned}
& \frac{P_{\text{атм}}}{E}(1-2\mu) + abc \cdot \left( \frac{P_{\text{атм}}}{E}(1-2\mu) \right)^2 - \pi R^2 c \cdot \frac{P_{\text{атм}}}{E}(1-2\mu) + 2\pi R^2 c \cdot \left( \frac{P_{\text{атм}}}{E}(1-2\mu) \right)^2 - \\
& \pi R^2 c \cdot \left( \frac{P_{\text{атм}}}{E}(1-2\mu) \right)^3 - abc \cdot \frac{P_{\text{атм}}}{E}(1-2\mu) + abc \cdot \left( \frac{P_{\text{атм}}}{E}(1-2\mu) \right)^2 + abc \cdot \\
& \left( \frac{P_{\text{атм}}}{E}(1-2\mu) \right)^2 - abc \cdot \left( \frac{P_{\text{атм}}}{E}(1-2\mu) \right)^3 = \pi R^2 c - 3\pi R^2 c \cdot \frac{P_{\text{атм}}}{E}(1-2\mu) + \\
& 3\pi R^2 c \left( \frac{P_{\text{атм}}}{E}(1-2\mu) \right)^2 - \pi R^2 c \cdot \left( \frac{P_{\text{атм}}}{E}(1-2\mu) \right)^3 + abc - 3abc \cdot \frac{P_{\text{атм}}}{E}(1-2\mu) + \\
& 3abc \cdot \left( \frac{P_{\text{атм}}}{E}(1-2\mu) \right)^2 - abc \cdot \left( \frac{P_{\text{атм}}}{E}(1-2\mu) \right)^3 = \pi R^2 c \left[ 1 - 3 \frac{P_{\text{атм}}}{E}(1-2\mu) + \right. \\
& \left. 3 \left( \frac{P_{\text{атм}}}{E}(1-2\mu) \right)^2 - \left( \frac{P_{\text{атм}}}{E}(1-2\mu) \right)^3 \right] + abc \left[ 1 - 3 \frac{P_{\text{атм}}}{E}(1-2\mu) + 3 \left( \frac{P_{\text{атм}}}{E}(1-2\mu) \right)^2 - \right. \\
& \left. \left( \frac{P_{\text{атм}}}{E}(1-2\mu) \right)^3 \right] = \\
& = (\pi R^2 c + abc) \left( 1 - 3 \frac{P_{\text{атм}}}{E}(1-2\mu) + 3 \left( \frac{P_{\text{атм}}}{E}(1-2\mu) \right)^2 - \left( \frac{P_{\text{атм}}}{E}(1-2\mu) \right)^3 \right). \\
& V_{B\kappa} = (\pi R^2 c + abc) \left( 1 - 3 \frac{P_{\text{атм}}}{E}(1-2\mu) + 3 \left( \frac{P_{\text{атм}}}{E}(1-2\mu) \right)^2 - \left( \frac{P_{\text{атм}}}{E}(1-2\mu) \right)^3 \right)
\end{aligned} \tag{2.21}$$

Уменьшение объема (усадка)  $\Delta V$  мягкого блока составит:

$$\begin{aligned}
\Delta V &= V_{H\bar{6}} - V_{B\bar{6}} \\
&= \pi R^2 c + abc - (\pi R^2 c + abc) \cdot \\
&\quad \cdot \left[ 1 - 3 \frac{P_{\text{атм}}}{E}(1-2\mu) + 3 \left( \frac{P_{\text{атм}}}{E}(1-2\mu) \right)^2 - \left( \frac{P_{\text{атм}}}{E}(1-2\mu) \right)^3 \right] = \\
&= (\pi R^2 c + abc) \left[ 3 \frac{P_{\text{атм}}}{E}(1-2\mu) - 3 \left( \frac{P_{\text{атм}}}{E}(1-2\mu) \right)^2 + \left( \frac{P_{\text{атм}}}{E}(1-2\mu) \right)^3 \right] \\
\Delta V &= (\pi R^2 c + abc) \left[ 3 \frac{P_{\text{атм}}}{E}(1-2\mu) - 3 \left( \frac{P_{\text{атм}}}{E}(1-2\mu) \right)^2 + \left( \frac{P_{\text{атм}}}{E}(1-2\mu) \right)^3 \right] \tag{2.22}
\end{aligned}$$

Силосная масса в мягком блоке постоянно удерживается давлением уплотнения в уплотненном, сжатом состоянии  $\Delta P_{\text{вак}} = P_{\text{атм}} - P_{\text{ост}}$ .

Результирующая сила давления на стенку блока будет равна:

$$N = \Delta P_{\text{вак}} \cdot S; \quad S = (\pi R^2 + ab); \quad \text{тогда} \quad N = (P_{\text{атм}} - P_{\text{ост}}) \cdot (\pi R^2 + ab) \quad (2.23)$$

*Процесс уплотнения характеризуется как объемное трехмерное уплотнение-сжатие силосной массы внутри мягкого вакуумированного блока.*

### **2.3.2 Обоснование прочности гибкой оболочки из синтетической пленки мягкого вакуумированного блока**

Согласно основных положений сопротивления материалов, теории упругости и пластичности (А.Г. Саргсян; В.И. Феодосьев) [122,143] тело, у которого одно из измерений, обычно толщина, значительно меньше двух других называется оболочкой. Срединная поверхность оболочки это геометрическое место точек, равноотстоящих от обеих поверхностей оболочки. Если она образует часть цилиндра, то оболочка называется цилиндрической. Геометрическая форма оболочки определяется не только формой срединной поверхности, но и законом изменения толщины оболочки, которая обычно имеет постоянную толщину. Для расчета тонкостенных оболочек вращения необходимо принять, что напряжения, возникающие в оболочке, постоянны по толщине и, следовательно, изгиб оболочки отсутствует. Теория оболочек, построенная на этом предположении, называется безмоментной теорией оболочек [122,143]. При этом предполагается равномерное распределение напряжений по продольным и поперечным сечениям оболочки. Основные допущения для расчета тонкостенных оболочек:

- а) нормальные напряжения на площадках, параллельных срединной поверхности, максимально малы по сравнению с другими элементами напряжений;
- б) совокупность точек, находящихся на нормали, проведенной к срединной поверхности до деформации, образует после деформации прямую, нормальную к деформированной срединной поверхности.

Допускается, что нормальные напряжения в нормальных сечениях оболочки распределяются равномерно по ее толщине, т. е. возможно пренебречь изгибающими моментами, действующими в сечениях оболочки (безмоментная теория). Изгибающие напряжения относительно малы и в следствие их локальности они в расчет не принимаются. В этом случае возможно определить

общие напряжения по безмоментной теории и установить по ним условие прочности. Для оболочки, в виде тела вращения, при симметричном нагружении, меридиональное  $\sigma_x$  напряжение определяется из условия равновесия части оболочки, отсеченной нормальным круговым сечением, а окружное напряжение  $\sigma_y$  – из уравнения Лапласа:

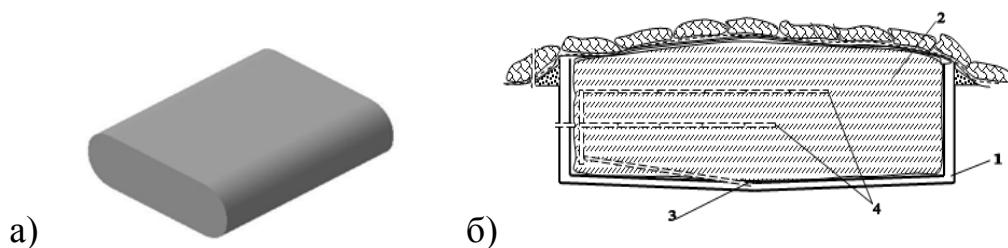
$$\frac{\sigma_x}{R_1} + \frac{\sigma_y}{R_2} = \frac{p}{h}, \quad (2.24)$$

где  $p$  – внутреннее остаточное давление, кПа;  $h$  – толщина оболочки, м;  
 $R_1$  и  $R_2$  – главные радиусы кривизны, м.

В мягком вакуумированном блоке с силосом из синтетической пленки создается внутреннее давление (разряжение) с помощью вакуумного насоса. Синтетическая пленка блока под влиянием вакуумметрического давления уплотнения плотно обжимает силосную массу, уплотняя ее. В результате на силосную массу через пленку действует равномерно распределенная нагрузка от объемного вакуумметрического давления уплотнения, равного разности между атмосферным  $P_{атм}$  и внутренним остаточным давлением  $P_{ост}$ , т. е.

$\Delta P_{вак} = P_{атм} - P_{ост}$ . Вакуумметрическое давление  $P_{вак}$  не может быть больше  $1 ат$ , то есть предельное значение  $P_{вак} - 100000$  Па, так как полное давление не может быть меньше абсолютного нуля. В результате воздействия уплотняющего давления силосная масса в блоке из синтетической пленки приобретает неопределенную геометрическую форму, наиболее близкую к цилиндрической.

Для расчета данную форму принимаем как оболочку цилиндрической поверхности радиуса  $R$  и толщиной  $h$ , которая находится под действием уплотняющего давления. На рисунке 2.6 а, б показан общий вид и поперечный разрез вакуумированных мягких блоков в силосной траншее.



1-стены траншейного силосохранилища; 2- мягкий блок; 3 – перфорированная труба для отвода сока; 4 – перфорированная труба для отвода воздуха.

Рисунок 2.6 а, б - Общий вид и поперечный разрез вакуумированного блока

Для определения напряжений, возникающих в оболочке и вывода формулы для подбора толщины оболочки в зависимости от напряжений и физико-механических свойств синтетической оболочки рассмотрим вакуумированный мягкий блок, как оболочку цилиндрической поверхности радиуса  $R$  и толщиной  $h$ , находящуюся под действием постоянного наружного атмосферного  $P_{\text{атм}}$  и внутреннего остаточного  $P_{\text{ост}}$  давлений (рисунок 2.7).

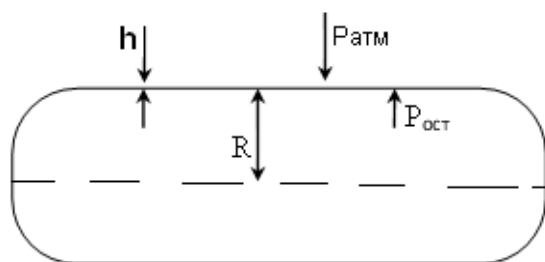


Рисунок 2.7 – Расчетная схема оболочки цилиндрической поверхности

Отсекаем поперечным сечением часть цилиндрической поверхности (рисунок 2.8 а, б) и составляем для нее уравнение равновесия:

$$\sigma_m 2\pi R h = \Delta P \quad (2.25)$$

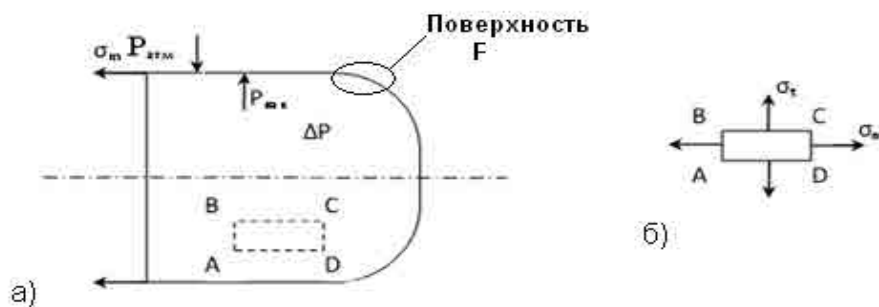


Рисунок 2.8 а, б – Отсеченная часть оболочки и элемент цилиндрической поверхности.

Для определения напряжения в симметричной оболочке по безмоментной теории [143] предположим, что если на какую-либо поверхность действует равномерно распределенное давление, то, независимо от формы поверхности, проекция равнодействующей сил давления на заданную ось равна произведению давления  $p$  на площадь проекции поверхности на плоскость, перпендикулярную к заданной оси.

Положим, задана поверхность  $F$  (рисунок 2.9), на которую действует равномерно распределенное давление  $p$ . Необходимо определить проекцию на ось  $x$  равнодействующей сил давления.

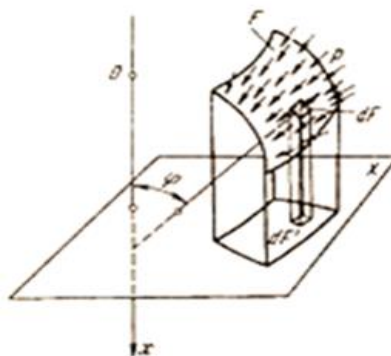


Рисунок 2.9 – Схема действующего равномерно распределенного давления на поверхность  $F$

Проекция  $P_x$  будет равна:

$$P_x = p \int_F \cos \varphi \cdot dF$$

где  $\varphi$  - угол между нормалью к поверхности и осью  $x$ . Площадь проекции элемента  $dF$  на плоскость  $X$ , перпендикулярную к оси  $x$ , равна  $dF' = dF \cdot \cos \varphi$

Следовательно,

$$P_x = p \int_F dF' = pF'$$

Таким образом, для того чтобы определить проекцию равнодействующей сил давления на ось  $x$ , необходимо предварительно спроектировать поверхность на плоскость  $X$ , а затем умножить давление на площадь этой проекции.

Осевая составляющая сил давления равна:

$$\Delta P = \pi R^2; \quad \Delta P = \pi R^2 (P_{атм} - P_{осм})$$

Таким образом, уравнение равновесия (2.25) запишется в виде:

$$\sigma_m 2\pi R h = \pi R^2 (P_{атм} - P_{осм})$$

$$\sigma_m 2h = R (P_{атм} - P_{осм})$$

Тогда меридиональное напряжение  $\sigma_m$  равно:

$$\sigma_m = \frac{R(P_{атм} - P_{осм})}{2h} \quad (2.26)$$

Из уравнения Лапласа (2.24):

$$\frac{\sigma_m}{\rho_m} + \frac{\sigma_t}{\rho_t} = \frac{p}{h}$$

находим окружное напряжение  $\sigma_t$ :

$$\frac{\sigma_t}{R} = \frac{P_{атм} - P_{осм}}{h} \quad \text{или} \quad \sigma_t = \frac{R(P_{атм} - P_{осм})}{h} \quad (2.27)$$

Из формул 2.26 и 2.27 следует, что окружное напряжение  $\sigma_t$  вдвое больше меридионального  $\sigma_m$ . Рассмотрим элемент ABCD, выделенный из цилиндрической оболочки (рисунок 2.10) Элемент ABCD находится в двухосном напряженном состоянии:

$$\sigma_1 = \sigma_t; \quad \sigma_2 = \sigma_m; \quad \sigma_3 = 0.$$

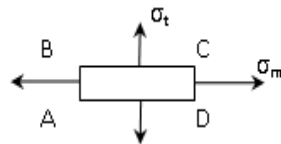


Рисунок 2.10 – Элемент ABCD цилиндрической поверхности

В тонкостенных оболочках обычно величины  $\sigma_m$  и  $\sigma_t$  намного больше, чем интенсивность внутреннего давления  $p$ , и поэтому величиной  $\sigma_3$  можно пренебречь, т.е. считать близкой нулю. По теории Мора, независимо от величины  $k$  для рассматриваемой оболочки цилиндрической поверхности эквивалентное напряжение находится по формуле:

$$\sigma_{эКВ} = \sigma_1 - k\sigma_3 = \frac{R(P_{атм} - P_{осм})}{h} \quad (2.28)$$

Где  $K$ - отношение предела текучести при растяжении к пределу текучести при сжатии (согласно теории (круги Мора, если материал при растяжении и сжатии имеет одинаковые пределы текучести  $K=1$ ).

Найдем максимальное напряжение с учетом коэффициента надежности  $n$

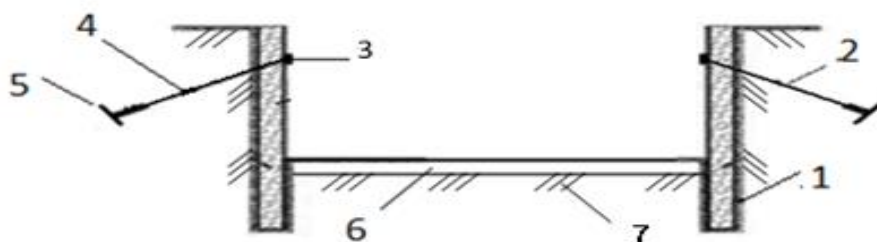
$$\sigma_{max} = n \cdot \frac{R \cdot (P_{атм} - P_{осм})}{h} \leq [\sigma] \quad (2.29)$$

Из формулы 2.29 следует, что возможен подбор оптимальной толщины оболочки – пленки с учетом необходимого вакуумметрического давления, коэффициента надежности  $n$  и допускаемого напряжения  $[\sigma]$ , которое зависит от физико-механических свойств материала используемой пленки:

$$h = n \cdot \frac{R \cdot (P_{атм} - P_{осм})}{[\sigma]} \quad (2.30)$$

## 2.4 Теоретическое обоснование нагрузок и анкерного крепления стен силосохранилища для хранения мягких вакуумированных блоков с силосом

Силос в мягких вакуумированных блоках для недопущения его промерзания предусматривается хранить в заглубленных силосных траншеях. На рисунке 2.11 приведена схема анкерного крепления стен железобетонного заглубленного силосохранилища.



1-вертикальная стена ограждения; 2- грунтый анкер; 3- оголовок; 4- анкерная тяга; 5- заделка (корень); 6- днище траншеи; 7- грунт.

Рисунок 2.11 – Схема анкерного крепления стен силосной траншеи

В настоящее время большое количество силосных траншей непригодны для хранения кормов, так как их стены потеряли прочность, герметичность и разрушаются, и как следствие, большие потери силоса. Поэтому нами поставлена

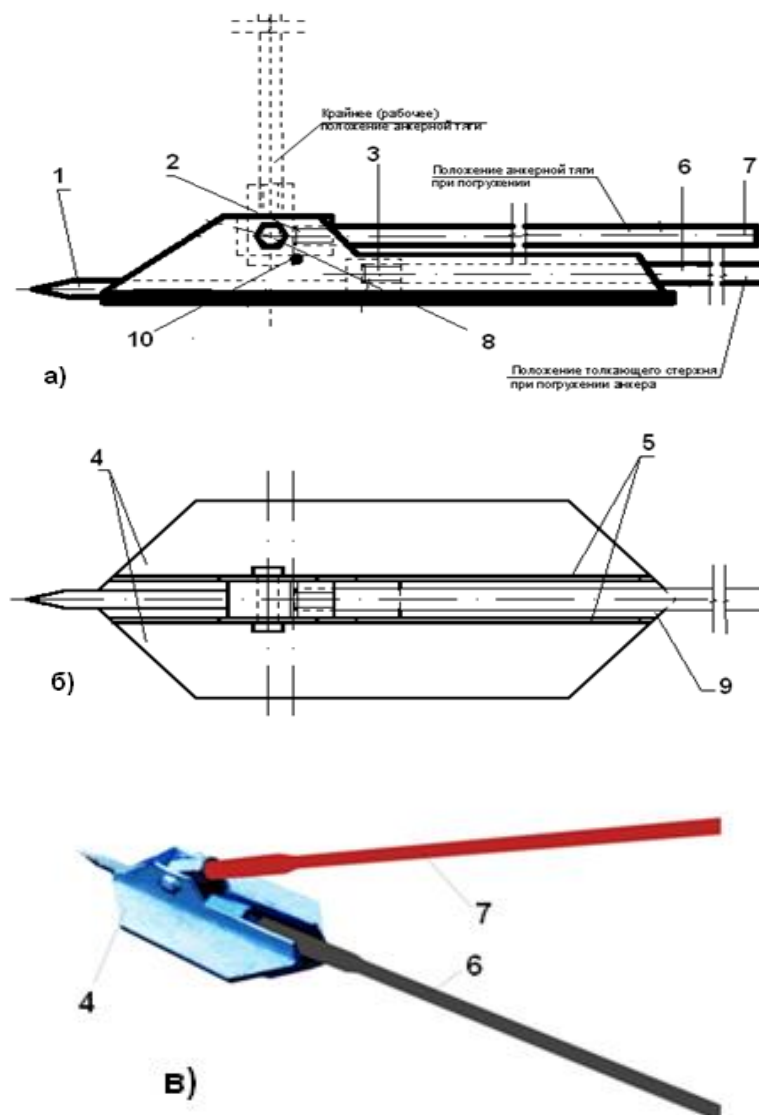
задача повышения прочности и долговечности силосохранилищ за счет анкерного крепления стен при их строительстве и ремонте.

### **Конструкция грунтового анкера якорного типа**

Заглубленные в грунт анкеры служат для восприятия внешних выдергивающих и опрокидывающих усилий действующих на стены траншей [76,83,110,115-117]. Грунтовой анкер - механическое устройство для передачи растягивающих нагрузок от закрепляемых стен силосохранилища на несущие, более прочные слои грунта [133]. Основным элемент анкера – специальная пластина, которая после погружения в грунт разворачивается перпендикулярно действующим на стены нагрузкам, перераспределяя их на себя. Для погружения грунтовых анкеров используются ударный или вибрационный методы, в том числе, с помощью ручных перфораторов. Для крепления стен силосохранилища разработан грунтовой анкер (Патент РФ на полезную модель № 131748) [105]. На рисунке 2.12 показаны: главный вид - а, вид сверху - б и общий вид - в анкера, которые поясняют конструкцию грунтового анкера.

Анкер включает в себя: анкерную плиту 4, стержневую анкерную тягу 7, толкающий стержень 6 и узлы их крепления 2,3 к указанной плите в виде разъемного шпилечного соединения. Крепление втулок 2,3 выполнено по оси симметрии анкерной плиты, но смещено от центра тяжести плиты в сторону наконечника - заостренной передней части анкерной плиты 4 на расстоянии  $1/3$  длинны плиты, что при приложении растягивающих усилий, создает опрокидывающий момент, необходимый для разворота анкера и обеспечивает его надежное закрепление в грунте. Анкерная плита (корень) анкера, называемая «грунтовым якорем» состоит из плоской опрокидывающейся в грунте стальной плиты 4, расположенной перпендикулярно линии действия нагрузки и несет основную растягивающую нагрузку. На верхней плоскости плиты два ребра жесткости 5 из уголков, между вертикальными полками которых, закреплены две втулки 2,3, с двумя стержнями. После погружения анкера на заданную глубину, толкающий стержень 6 выкручивается и удаляется из анкерной плиты для

погружения других анкеров. Анкерная тяга 7, передает на плиту растягивающие усилия от натяжного устройства - гидроцилиндра.



а) - главный вид; б) - вид сверху; в) - общий вид

1-заостренный наконечника; 2 - втулка для крепления анкерной тяги; 3- втулка для крепления толкающего стержня; 4-заостренная передняя часть плиты основания; 5-ребра жесткости; 6-толкающий стержень; 7-анкерная тяга, 8- ось вращения втулки для крепления тяги анкера; 9 - заостренная задняя часть плиты анкера; 10- стопорное устройство.

Рисунок 2.12 - Грунтовый анкер

Для ограничения угла поворота анкерной тяги на угол до  $90^0$  предусмотрено стопорное устройство 10, в виде стержня на ребрах жесткости плиты. После

погружения анкера на заданную глубину, толкающий стержень 6 выкручивается и удаляется из анкерной плиты для погружения других анкеров. Анкерная тяга 7, передает на плиту растягивающие усилия от натяжного устройства - гидроцилиндра. Для ограничения угла поворота анкерной тяги на угол до  $90^0$  предусмотрено стопорное устройство 10, в виде стержня на ребрах жесткости плиты. В передней части анкерной плиты 4 выполнен стержневой наконечник 1 из арматурной стали, который служит для преодоления лобового сопротивления грунта при погружении анкера. Задняя, хвостовая часть 9 анкерной плиты выполнена также в виде треугольника, вершина угла которого образует точку опоры для ее поворота. Характер деформации анкерных плит зависит не только от глубины их заложения, и сопротивления грунта при вдергивании анкерной плиты, но и от типа грунта и наклона анкерной плиты к действующей нагрузке, поэтому в данном случае, грунтовый анкер погружается в грунт под углом  $30^0$  относительно горизонта, что дает ему дополнительную несущую способность. Размеры, площадь плиты, материал анкерной тяги принимаются по расчету и выполняются из стержневой арматуры или высокопрочной проволоки. Сборка грунтового анкера выполняется на месте его погружения, после этого он погружается в грунт на заданную глубину ударным или вибрационным методом, в том числе, с помощью стандартных перфораторов с рабочими насадками. Сразу после погружения анкера, на расчетную глубину на него подается тестовая нагрузка в виде выдергивающего усилия натяжения.

### **Расчет оптимального угла заострения наконечника грунтовых анкеров**

При погружении грунтового анкера ударным инструментом, возникает сопротивление грунта его погружению. Для облегчения его погружения применяются различные по геометрической форме наконечники, которые являются головной частью грунтового анкера [11,12,13,23,112]. Сопротивление усилию погружения грунтового анкера суммируется из лобового сопротивления наконечника грунту, сил трения и сцепления анкера с грунтом. Исследованиям процессов взаимодействия наконечников с грунтом посвящены работы, А.С.

Вазетдинова, В.М. Земскова, А.Н. Зеленина, Н.В. Васильева, Н.Я. Киршенбаума, И.С. Минаева, В.И. Полтавцева, Н.Е. Ромакина, В.К. Тимошенко [8,12,13,23, 112,119]. Как отмечает О.Г. Шершакова [148], А.С. Вазетдиновым, предложена формула для расчёта лобового сопротивления:

$$F_{\text{л}} = \frac{\sigma_{\text{упл}} \pi R^2}{n_0}, \quad (2.31)$$

где  $F_{\text{л}}$  - лобовое сопротивление, (Н);

$\sigma_{\text{упл}}$  - среднее критическое напряжение, действующее по всему сечению зоны структурных деформаций грунта в радиальном направлении, (Н/м<sup>2</sup>);

$R$  - радиус внедряемого наконечника, (м);

$n_0$  - первоначальная пористость грунта, % (до заглубления анкера с наконечником).

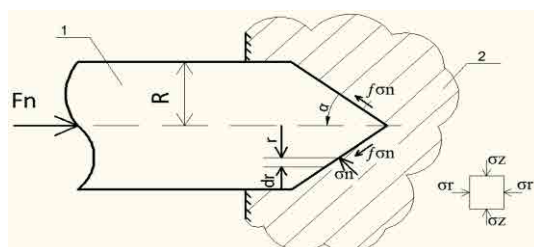
По мнению многих авторов, занимающихся исследованиями в этой области, формула не учитывает влияние геометрической формы наконечника и коэффициента трения грунта о наконечник, что, подтверждается исследованиями данных авторов [102,127]. Поэтому формула (2.31), используется для ориентировочного определения лобового сопротивления.

Суть предлагаемого расчета заключается в том, что в нем учитываются влияние геометрической формы наконечника анкера и коэффициенты трения грунтов.

В работах [8,10,11,12,13,133,139] выявлены зависимости лобового сопротивления от угла заострения наконечника при различных коэффициентах трения грунта. Установлено, что при независимости нормальных напряжений от радиуса наконечника и постоянном коэффициенте трения оптимальной формой наконечника, обеспечивающей минимум усилия его погружения в грунт, является круговой конус, что полностью подтверждается практикой. В представленном расчете, с учетом материалов указанных работ, приняты допущения: составляющая упругих деформаций грунта в расчёте не учитывается ввиду ее незначительности; зона деформаций распространяется в плоскости,

перпендикулярной оси прохода анкера с наконечником, и представляет собой концентрическую окружность с центром на оси стержня; по всей зоне структурных деформаций образуется критическое напряжение  $\sigma_n$ , равное напряжению грунта при полном уплотнении  $\sigma_{упл}$ .

Для решения поставленной задачи принимается наконечник грунтового анкера в виде прямого кругового конуса радиусом  $R$  и углом заострения  $2\alpha$ , который перемещается в однородном грунте с постоянной скоростью. Усилие по погружению конуса  $F_n$  зависит от нормальных напряжений  $\sigma_n$ , возникающих на рабочей поверхности наконечника, коэффициента трения  $f$  грунта о наконечник и размеров наконечника. Расчетная схема представлена на рисунке 2.13.



1- наконечник; 2- грунт

Рисунок 2.13 - Расчётная схема для определения усилия погружения анкера с наконечником в грунт

Погружение грунтового анкера с наконечником возможно при условии, что радиальное давление на грунт, создаваемое коническим наконечником, обеспечит перемещение грунта в радиальном направлении. Нормальные напряжения  $\sigma_n$  зависят не только от свойств грунта, но и от коэффициента трения  $f$  грунта о наконечник и угла  $\alpha$ . Выразим напряжения  $\sigma_r$  через  $\sigma_n$ , для этого спроецируем силы, действующие на элементарную площадь, на горизонтальную ось:

$$\sigma_r = \sigma_n \cos \alpha - \sigma_n f \sin \alpha = \frac{\sigma_n \cos(\alpha + \varphi)}{\cos \alpha}.$$

Воспользуемся известной [134] формулой для определения лобового усилия  $F_n$  при погружении в грунт анкера с наконечником:

$$F_n(\alpha) = \pi R^2 \sigma_r \frac{\operatorname{tg}(\alpha + \varphi)}{\sin \alpha}, \quad (2.32)$$

где  $\varphi$  – угол трения наконечника о грунт,  $\operatorname{tg} \varphi = f$ .

Найдем минимум функции  $F_n(\alpha)$ , для чего производную  $F_n'(\alpha)$ , приравняем к нулю:

$$\begin{aligned} F_n'(\alpha) &= \pi R^2 \sigma_r \cdot \frac{\frac{1}{\cos^2(\alpha + \varphi)} \cdot \sin \alpha - \operatorname{tg}(\alpha + \varphi) \cdot \cos \alpha}{\sin^2 \alpha} = \\ &= \pi R^2 \sigma_r \cdot \frac{\frac{\sin \alpha}{\cos^2(\alpha + \varphi)} - \frac{\sin(\alpha + \varphi) \cdot \cos \alpha}{\cos(\alpha + \varphi)}}{\sin^2 \alpha} = \\ &= \pi R^2 \sigma_r \cdot \frac{\sin \alpha - \cos(\alpha + \varphi) \cdot \sin(\alpha + \varphi) \cdot \cos \alpha}{\cos^2(\alpha + \varphi) \cdot \sin^2 \alpha} = \\ &= \pi R^2 \sigma_r \cdot \frac{\sin \alpha - \frac{1}{2} \sin(2\alpha + 2\varphi) \cdot \cos \alpha}{\cos^2(\alpha + \varphi) \cdot \sin^2 \alpha}. \end{aligned}$$

Так как знаменатель не может быть равен нулю, и множитель  $\pi R^2 \sigma_r = \text{const} \neq 0$ , то приравниваем к нулю числитель дроби. То есть:

$$\sin \alpha - \frac{1}{2} \sin(2\alpha + 2\varphi) \cdot \cos \alpha = 0.$$

Разделив обе части равенства на  $\cos \alpha$  получаем:

$$2 \operatorname{tg} \alpha - \sin(2\alpha + 2\varphi) = 0. \quad (2.33)$$

На следующем этапе решаем данное уравнение с помощью метода хорд, предложенного В. Е. Гурманом [25]. Пусть на отрезке  $[a; b]$  содержится только один корень  $\zeta$  уравнения  $f(x)=0$ . Предположим, что на этом отрезке выполняются следующие требования, обеспечивающие монотонность функции и отсутствие точек перегиба:

- 1) функция  $f(x)$ , ее первая и вторая производные непрерывны;
- 2) производные  $f'(x)$  и  $f''(x)$  сохраняют знак.

Корень  $\zeta$  уравнения  $f(x)=0$  представляет собой точку пересечения графика функции  $y=f(x)$  с осью  $Ox$ . Заменив дугу  $AB$  хордой  $AB$  (рисунок 2.15) и найдя точку пересечения этой хорды с осью  $Ox$ , получаем приближенное значение корня  $x_1$ . Проводя хорду  $CB$ , найдем точку ее пересечения с осью  $Ox$ , т.е.

приближение  $x_2$ . Аналогичными построениями находятся последующие приближения корня  $x_2, x_3, \dots x_k$ . На рисунке 2.14 приведен график функции  $y=f(x)$

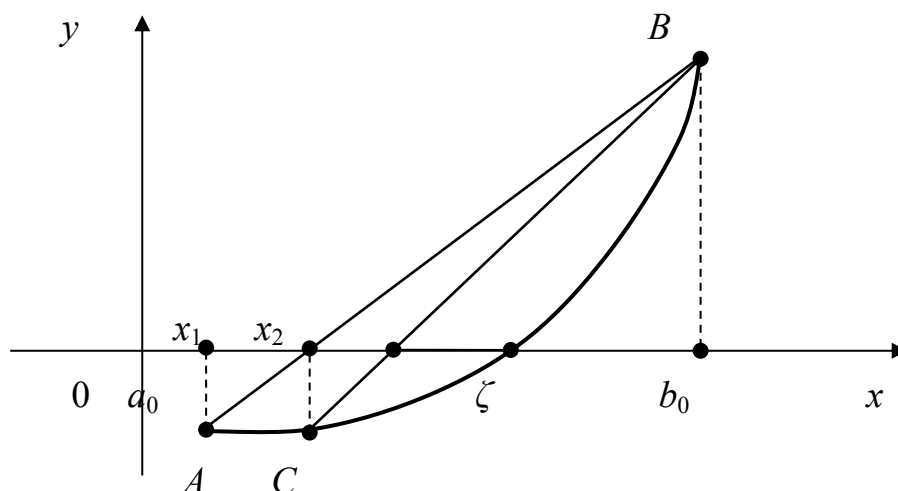


Рисунок 2.14 - График функции  $y=f(x)$

В общем случае, когда уже найдено приближение  $x_k$ , следующее приближение  $x_{k+1}$  находится по формуле:

$$x_{k+1} = a_k - \frac{b_k - a_k}{f(b_k) - f(a_k)} f(a_k).$$

Из приведенных геометрических вычислений ясно, что при сделанных допущениях относительно функции  $f(x)$  последовательность приближений  $x_0, x_1, x_2, \dots$  сходится к искомому корню  $\zeta$ . Процесс продолжается до тех пор, пока не будет обнаружено, что  $|x_k - x_{k+1}| < \varepsilon$ , где  $\varepsilon$  – заданная предельная абсолютная погрешность.

Возвращаясь к решению уравнения (2.33), учитываем, что  $\alpha$  – искомая переменная, причем  $0^\circ < \alpha < 90^\circ$  или приблизительно  $0.1 < \alpha < 1.5$  в радианах, а  $\varphi$  – заданная величина, причем  $7^\circ < \varphi < 40^\circ$  или приблизительно  $0.12 < \varphi < 0.7$  в радианах. Полученный результат переводим из радиан в градусы. Для решения исходного уравнения (2.33) методом хорд, воспользуемся интегрированной системой Math Cad. Блок-схема программы приведена на рисунке 2.15.

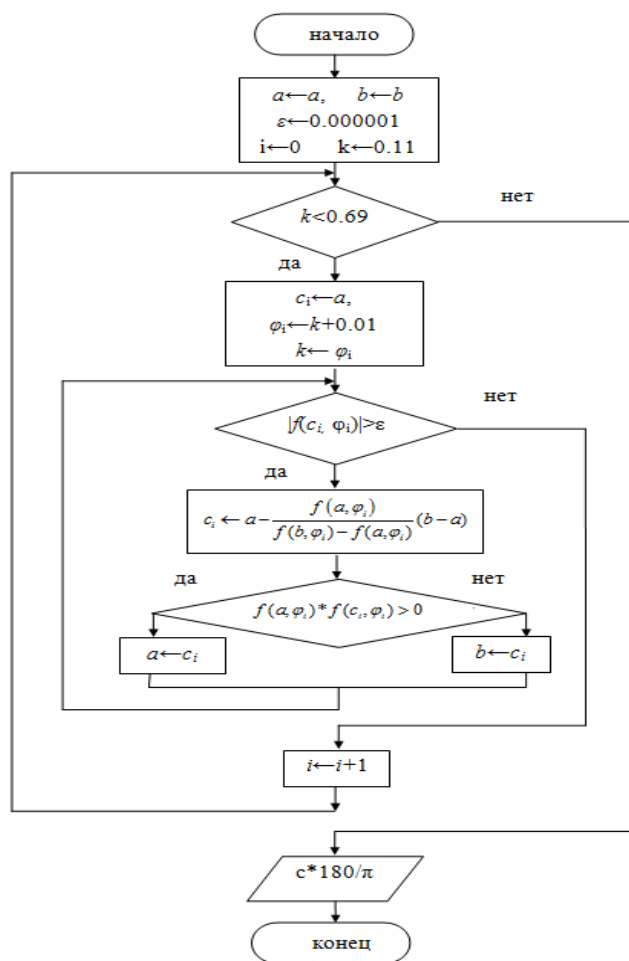


Рисунок 2.15 - Блок-схема программы

Результаты работы программы приводятся в разделе: «Результаты исследований»)

### Расчет нагрузок и анкерного крепления стен силосохранилища

В соответствии с Рекомендациями по проектированию и устройству постоянных анкеров, временными строительными нормами ВСН 506-88 [116,117] при проектировании грунтовых анкеров должны обеспечиваться следующие требования: необходимая несущая способность анкеров для восприятия нагрузок, действующих на стены силосохранилища; расположение проектного погружения анкера за пределы призмы обрушения грунта; надежный контакт между анкером и грунтом, окружающим анкер; статическая схема силосохранилища, конструкция анкеров, их тип принимаются с учетом типа грунтов и их физико-механических свойств. Расчет ведется стандартно по двум группам предельных состояний (по прочности, устойчивости и деформациям). Рассчитываются: общая

устойчивость сооружения; несущая способность анкера по грунту и материалу; прочность отдельных элементов анкера, входящих в состав анкера. Расположение и число ярусов анкеров по высоте стен; расстояние между ними в ярусе определяется исходя из нагрузок на стены, результатов испытаний анкеров. Расчет анкеруемого сооружения (рисунок 2.16) на прочность выполняется методом «упругой линии» [23,26,35,83,85,87,89,116,135]. По этому расчету определяется  $E_a$  - равнодействующая активного давления грунта на стены силосохранилища,  $N_a$  - выдергивающее усилие в месте крепления анкера и глубина заделки анкера в грунт; определяются длина заделки и площадь поперечного сечения анкерной тяги, исходя из нагрузки приложенной к анкеру, несущая способность грунта и материала анкерной тяги. Угол его наклона  $\omega$ , т.е. положение анкера в грунте и полная длина -  $l_a$ , включающая длину свободной части анкера -  $l_f$  и длину заделки -  $l_b$ , подбираются при расчете общей устойчивости системы «стена–грунт–анкер» на опрокидывание вокруг низа стены в соответствии с тем, что прочность грунтов на сдвиг в системе преодолена и образуется «глубокая линия скольжения» (метод Кранца). В качестве этой «глубокой линии скольжения» принимается прямая между точкой  $b$  поворота анкеруемой стены силосохранилища и точкой  $c$  (подошвой фиктивной анкерной стенки  $ce$ ), которая проходит через середину заделки анкера под углом  $\beta$  к горизонтали. Построенный из условия равновесия заштрихованной призмы  $abce$  силовой многоугольник, включает  $m$  - массу грунта над «глубокой линией скольжения»,  $E_a$  -равнодействующую активного давления грунта на анкеруемую стену,  $F_{sr}$ - силу реакции массы грунта над «глубокой линией скольжения»,  $F_b$  - несущую способность анкера в зоне заделки и  $E'_a$  - равнодействующую активного давления грунта на фиктивную анкерную стенку. В результате решения силового многоугольника возможно определить  $F_{bx}$  -горизонтальную проекцию несущей способности анкера в зоне заделки, приводящую заштрихованную призму в состояние предельной устойчивости:

$$F_{bx} = f [m + g (E_{ox} - E'_{ax})] \quad (2.34)$$

где  $f = 1/[\operatorname{ctg}(\varphi - \beta)] + \operatorname{tg} \omega$ ;

$$m = V\gamma_{sb} + q + q'.$$

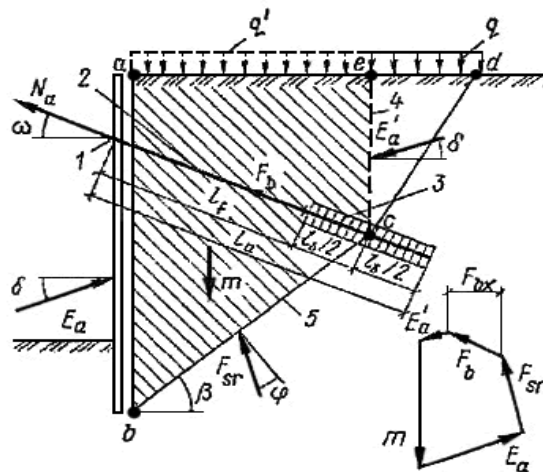
где  $V$  - объем призмы грунта над «глубокой линией скольжения» между анкеруемой стеной силосохранилища и фиктивной анкерной стенкой;

$q$  - равномерно распределенная вертикальная пригрузка, которая учитывается при подсчете массы грунта в случае  $\beta > \varphi$ ;  $g = \operatorname{ctg}(\varphi - \beta) - \operatorname{tg} \delta$

где  $\delta$  — угол трения грунта по поверхности анкеруемой стены;

$E_{ax}$  - горизонтальная проекция равнодействующей активного давления грунта на анкеруемую стену;

$E'_{ax}$  - то же, на фиктивную анкерную стенку.



1 - оголовок; 2 - анкерная тяга; 3 - зона заделки; 4 - фиктивная анкерная стенка;

5 - «глубокая линия скольжения»

Рисунок 2.16- Схема сил к определению устойчивости по «глубокой линии скольжения»

$K_s$  - коэффициент устойчивости системы «стена–грунт–анкер» на опрокидывание вокруг низа анкеруемой стены, определяемый из отношения:

$$K_s = F_{bx} / N_{ax} \geq \gamma g. \quad (2.35)$$

где  $F_{bx}$  – горизонтальная проекция несущей способности;

$N_{ax}$  – горизонтальная проекция выдергивающего усилия;

$\gamma g$  - коэффициент надежности по грунту.

$P_d$  - расчетная нагрузка на анкер по несущей способности грунта устанавливается из условия:

$$P_d \geq P_n \gamma_n, \quad (2.36)$$

где  $P_n$  – нагрузка на анкер от стены;

$\gamma_n$  – коэффициент надежности по назначению силосохранилища.

Выдерживающая нагрузка прикладывается перпендикулярно к плоскости анкерной плиты.

При расчете учитывается, что характер деформации анкерной плиты зависит не только от глубины ее заложения, но и от наклона анкерной плиты к горизонту и вида грунтов вокруг анкера. Допускаемое усилие в анкере зависит во-первых от прочности материала анкерной тяги, а во-вторых от несущей способности заделки анкера в грунте. Поперечное сечение анкерной тяги рассчитывается методами сопротивления материалов. А расчет грунта по несущей способности при действии выдерживающей нагрузки производится исходя из условия:

$$F - g_f G_n \cos\beta \leq g_c F_{n,q} / g_n, \quad (2.37)$$

где  $F$  - расчетная величина выдерживающей силы;

$g_f$  - коэффициент надежности по нагрузке;

$G_n$  - нормативное значение веса анкера;

$\beta$  - угол наклона выдерживающей силы к вертикали;

$g_c$  - коэффициент условий работы;

$F_{n,q}$  - сила предельного сопротивления грунта в зоне выдерживаемого анкера;

$g_n$  - коэффициент надежности по назначению.

Сила предельного сопротивления грунта основания выдерживаемого анкера определяется по формуле:

$$F_{n,q} = g_{bf} (V_{bf} - V_f) \cos\beta + cI [A_1 \cos(\varphi_0 + \beta/2) + A_3 \cos\varphi_I], \quad (2.38)$$

где  $g_{bf}$  - расчетное значение удельного веса грунта вокруг анкера;

$V_{bf}$  - объем тела выпирания в форме усеченной пирамиды, образуемой плоскостями, проходящими через кромки верхней поверхности анкерной плиты и наклоненными к вертикали под углами  $\varphi$ , равными:

- у нижней кромки  $\Theta_1 = \varphi_I + \beta/2$ ;

- у верхней кромки  $\Theta_2 = \varphi_I - \beta/2$ ;

- у боковых кромок  $\Theta_3 = \Theta_4 = \varphi I$ ;

$V_f$  - объем части анкерной плиты, находящейся в пределах тела выпирания;

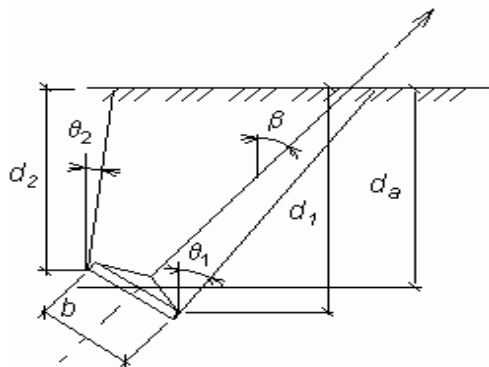


Рисунок 2.17 - Расчетная схема анкерной плиты

$c_1$  и  $\varphi_1$  - расчетные значения удельного сцепления и угла внутреннего трения грунта выше анкерной плиты.

Расчет оснований грунта по несущей способности при действии на анкерную плиту выдергивающей нагрузки производится исходя из условия:

$$P_w - \gamma_f G \cos \beta \leq \gamma_c F / \gamma_n, \quad (2.39)$$

где  $P_w$  - расчетное значение выдергивающей силы;

$\gamma_f$  - коэффициент надежности по нагрузке;

$G$  - нормативное значение веса плиты анкера;

$\beta$  - угол наклона выдергивающей силы к вертикали ;

$\gamma_c$  - коэффициент условий работы;

$F$  - сила предельного сопротивления грунта основания выдергиваемого анкера;

$\gamma_n$  - коэффициент надежности по назначению.

Анкер состоит из оголовка 1, тяги 3, анкерной плиты 4 (рисунок 2.18).

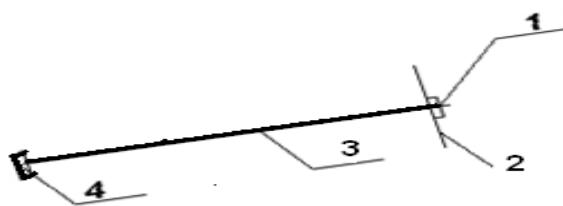
Площадь сечения тяги анкеров  $F_a$ , должна удовлетворять условию:

$$F_a \geq 1,58 P_w / \sigma, \quad (2.40)$$

где  $P_w = N_b$  - продольное усилие, действующее на анкерную тягу, (т).

$\sigma$  - расчетное сопротивление материала арматуры класса АIII, т/м<sup>2</sup>

В болтовых соединениях при действии продольной силы  $N$ , которая проходит через центр тяжести соединения, распределение этой силы между болтами принимается равномерным.



1 - оголовок; 2 - стена силосохранилища; 3 - анкерная тяга; 4 - плита анкера

Рисунок 2.18 - Схема грунтового анкера

Расчетное усилие на растяжение  $N_b$ , которое может быть воспринято одним болтом, определяется по формуле:

$$N_b = R_{bt} A_{bn}. \quad (2.41)$$

где  $N_b = P_w(t)$ .

$R_{bt}$  - расчетные сопротивления болтовых соединений (т/см<sup>2</sup>);

$d$  - наружный диаметр стержня болта;

$A = \pi d^2 / 4$  - расчетная площадь сечения стержня болта;

$A_{bn}$  - площадь сечения болта нетто (см<sup>2</sup>);

Результаты расчета параметров и конструкции анкерных креплений стен силосохранилища приведены в Приложении 3, И диссертации.

## 2.5 Расчет железобетонной плиты днища силосохранилища

Определение нагрузок и усилий в плите днища силосохранилища выполняются в соответствии с приложением «Г» (справочное) Норм технологического проектирования хранилищ силоса и сенажа НТП АПК 1.10.11-001-00 [86,88,89,134,135].

Вертикальное нормативное давление на днище заглубленных силосных траншей определяется по формуле:

$$P_v^H = [\gamma_c(h - h_{ж}) + q + \gamma_{ж}h_{ж}], \quad (2.42)$$

где  $\gamma_c$ ,  $h$ ,  $q$ , - имеют значения, ранее приведенные в формулах;

$h_{ж}$  - высота от расчетного уровня силоса до поверхности днища траншеи (высота блока с силосом).

Горизонтальное нормативное давление на вертикальные стены принимается равным:

$$P^H_H = K_d P^H_B, \quad (2.43)$$

где  $K_d$  - коэффициент бокового давления массы;

$P^H_B$  - вертикальное нормативное давление.

Расчетное значение вертикального и горизонтального давлений вычисляются с учетом коэффициентов перегрузки массы  $n_c$ , уплотняющих устройств  $n_n$ .

Для расчета монолитной плиты днища силосохранилища использовался программный комплекс «ПК МОНОМАХ, который служит для автоматизированного проектирования железобетонных конструкций сооружений с выдачей рабочих чертежей и используется при экспертной оценке выполненных проектов [29,30,127,132]. Расчет плиты днища находится в приложении К диссертации.

## Заключение по главе 2

Проведенные теоретические исследования позволяют сделать следующие выводы.

1. Для исключения недостатков существующих технологических процессов приготовления и хранения силоса в заглубленных силосных траншеях нами разработан технологический процесс приготовления и хранения силоса в мягких вакуумированных блоках заглубленных силосных траншей, содержащий: скашивание и измельчение зеленой массы, погрузку в транспортные средства; транспортирование и закладку в мягкие блоки из синтетической пленки, установленные в силосные траншеи; их герметизацию, уплотнение и отвод силосного сока при помощи вакуума; укрытие блоков и силосной траншеи от атмосферных осадков и промерзания; хранение силоса в уплотненном состоянии в вакуумной среде до момента скармливания животным.

2. Теоретически обоснованы параметры мягких вакуумированных блоков для приготовления и хранения силоса в заглубленных силосных траншеях. Они должны быть выполнены из синтетической соэкструзионной пленки из полиэтилена высокого давления толщиной 200 мкм с пределом прочности на разрыв 63кПа при относительном удлинении 25,5 мм; барьерные свойства

которой противодействуют проникновению кислорода извне в мягкие вакуумированные блоки и создают необходимую герметичность. Геометрические размеры мягкого блока определяются суточной потребностью в кормлении животных.

3. Теоретически обоснованы режимы вакуумирования мягких блоков при приготовлении силоса в заглубленных силосных траншеях.

### **3 ПРОГРАММА И МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРИГОТОВЛЕНИЯ И ХРАНЕНИЯ СИЛОСА В МЯГКИХ ВАКУУМИРОВАННЫХ БЛОКАХ ЗАГЛУБЛЕННЫХ СИЛОСНЫХ ТРАНШЕЙ**

#### **3.1 Программа и методика проведения лабораторных исследований и производственных испытаний.**

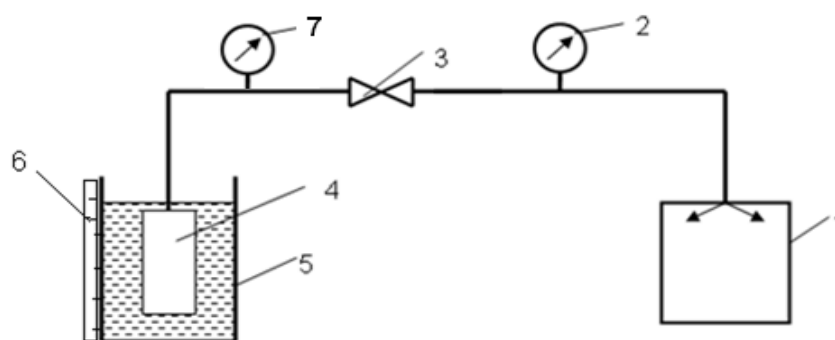
Для успешной реализации технологического процесса приготовления и хранения силоса в мягких вакуумированных блоках силосных траншей необходимо обосновать параметры, толщину синтетических пленок (оболочек) блоков, величину вакуумметрического давления, достаточного для необходимого уплотнения силосной массы [137]. Кроме того, поскольку нами принято хранение вакуумированных мягких блоков в силосной траншее, необходимо обосновать прочность и толщину днища и стен траншеи с их креплением при помощи грунтовых анкеров.

**В связи с этим программа исследований включала:**

- 3.1.1 Методику определения изменения объема силосной массы внутри мягкого блока от величины уплотняющего давления;
- 3.1.2 Методику определения плотности силосной массы внутри мягкого блока под действием уплотняющего давления и времени уплотнения;
- 3.1.3 Методику определения расхода откачиваемого воздуха из мягкого блока с силосной массой;
- 3.1.4 Методику определения прочности синтетической пленки мягкого блока в зависимости от ее толщины и уплотняющего давления;
- 3.2.1 Конструкцию и технологию использования установки для перемещения и испытаний грунтовых анкеров;
- 3.2.2 Методику определения несущей способности анкера в зависимости от его размеров и типа грунтов места строительства силосохранилища в процессе производственных испытаний.

### 3.1.1 Методика определения изменения объема силосной массы внутри мягкого блока от величины уплотняющего давления и времени уплотнения

Для определения изменяющихся объемов силосной массы внутри мягкого блока под влиянием различных уровней вакуумметрического давления (разряжения) за основу принят пикнометрический способ [18,74,80], в основе которого лежит закон Архимеда. Загерметизированный блок с силосной массой погружается в емкость с водой известного объема и замеряется объем вытесненной воды в емкости до и после погружения в него мягкого блока с силосной массой. Для исследований разработана установка, схема которой показана на рисунке 3.1 и вакуумная лабораторная установка рисунок 3.2.



- 1- вакуумный насос; 2- вакуумметр; 3- кран; 4- мягкий блок с силосной массой;  
 5- емкость с водой; 6- градуированная шкала уровней жидкости в емкости;  
 7- счетчик расхода воздуха.

Рисунок 3.1 - Схема экспериментальной установки для измерения объема силосной массы и расхода воздуха внутри вакуумированного мягкого блока

Установка состоит из герметично закрытого мягкого блока 4 из синтетической пленки с измельченной силосной массой, который помещается в прозрачную, жесткую и прочную емкость 5, заполненную водой с отградуированными на шкале 6 делениями для определения меняющихся уровней воды при погружении в нее блока с силосной массой. К блоку подведен вакуумопровод - шланг для подключения вакуумного насоса 1. В схеме предусмотрены вакуумметр 2 для измерения вакуумметрического давления внутри блока и запорный вентиль 3, а также счетчик расхода воздуха 7.



1-лабораторный вакуумопровод; 2- вакуумный отводящий шланг; 3- запорный кран мягкого блока; 4-мягкий блок с силосной массой; 5-емкость с водой с градуированной шкалой уровней жидкости; 6- измерительный сосуд для жидкости 1000 мл; 7- измерительная мензура для жидкости 100 мл.

Рисунок 3.2- Общий вид вакуумной лабораторной установки для измерения объема и плотности силосной массы внутри вакуумированного мягкого блока.

Вакуумный прочный, герметичный, но мягкий блок с обратным клапаном выполнен из синтетической пленки толщиной 200 мкм. В мешок загружается измельченная силосная масса. После этого пакет герметично закрывается с помощью двойной zip-lock застёжки. Для подключения шланга вакуум-насоса в мягком блоке предусмотрен обратный клапан с регулировочным запорным краном. Перед закладкой в мягкий блок-мешок силосная масса взвешивалась на электромеханических весах ВЛТК-500-М, 4 класса, с точностью  $\pm 0,01$ грамм и измерялась ее объемная масса обмером мягкого блока.

Герметичный мягкий блок с силосной массой (рисунок 3.3) помещался в прозрачную большеразмерную, прочную емкость (рисунок 3.4), заполненную водой с отградуированными делениями для определения меняющихся уровней воды. Первоначально фиксировался уровень воды в емкости при погружении в нее блока с силосом без вакуума. После этого блок с силосной массой подключался к вакуум-насосу, устанавливалась определенная величина

вакуумметрического давления (разряжения) и выдерживалась определенное время.



Рисунок 3.3- Закладка силосной массы в мягкий блок



Рисунок 3.4- Блок с силосной массой в емкости с водой

Плотность силосной массы внутри блока увеличивалась, при этом определялся и отмечался уровень воды в емкости с водой, куда он был погружен. Затем величины уровней вакуумметрического давления внутри мягкого блока с силосной массой повышались и повторялись семь раз, с вычислением разницы получаемых объемов силосной массы. По разнице уровней воды в емкости определялись объемы силосной массы в вакуумированном блоке при каждом значении вакуумметрического давления уплотнения.

### **3.1.2 Методика определения плотности силосной массы внутри мягкого блока под действием уплотняющего давления**

Данная методика является составной частью и продолжением приведенной методики определения изменения объема силосной массы внутри мягкого блока от величины уплотняющего давления и времени уплотнения. В результате выполненных измерений меняющихся объемов силосной массы получены различные значения плотности силосной массы в вакуумированном мягком блоке при каждом уровне подаваемого вакуумметрического давления. Как известно величина характеризующая массу, приходящуюся на единичный объем данного

вещества, называется плотностью. Плотность равна частному от массы тела и его объема, т.е:

$$\rho = M / V , \quad (3.1)$$

где  $\rho$  – плотность, кг/ м<sup>3</sup>;  $M$  - масса, кг;

$V$ - объем силосной массы, м<sup>3</sup>; или

$$\rho = M_m / V_2 - V_1, \quad (3.2)$$

где  $M_m$  - масса монолитов силоса, кг;  $V_2 - V_1$ - объем жидкости в емкости до и после погружения монолитов силосной массы в мягком блоке, м<sup>3</sup>.

Расчет коэффициента уплотнения полученной, в результате вакуумного уплотнения силосной массы, определяется по формуле:

$$\lambda_y = V / V_k = \rho / \gamma, \quad (3.3)$$

где  $V$  и  $V_k$ - объем корма до и после уплотнения, м<sup>3</sup>;

$\rho$  и  $\gamma$ - плотность спрессованного и объемная масса рассыпного (не уплотненного) корма, кг/м<sup>3</sup>.

В результате проведенных экспериментов, по полученным численным значениям объемной массы (приложение Д) построены графические зависимости изменения объема и плотности силосной массы от вакуумметрического давления уплотнения.

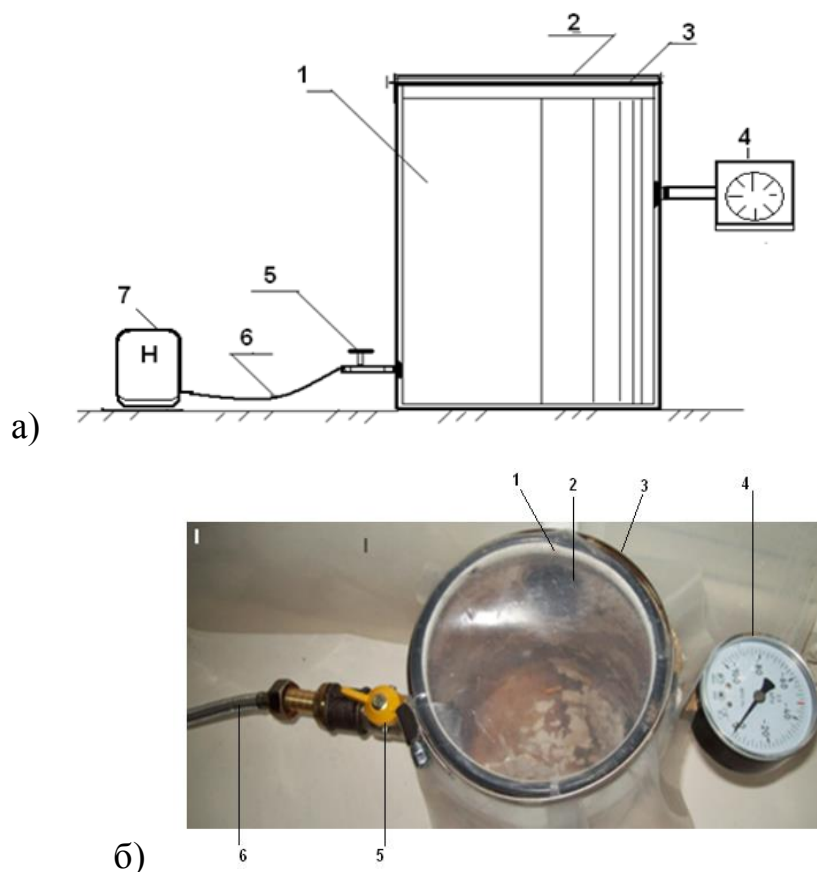
### **3.1.3 Методика определения расхода откачиваемого воздуха из мягкого блока с силосной массой**

Данная методика определения расхода откачиваемого воздуха из мягкого Блока с силосной массой в зависимости от времени и величины вакуумметрического давления, является составной частью и продолжением приведенной методики определения изменения объема силосной массы внутри мягкого блока от величины уплотняющего давления и времени уплотнения. Для проведения исследований была использована та же установка, схема которой показана на рисунке 3.1. Расход отведенного из блока воздуха определялся при помощи 7 газового счетчика СКГ - 4 ВПО. В результате выполненных измерений

откаченных объемов воздуха от времени и различных уровней вакуумметрического давления, а именно  $P_{\text{вак.}} = 30; 40; 50$  кПа, получены показатели объема воздуха откаченного из мягкого вакуумированного блока и времени действия различных уровней вакуумметрического давления, которые приведены в разделе «Результаты исследований».

### **3.1.4 Методика определения прочности синтетической пленки мягкого блока под действием уплотняющего давления**

Во второй главе диссертации смоделирован процесс взаимодействия пленки мягких стенок вакуумированного блока с силосной массой от влияния давления уплотнения, выполнены расчеты прочностных характеристик и толщины синтетической пленки стенок мягкого блока. Пленка блока является границей между двух сред: атмосферного давления и давления (разряжения) внутри мягкого блока. Под влиянием разницы между этими давлениями, так называемого вакуумметрического давления уплотнения пленка растягивается и плотно облегает все неровности и шероховатости силосной массы. Разработанная методика лабораторного эксперимента предусматривала определение прочности на растяжение и разрыв синтетических пленок для изготовления мягкого вакуумированного блока для уплотнения и хранения силосной массы от давления уплотнения. В процессе эксперимента проверялись результаты теоретических исследований, выполненных во второй главе диссертации. Для проведения эксперимента создана лабораторная установка (рисунки 3.5а,б), состоящая из стального корпуса в виде цилиндрического полого сосуда 1 с открытой горловиной. На корпусе закреплены: герметичный кран 5 двойной регулировки с переходной втулкой и штуцером для подключения вакуумпровода 6 и вакуумметр 4 для измерения вакуумметрического давления (разряжения). На открытую горловину плотно и герметично закрепляется испытуемая синтетическая пленка 2 с помощью специального крепежного стального цилиндрического хомута 3 с резиновой прокладкой для создания герметичного соединения.



1-стальной корпус; 2- синтетическая пленка; 3- крепежный хомут;  
4- вакуумметр; 5- кран; 6 – вакуумопровод; 7- вакуумный насос

Рисунок 3.5а, б – Схема и общий вид установки для испытания синтетической пленки

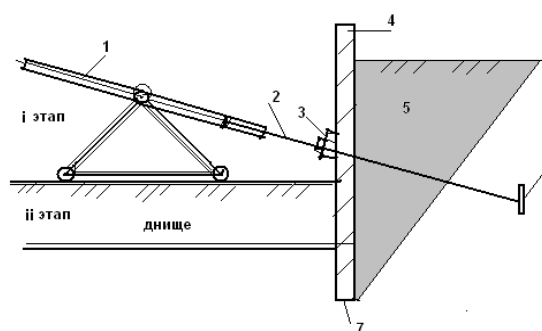
После горизонтального закрепления пленки на горловине в цилиндрическом сосуде, при помощи вакуумной установки, создавалось внутреннее давление (разряжение). Пленка прочно и герметично закрепленная на горловине под влиянием вакуумного разряжения втягивалась вовнутрь, деформировалась и натягивалась. В месте визуально наблюдаемых максимальных деформаций, а именно в центре втянутой вовнутрь пленки, нутромером штангенциркуля измерялась величина максимальной деформации растяжения пленки. Отсчет деформаций велся от первоначального уровня горизонтально натянутой пленки с точностью 0,1мм. Давление разряжения подавалось ступенями, с выдержкой времени по 5 минут. Пределом прочности пленки на растяжение и разрыв принято максимальное давлением, при котором происходило появление и

развитие мелкоструктурных трещин и отверстия в пленке и ее разрыв. Испытанию подвергались: синтетические пленки толщиной 100,150,200 мкм, которые используются для создания мягкого вакуумированного блока-мешка с силосной массой и укрытия силосной траншеи по разработанной блочно-вакуумной технологии. По итогам проведенных экспериментов получены численные значения и построены графические зависимости прочности синтетических пленок на растяжение и разрыв от уплотняющего давления уплотнения силосной массы, внутри мягких вакуумированных блоков, которые приведены в разделе «Результаты исследований» и приложении Е диссертации.

### **3.2 Методика экспериментальных исследований грунтовых анкеров для крепления стен силосохранилищ**

#### **3.2.1 Конструкция и технология использования установки для перемещения и испытаний грунтовых анкеров**

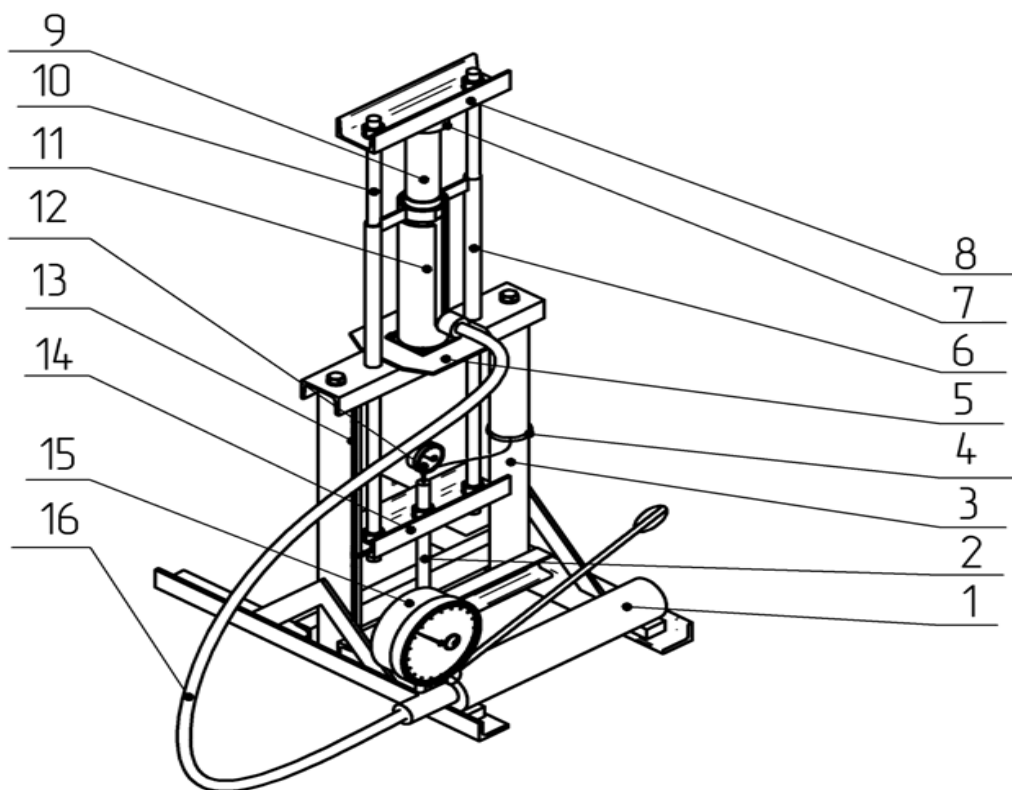
На установку получен Патент РФ на полезную модель №138024 [106]. Она предназначена для перемещения, испытаний грунтовых анкеров на выдерживающие нагрузки, их натяжения и закрепления на стены силосных траншей и других заглубленных сооружений. Для удобства перевозки установка спроектирована сборно-разборной. Схема работы установки для грунтовых анкеров приведена на рисунке 3.6.



1 - установка для перемещения анкеров; 2 - грунтовый анкер; 3 - узел крепления анкерной тяги на стене силосохранилища; 4 - стена; 5 - грунт; 6 - анкерная плита; 7 - консольная часть стены, заглубленная в грунт.

Рисунок 3.6- Схема работы установки для грунтовых анкеров.

Сущность технического решения иллюстрируется примером конкретного исполнения и чертежами установки. На рисунке 3.7 показана конструктивно-технологическая схема установки.



1-гидронасос; 2-грунтовый анкер; 3-стойка корпуса опорной рамы; 4-хомут крепления ИЧ; 5-опорная площадка гидронасоса; 6-направляющая ползуна; 7-подпятник штока цилиндра; 8-верхняя траверса ползуна; 9-шток гидроцилиндра; 10-тяга направляющая ползуна; 11-обойма крепления гидроцилиндра; 12-индикатор часового типа (ИЧТ); 13-линейная индикаторная шкала; 14-нижняя траверса ползуна с захватным устройством; 15-манометр; 16-гибкий трубопровод (шланг).

Рисунок 3.7 - Конструктивно-технологическая схема установки

Как видно из приведенной схемы установки она состоит из двух основных самостоятельных, но сопрягаемых блоков: блок I - опорная рама; блок II - ползун. Перемещается только ползун, а рама остается неподвижной и устойчивой. В свою очередь, первый блок состоит из двух опорных стоек - 3, верхнего и нижнего опорных швеллеров, образующих жесткую опорную раму, опорные горизонтальные направляющие, создают дополнительные условия для

устойчивости и повышения несущей способности установки. На верхнем швеллере находится опорная площадка для крепления силового механизма-5, состоящего из гидроцилиндра - 9, находящегося в обойме -11, шток гидроцилиндра опирается в подпятник - 7. Второй независимый блок – ползун, с большим интервалом хода, позволяет выдергивать анкер из грунта, с учетом разворота анкерной плиты в грунте. Он состоит из верхней - 8 и нижней траверс- 14, которые соединены между собой двумя тягами -10, выполненных в виде резьбовых шпилек, которые находятся внутри направляющих - 6. Нижняя траверса - 14 имеет захватное устройство, состоящее из цилиндрического отверстия для захвата верхней резьбовой части анкерной тяги грунтового анкера- 2 и гайку для его крепления на нижней траверсе. В качестве силового механизма используется гидроцилиндр и гидронасос 1, которые создают расчетные усилия и подобраны в соответствии с расчетами грунтового анкера на выдергивающие из грунта нагрузки. Контрольно-измерительные устройства: индикатор часового типа (ИЧТ) с точностью 0,01мм, служит для фиксации перемещений и измерения величины деформаций при контроле выдергивающих усилий. ИЧТ закреплен на правой стойке рамы при помощи хомута крепления-4. На левой штанге рамы закреплена линейная индикаторная шкала – 13 (с точностью 1мм), которая показывает величину перемещения - поворота анкерной плиты в грунте, в момент приложения выдергивающих усилий на анкерную тягу грунтового анкера. Манометр служит для измерения усилий в момент приложения выдергивающих нагрузок от гидроцилиндра при испытании грунтового анкера и закреплении анкерной тяги на закрепляемой стене заглубленного сооружения, а также показывает величину усилий при перемещении-развороте анкерной плиты в грунте. Манометр закреплен с помощью специального переходника на гидронасосе -1 с ручным приводом, и не требует специальной энергетической установки, что удобно в производственных условиях. Силовой блок, состоящий из гидронасоса с манометром закреплен на специальной переносной площадке, которая может устанавливаться в любом месте и пространственном положении.

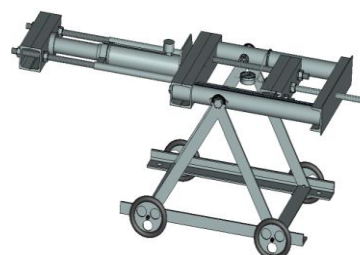
На рисунке 3.8 площадка с гидронасосом -1 показана на опорной площадке блока опорной рамы. В данной установке используется гидроцилиндр с гидронасосом, а не гидродомкрат, как в большинстве установок, что дает возможность установке работать в любом пространственном положении, тогда как установки с гидродомкратами работают только в вертикальной плоскости (снизу вверх). Как известно, плита (корень) - рабочая часть анкера, так называемый «грунтовый якорь», представляет собой опрокидывающуюся в грунте стальную пластину, которая несет растягивающую нагрузку и передает ее на грунт. При перемещении захватного устройства в процессе приложения выдергивающих нагрузок установки, с помощью линейной шкалы, закрепленной на левой опорной стойке, создана возможность фиксации и контроля величины, невидимых на поверхности земли перемещений и разворота анкерной плиты в толще грунта. А индикатор часового типа служит для фиксации и измерения величины деформаций перемещения головки грунтового анкера с точностью 0,01мм в процессе испытаний и контроля несущей способности установленных анкеров при приложении выдергивающих нагрузок. Общий вид модифицированной установки в различных рабочих положениях приведен на рисунке 3.8.



Первое положение



второе положение



третье положение

Рисунок 3.8 - Общий вид модифицированной установки в различных рабочих положениях

Установка работает следующим образом: после погружения ручным перфоратором (или другим виброударным инструментом) грунтового анкера 2 на расчетную глубину в грунт, над поверхностью грунта остается до 250 мм

резьбовой части анкерной тяги грунтового анкера. Установка монтируется и центрируется над ней. При этом необходимо соблюдать соосность установки и анкерной тяги анкера. Эта резьбовая часть анкера устанавливается в отверстие захватного устройства нижней траверсы 14 ползуна и закрепляется гайкой и контргайкой. После закрепления анкерной тяги, гидронасосом 1 подается расчетное усилие на ползун установки и он, перемещаясь в верхнее положение, выдергивает анкер 2 из грунта, в соответствии с программой испытаний. В это же время снимаются показания с манометра 15, фиксируются перемещения и угол поворота анкерной плиты по линейной индикаторной шкале 13, и величина деформации перемещений по ИЧТ 12. Для закрепления анкерной тяги на стене силосохранилища по манометру подается расчетное усилие гидроцилиндром, тяга натягивается, удерживается установкой и закрепляется с помощью гайки, шайбы и контргайки на опорной пластине стены силосохранилища (рисунок 3.9 а, б). Величина усилия натяжения должна соответствовать расчетным данным и контролироваться по манометру 15, а перемещения по ИЧТ 12.



а)



б)

Рисунок 3.9 а,б – Закрепление анкерной тяги на стене силосохранилища

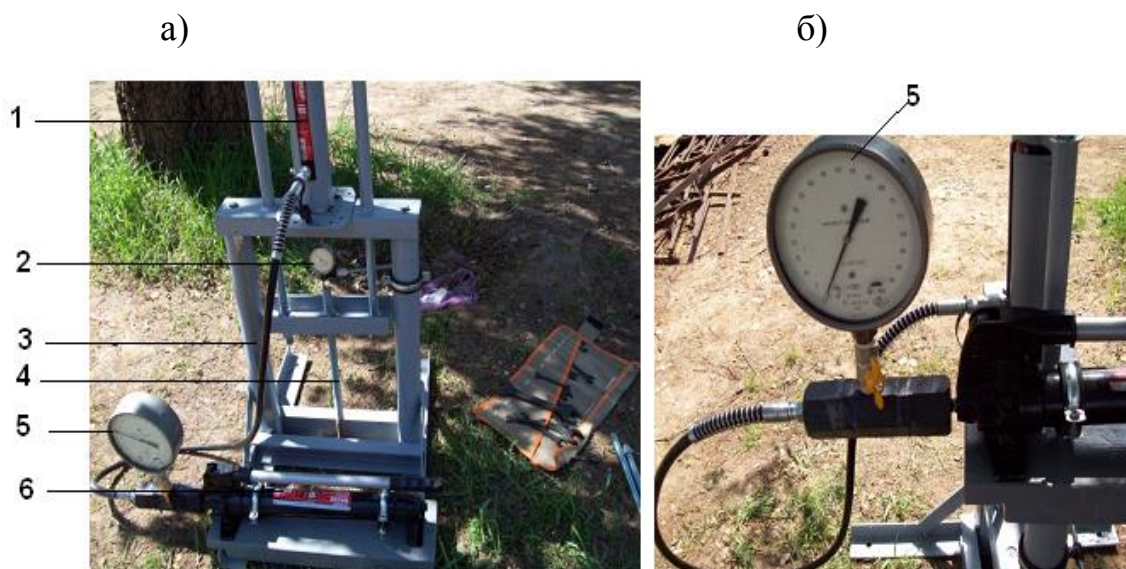
После закрепления анкерной тяги на стене, она освобождается из захватного устройства нижней траверсы установки. Установленный на расчетное усилие грунтовой анкер и его анкерная тяга дополнительно закрепляют железобетонную стену силосохранилища от действующих на нее выдегивающих, растягивающих и опрокидывающих нагрузок, что делает стены прочными, устойчивыми и долговечными. Далее установка перемещается к следующему

анкеру. В этой же последовательности и по такой же разработанной технологии анкерных креплений, выполняется ремонт и восстановление потерявших прочность и устойчивость стен силосохранилищ.

### 3.2.2 Методика определения несущей способности анкера в зависимости от его параметров и типа грунтов силосохранилища

Экспериментальные исследования в процессе производственных испытаний грунтовых анкеров проведены для проверки результатов теоретических расчетов несущей способности и прочности анкерных креплений стен силосохранилища выполненных в научной работе.

Испытания проводились в соответствии с «Методическими рекомендациями по испытаниям грунтовых анкеров крепления котлованов» [23,76,89,117], выдерживающей осевой ступенчато-возрастающей нагрузкой с фиксацией перемещений оголовка анкера. В задачу испытаний входила проверка работы разработанного анкера, несущая способность, которого определяется предельным сопротивлением грунта действию выдерживающей нагрузки. На рисунках 3.10 а; б приведен контрольно - измерительный блок установки.



1-гидроцилиндр; 2-индикатор часового типа (ИЧТ); 3-линейная индикаторная шкала; 4-грунтовый анкер; 5-манометр; 6-гидронасос

Рисунок 3.10 а; б - Контрольно - измерительный блок установки

Перед началом испытаний анкеров на выдергивающую нагрузку проведена аттестация измерительной аппаратуры (манометры, ИЧТ) и натяжных устройств (гидроцилиндр). Для контроля усилий натяжения анкера использовались: рабочий манометр и контрольный манометр (для проверки рабочего), с помощью которых измеряется нагрузка на анкер. Измерение перемещений свободного конца тяги анкера и анкеруемой конструкции (опорной плиты) производились относительно реперного устройства (стойки корпуса устаноки). Перемещения свободного конца анкерной тяги измерялись с точностью 0,01 мм с помощью индикатора часового типа (ИЧТ). Гидравлическое давление, передающееся на анкер, фиксировалось манометром. Исследовались и испытывались грунтовые анкеры с размерами анкерной плиты 350x175 мм, которые последовательно погружались в окружающие грунты послойно на глубину от 1.5 до 3 м в следующей последовательности:

- 1- сборка грунтового анкера перед погружением в грунты;
- 2 - погружение грунтового анкера перфоратором с помощью создаваемых ударно-вибрационных колебаний.
- 3-испытания анкеров горизонтально приложенной статической и циклической нагрузкой на выдергивание под углом  $30^0$ ;
- 4-выдергивающая нагрузка прикладывалась ступенями, с выдержкой времени на каждую ступень, до стабилизации перемещения (т.е. прекращения выхода анкера);

Гидроцилиндр предварительно оттарирован, а измерительные приборы поверены. После монтажа установки и поверки измерительных приборов проведены испытания анкера на выдергивание:

- 1-нагрузка на анкер прикладывалась ступенями, равными  $1/8-1/10$  предельной нагрузки (максимальной), предварительно определенной расчетом в зависимости от размеров анкера и сопротивления грунта (с использованием опытных данных физико-механических свойств грунтов) и составляли от 1.0 до 2.0 тс;

2-ступени нагрузок при загрузке анкера выполнялись поэтапно, при этом давалась выдержка времени на каждую ступень, до стабилизации перемещения (т.е. прекращения выхода анкера);

3-нагрузки на анкер доводилась до таких критических значений, при которых перемещения (выход) анкера продолжается без увеличения нагрузки;

4-каждая ступень нагрузки выдерживалась до стабилизации выхода анкера (т.е. прекращения выхода);

5-отсчеты по ИЧТ, регистрирующего нагрузку и перемещение анкера, регистрировались через каждые 10 минут;

6-одновременно велись наблюдения за деформацией грунта на поверхности, окружающей анкер;

7-переход на каждую последующую ступень производился после стабилизации перемещения анкера от каждой ступени нагрузки;

8-нагрузка на анкер доводилась до максимальной (критической) величины, соответствующей началу прорезания грунта гранью анкерной плиты.

### **Заключение по главе 3**

Разработанные программа и методики экспериментальных исследований позволяют выполнить следующие исследования: определения изменения объема силосной массы внутри мягкого блока от величины уплотняющего давления; определения плотности силосной массы внутри мягкого блока под действием уплотняющего давления и времени уплотнения; определения расхода откачиваемого воздуха из мягкого блока с силосной массой; определения прочности синтетической пленки мягкого блока в зависимости от ее толщины и уплотняющего давления; определения несущей способности анкера в зависимости от его размеров и типа грунтов места строительства силосохранилища в процессе производственных испытаний, которые необходимы для успешной реализации технологического процесса приготовления и хранения силоса в мягких вакуумированных блоках заглубленных силосных траншей.

## 4 РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРИГОТОВЛЕНИЯ И ХРАНЕНИЯ СИЛОСА В МЯГКИХ ВАКУУМИРОВАННЫХ БЛОКАХ ЗАГЛУБЛЕННЫХ СИЛОСНЫХ ТРАНШЕЙ

### 4.1 Результаты экспериментальных исследований процесса вакуумного уплотнения силоса в мягком вакуумированном блоке в лабораторных условиях

#### 4.1.1 Результаты исследований изменения объема и плотности силосной массы внутри мягкого вакуумированного блока от величины уплотняющего давления и времени уплотнения.

Для опытов была взята силосная масса из-под кормоуборочного комбайна, приготовленная в ООО «Авангард» Рыбновского района Рязанской области. Основные показатели силосной массы: силосная масса из кукурузы восковой спелости; сорт кукурузы «Родник 180 СВ»; влажность массы- 65%; средняя высота растений – 250см; средняя масса растений - 538 г; средняя длина початка - 20 см; диаметр початка – 2.7 см; средний размер резки частиц силосной массы при уборке – 15-20 мм. По результатам проведенного эксперимента построена графическая зависимость изменения объема и плотности силосной массы в мягком вакуумированном блоке от действия приложенного уплотняющего вакуумметрического давления (рисунок 4.1), таблица Д.1 приложения диссертации.

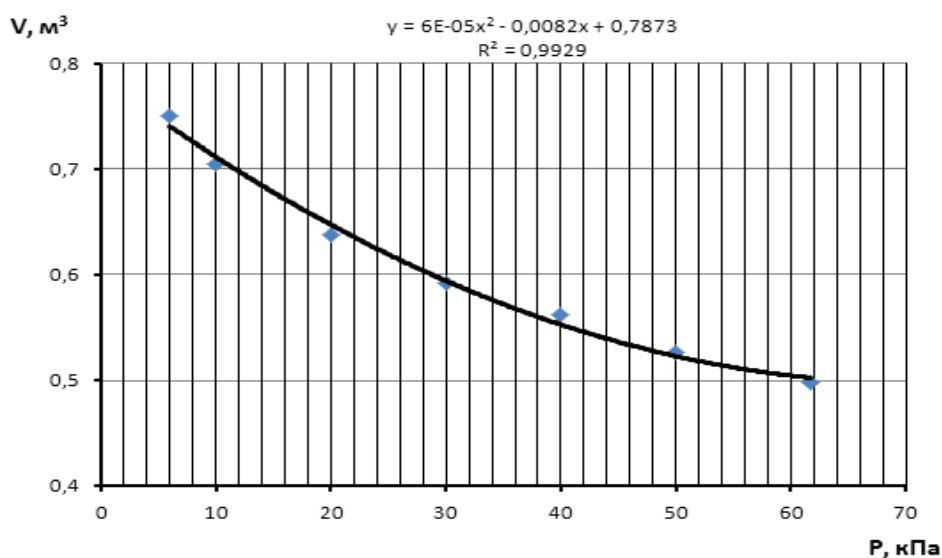


Рисунок 4.1 – Графическая зависимость изменения объема силосной массы от вакуумметрического давления уплотнения.

Как видно из графика (рисунок 4.1) с вероятностью 0,9929 под воздействием вакуумметрического давления в 61,7 кПа в мягком вакуумированном блоке имеет место уменьшение объема силосной массы в 1,5 раза.

На рисунке 4.2 приведена графическая зависимость изменения плотности силосной массы от вакуумметрического давления.

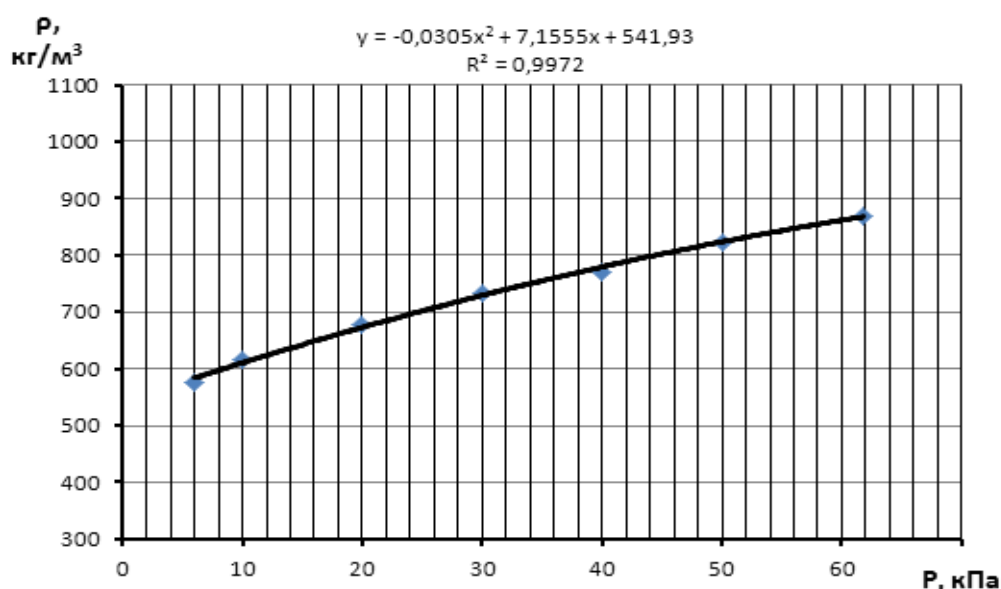


Рисунок 4.2 – Графическая зависимость изменения плотности силосной массы от вакуумметрического давления уплотнения

Как видно из графика (рисунок 4.2) с вероятностью 0,9972 под воздействием вакуумметрического давления в 61,7 кПа в мягком вакуумированном блоке получена плотность силосной массы 869,74 кг/м³, что больше требуемой нормативной плотности силосной массы в 650-750 кг/м³, получаемой уплотнением тракторами массой 15т. по стандартным технология силосования в силосных траншеях.

На рисунке 4.3 приведена графическая зависимость изменения объема воздуха, откаченного из мягкого вакуумированного блока от времени действия различных уровней вакуумметрического давления. По результатам проведенного эксперимента построена графическая зависимость изменения объема воздуха, откаченного из мягкого вакуумированного блока от времени действия различных уровней вакуумметрического давления (Приложение Д. диссертации).

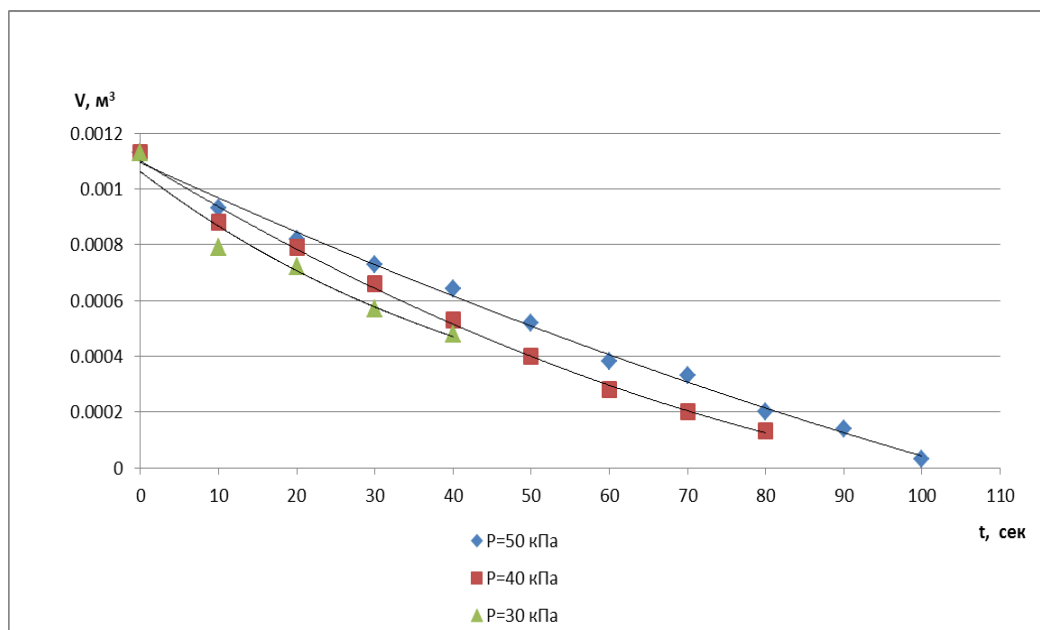


Рисунок 4.3 – Графическая зависимость изменения объема воздуха, откаченного из мягкого вакуумированного блока от времени действия различных уровней вакуумметрического давления.

Как видно из графика (рисунок 4.3) от созданных вакуумным насосом различных уровней остаточного давления (разряжения) внутри мягкого блока и связанных с этим вакуумметрических давлений происходит откачивание - уменьшение объема воздуха в силосной массе и внутреннем объеме блока. Причем в следующей закономерности: при вакуумметрическом давлении  $P=50\text{ кПа}$  время откачивания воздуха из вакуумированного блока составляет 100 с; при давлении  $P=40\text{ кПа}$  - 80 с; при давлении  $P=30\text{ кПа}$  - 40 с. То есть, чем меньше величина созданного остаточного давления внутри мягкого блока, тем больше величина уплотняющего вакуумметрического давления, тем быстрее по времени, происходит откачивание воздуха (разряжение) из его внутреннего объема и межпорового пространства силосной массы, тем больше деформация сжатия синтетической пленки стенок блока и уплотнения силосной массы внутри его.

Графическая зависимость плотности силосной массы от вакуумметрического давления уплотнения и времени приложения давления представлена на рисунке 4.4 и приложении Д диссертации.

$$\rho, \text{ кг/м}^3 = 391,4871 + 6,5908 \cdot x + 3,999 \cdot y - 0,0475 \cdot x^2 + 0,0176 \cdot x \cdot y - 0,067 \cdot y^2$$

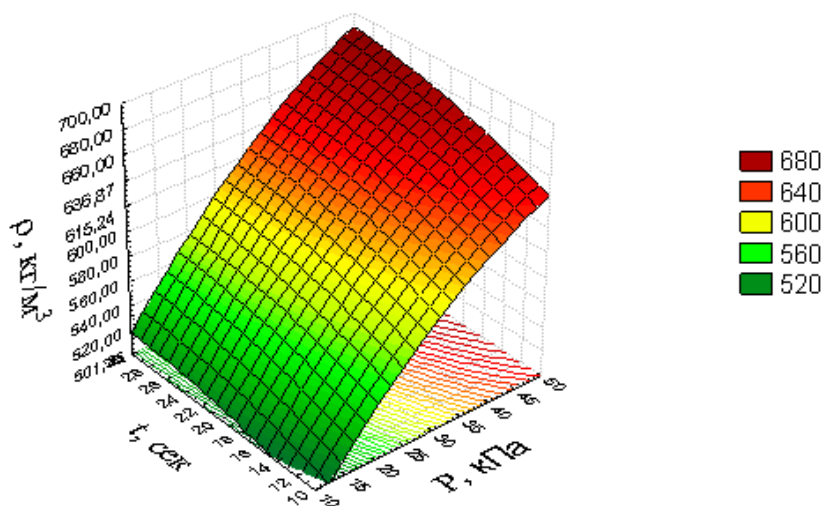


Рисунок 4.4 – Графическая зависимость плотности силосной массы от вакуумметрического давления и времени приложения давления

В результате проведенного двухфакторного эксперимента и полученной при этом графической зависимости - влияния величины вакуумметрического давления уплотнения на силосную массу внутри мягкого блока, полученной плотности силосной массы и времени приложения давления уплотнения следует отметить, что под влиянием вакуумметрического давления в интервале от 10 до 50 кПа происходит пропорциональное увеличение плотности силосной массы внутри мягкого блока от 520 до 680 кг/м<sup>3</sup> в интервале от 10 до 28 секунд. В ходе проведенных экспериментов по вакуумметрическому уплотнению силосной массы в мягких вакуумированных блоках силосной траншеи получены монолитные брикеты плотностью до 900 кг/м<sup>3</sup>.

#### 4.1.2 Результаты экспериментальных испытаний синтетических пленок для мягкого вакуумированного блока под действием уплотняющего давления

Синтетические пленки для мягких вакуумированных блоков широко применяются для упаковки пищевых продуктов, но недостаточно применяются в сельском хозяйстве. Используются пленки из различных материалов: полиэтилентерефталата (лавсан, полиэстер) и полиэтилена высокого давления,

которые хорошо изолирует продукты от паров воды и газов. Широко распространена пленка, полученная соэкструзией неориентированного полиамида и полиэтилена высокого давления. В качестве барьерного слоя в ней используется полиамид, противодействующий проникновению кислорода и газов, который закрывается полиэтиленом, обладающим высокими барьерными свойствами по отношению к воде. Они доступны и безопасны, имеют низкую стоимость и соответствуют всем стандартам безопасности. При толщине 100, 150, 200 мкм пленки качественно держат проколы и механические воздействия, что позволяет гарантировано упаковывать силос, с остригательными частями. Нами испытаны синтетические соэкструзионные пленки из полиэтилена высокого давления, площадью 176, 625 см<sup>2</sup> и толщиной 100, 150, 200 мкм для изготовления мягкого вакуумированного блока. По результатам исследований пленок различной толщины на растяжение от вакуумметрического давления построены графические зависимости прочности пленок на растяжение от действия вакуумметрического давления (рисунки 4.5; 4.6; 4.7) и приложения Е диссертации.

***Пленка №1, толщиной 100 мкм.***

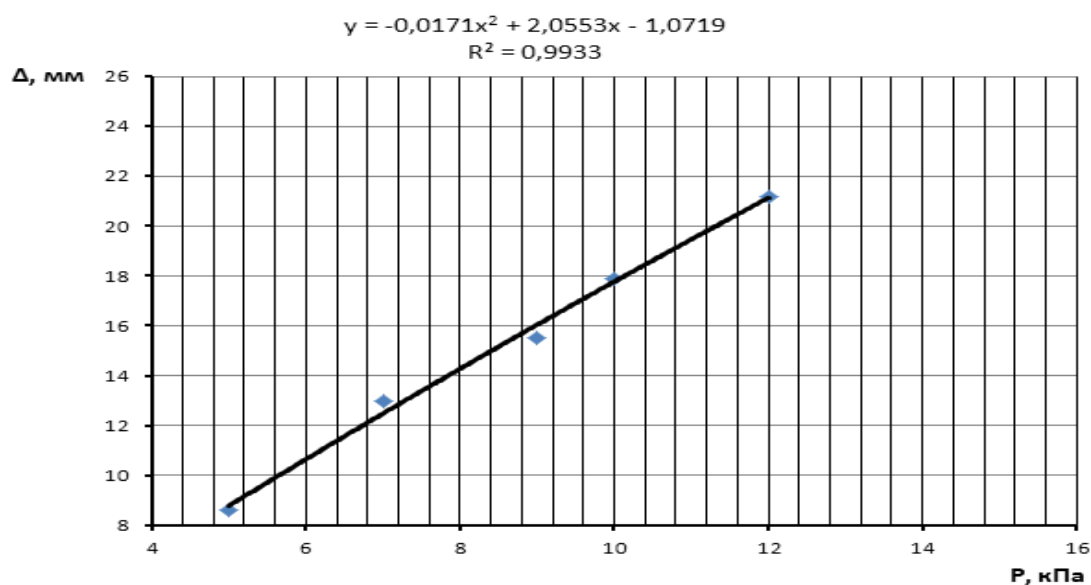


Рисунок 4.5 – Графическая зависимость относительного удлинения пленки №1 от вакуумметрического давления

Исходя из графической зависимости прочности пленки №1 толщиной 100 мкм, от вакуумметрического давления, представленной на рисунке 4.5, с вероятностью 0,9933, можно сделать вывод, что пределом прочности на разрыв данной пленки является ее относительное удлинение 21,2 мм, при вакуумметрическом давлении 12 кПа.

**Пленка №2, толщиной 150 мкм.**

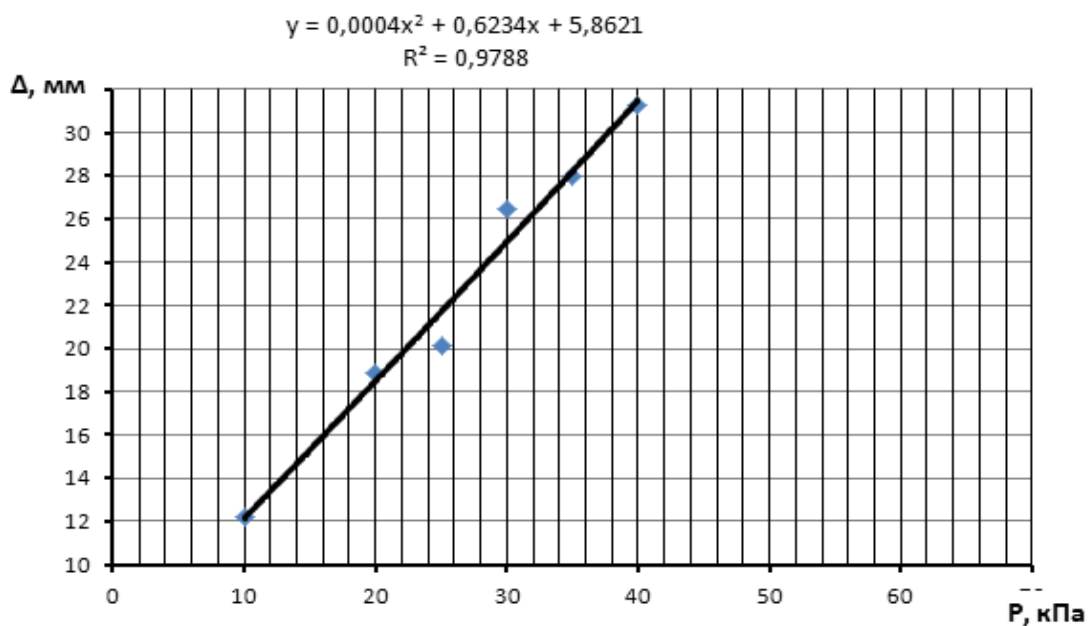


Рисунок 4.6 – Графическая зависимость относительного удлинения пленки № 2 от вакуумметрического давления

Исходя из графической зависимости относительного удлинения пленки №2, толщиной 150 мкм, от вакуумметрического давления, представленной на рисунке 4.6, с вероятностью 0,9788, можно сделать вывод, что пределом прочности на разрыв данной пленки является ее относительное удлинение 31,3 мм, при вакуумметрическом давлении 40 кПа.

*Пленка № 3, толщина 200 мкм.*

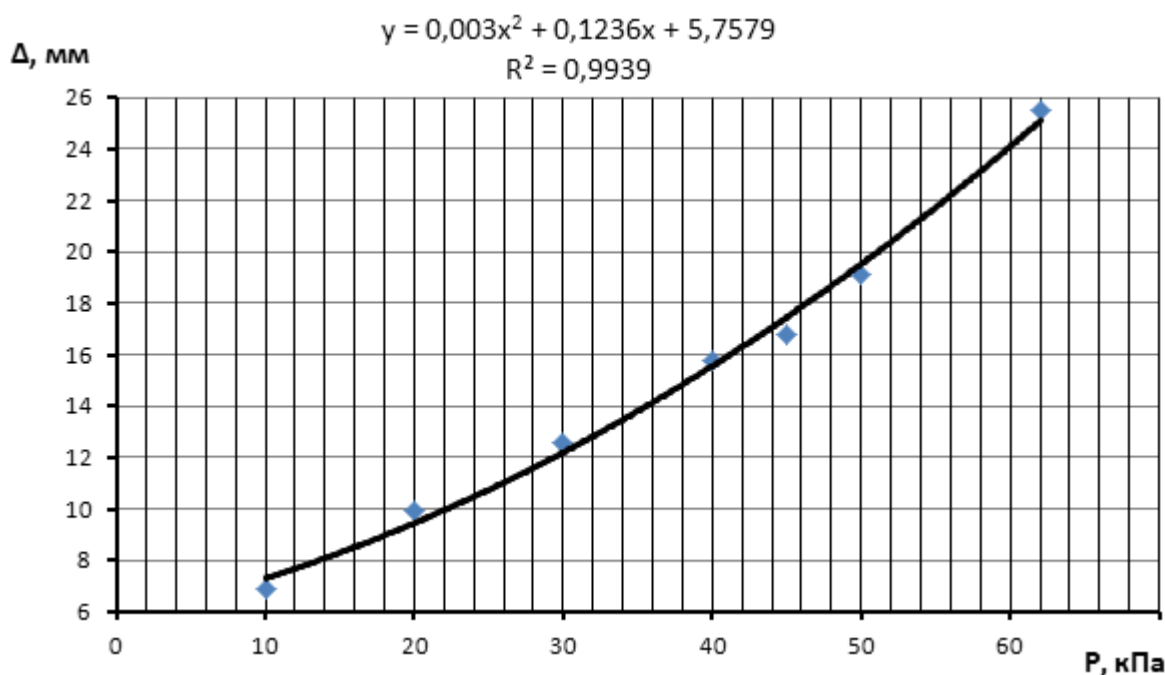


Рисунок 4.7 - Графическая зависимость относительного удлинения пленки №3 от вакуумметрического давления.

Исходя из графической зависимости относительного удлинения пленки № 3, толщиной 200 мкм, от вакуумметрического давления, представленной на рисунке 4.7, с вероятностью 0,9939, можно сделать вывод, что пределом прочности на разрыв данной пленки является ее относительное удлинение 25,5 мм, при вакуумметрическом давлении 63 кПа.

На рисунке 4.8 приведены обобщенные графические зависимости относительного удлинения пленок № 1,2,3 от различных уровней вакуумметрического давления. Анализируя деформации в растянутой пленке, под действием вакуумметрического давления, необходимо отметить, что относительное удлинение в продольном направлении пленки сопровождается пропорциональным уменьшением ее поперечных размеров, появлением микротрещин, возникновением очага концентрации напряжений, который приводит к разрыву пленки. Предел прочности пленок на растяжение от

приложенного вакуумметрического давления (разряжения) у всех испытуемых трех пленок различен (Приложение Е таблица Е.1 диссертации).

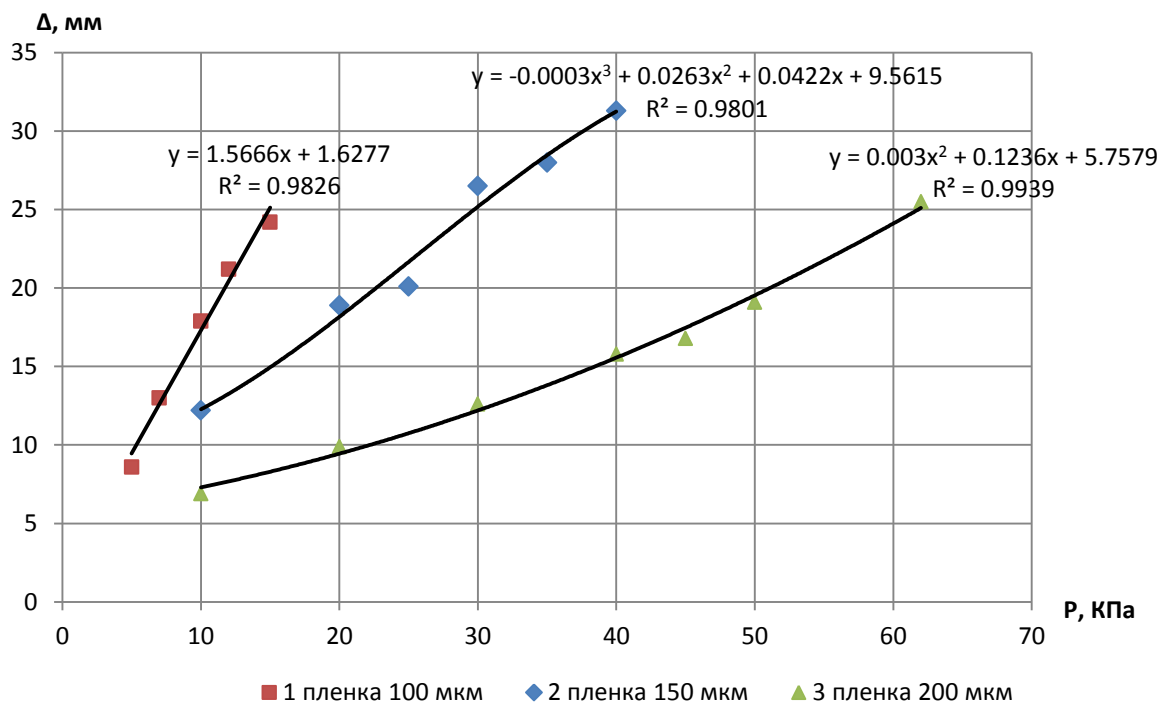


Рисунок 4.8 – Обобщенные графические зависимости относительного удлинения пленок № 1,2,3 от различных уровней вакуумметрического давления.

Исходя из частных и обобщенной графической зависимости (рисунок 4.8) относительного удлинения пленок № 1,2,3, толщиной соответственно 100, 150, 200 мкм, от вакуумметрического давления, представленной на рисунке 4.7, можно сказать, что пленка №3 выдерживает наибольшее вакуумметрическое давление в 63 кПа при относительном удлинении 25,5 мм, но при этом следует отметить, что хотя пленка №2 имеет большее относительное удлинение до 31,3 мм, по сравнению с пленкой №3, но нами рекомендуется последняя из-за ее лучшей стойкости на прокалывание и более высоких барьерных свойств по кислороду.

Проведенные эксперименты и полученные результаты подтверждают правильность выполненных теоретических расчетов по эффективному уплотнению, силосованию и хранению силоса в вакуумированных мягких блоках из синтетических пленок силосных траншей.

## **4.2 Результаты исследований грунтовых анкеров для укрепления стен силосохранилища**

### **4.2.1 Результаты исследований несущей способности анкера в зависимости от его параметров и типа грунтов силосохранилища.**

Полученные экспериментальные данные обработаны по стандартной методике, [31] с разделением общих смещений на остаточные перемещения заделки и фактических значений несущей способности анкера по грунту и используются для обоснования и окончательного выбора типа и конструкции анкеров. В результате исследований проверена работа конструкции анкера. Несущая способность, которого определяется предельным сопротивлением грунта действию выдергивающей нагрузки. Испытывались анкеры с размерами анкерной плиты 350x175 мм. Выдергивающая нагрузка прикладывалась ступенями. При этом давалась выдержка времени на каждую ступень, до стабилизации перемещения (т.е. прекращения выхода анкера). Ступени нагрузок при загрузке анкера, в зависимости от расчетной критической выдергивающей нагрузки, составляли от 1.0 до 2.0 тс. Испытания анкеров проводились приложенной статической и циклической нагрузкой на выдергивание грунтовых анкеров погруженных в грунт под углом  $30^0$ . После завершения испытаний анкеры откапывались и устанавливались их состояние в целом и прочность их элементов. По результатам испытаний построены графические зависимости величины перемещений - выхода анкера из грунта от выдергивающей нагрузки и от времени выдержки на каждой ступени нагрузки. На рисунке 4.9 приведена графическая зависимость деформаций грунта (суглинка) от выдергивающих нагрузок на анкер. Анализируя графическую зависимость по испытаниям грунтовых анкеров на выдергивающую нагрузку в суглинке (графическая зависимость деформаций грунта от выдергивающих нагрузок на исследуемый анкер) можно сказать, что проведены четыре опыта. Анкеры последовательно погружались на глубину слоев: 1,5; 2; 2,5; 3,5 метров с приложением нагрузок: 3; 8; 6; 8,2 и максимальной - критической 9,5т.

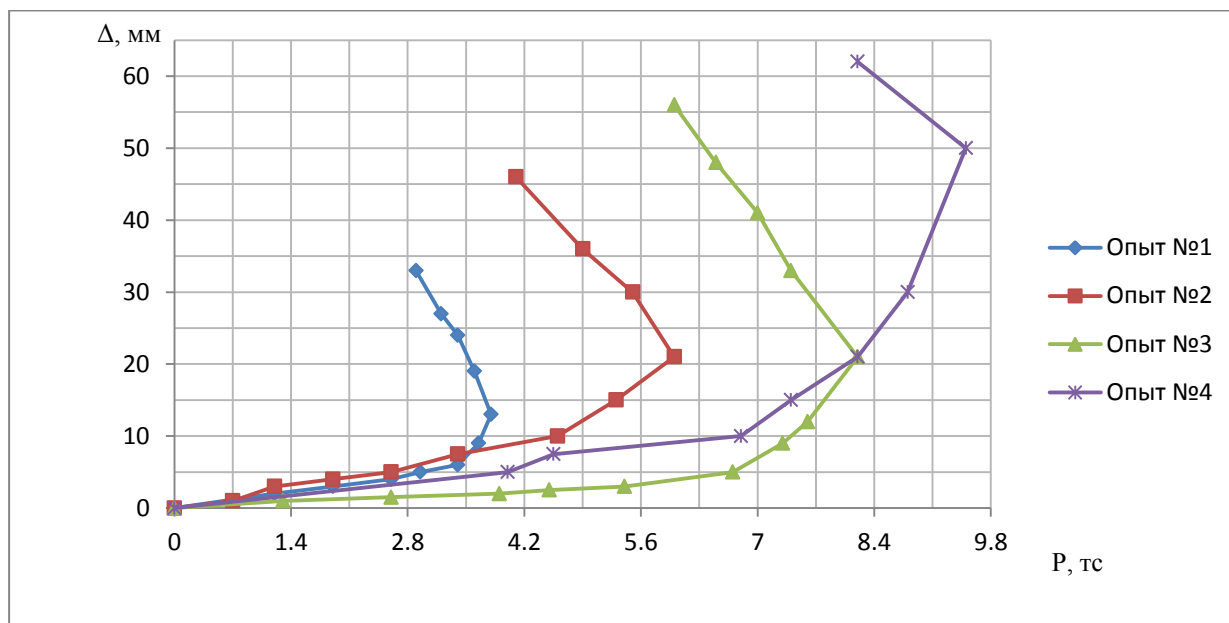


Рисунок 4.9 - Графическая зависимость деформаций грунта от выдергивающих нагрузок на исследуемый анкер в суглинке

В суглинке при приложении выдергивающей нагрузки наблюдаются два вида работы анкеров в зависимости от так называемой критической глубины погружения. Нагрузка при испытании грунтов выдергивающим усилием доведена до значения, вызывающего выход анкера из грунта не менее 25 мм (требования норм проектирования). Из графической зависимости испытаний анкера можно выделить два этапа. Первый этап - наблюдается прямая пропорциональность развития деформаций - выхода анкера от выдергивающего усилия  $\Delta=f(P)$  — линия, близкая к прямой. Второй этап - характеризуется нарушением прямой пропорциональной зависимости деформаций от выдергивающего усилия и возрастанием выдергивающего усилия до максимального (критического) значения. Нагрузки на анкеры доводились до таких критических значений, при которых перемещения (выход) анкера продолжались без увеличения нагрузки, в большинстве случаев выдергивание анкера продолжалось, даже когда нагрузка уменьшалась, что сопровождалось выпиранием грунта. Но при этом нагрузка при контрольном испытании анкера выдергивающей нагрузкой не превышала расчетную выдергивающую нагрузку на анкер, указанную в расчетах.

На рисунке 4.10 приведена графическая зависимость деформаций грунта от выдергивающих нагрузок на исследуемый анкер в песчаном грунте.

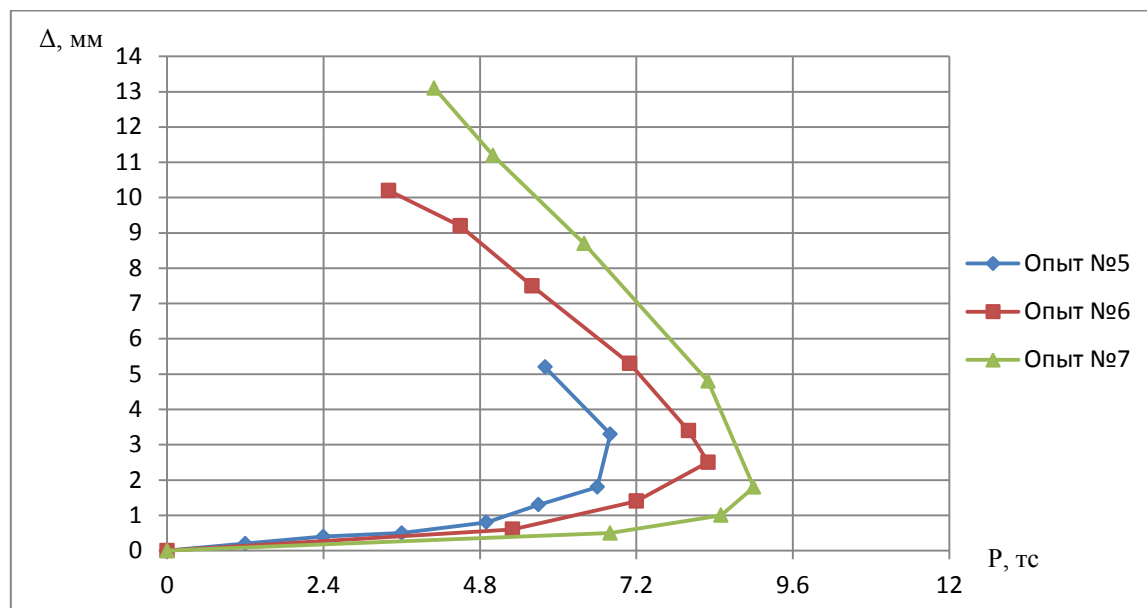


Рисунок 4.10 - Графическая зависимость деформаций грунта от выдергивающих нагрузок на исследуемый анкер в песчаном грунте

Анализируя графическую зависимость деформаций грунта от выдергивающих нагрузок на исследуемый анкер в песчаном грунте приведенную на рисунке 4.10, можно сказать, что проведены опыты № 5,6,7 по последовательному погружению анкеров в песчаные слои грунта, залегающих на площадке силосохранилища. Как видно на графике при нагрузке до 2,6 тс наблюдается прямая пропорциональность  $\Delta=f(P)$  деформаций при выдергивании всех анкеров, т.е. чем больше прикладываемая нагрузка, тем больше величина выхода анкеров. Далее, в зависимости от глубины погружения анкеров, деформации – выход анкера, при выдергивании у некоторых анкеров (более заглубленных) возрастают - продолжается участок прямой пропорциональности, у других начинается участок деформаций, характеризующийся нарушением прямой пропорциональности. На этом участке нагрузка возрастает до предельной, т.е. до нагрузки при которой выход продолжает увеличиваться без дальнейшего нагружения и наконец, последний участок характеризуется тем, что деформации - выход анкера даже при уменьшении нагрузки, продолжает увеличиваться.

Полученные результаты испытаний анкеров на выдергивающую нагрузку, показали, что:

1 - наибольшей несущей способностью обладают анкеры, погруженные в глинистые грунты;

2 - несущая способность анкера определяется предельным сопротивлением грунта действию выдергивающей нагрузки.

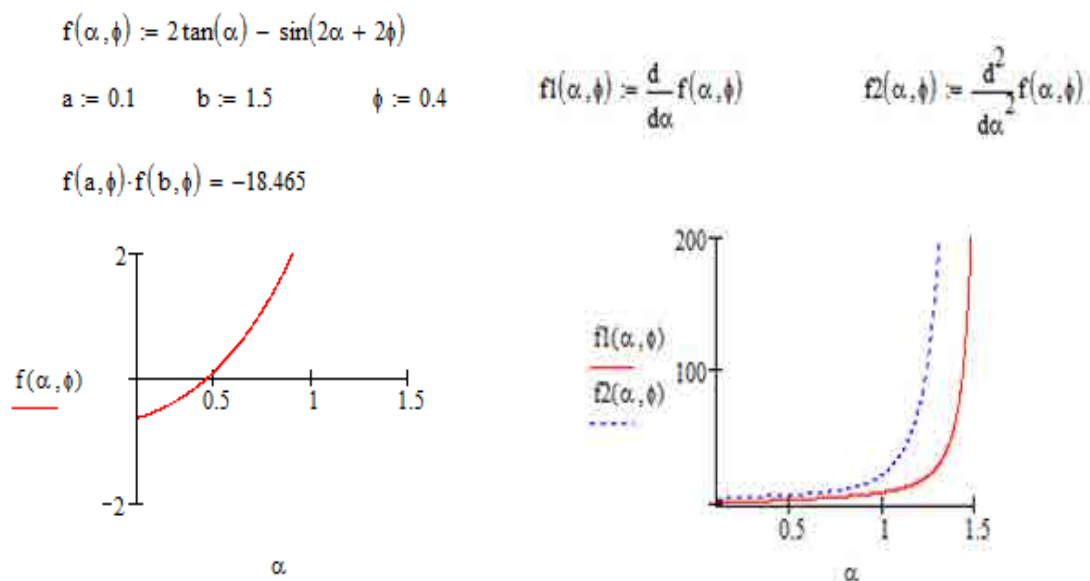
Установлено, что в случае недостаточности несущей способности анкеров, необходимо увеличить сечение тяги, площадь анкерной плиты или увеличить глубину заделки анкера по сравнению с проектными значениями.

В результате проведенных производственных испытаний запроектированные анкеры могут считаться пригодным к эксплуатации, так как они выдержали испытательную нагрузку на 10-12% более расчетной, а перемещения анкеров на каждой ступени нагружения затухают за небольшой промежуток времени.

В приложении Ж диссертации, приведены результаты испытаний грунтовых анкеров в суглинках и песчаных грунтах, а также фотофиксация проведенных исследований грунтовых анкеров в процессе производственных испытаний на выдергивающую нагрузку.

### **Результаты исследований и расчета оптимального угла заострения наконечника грунтовых анкеров**

В 2.4.2 Угол заострения наконечника определялся по формуле (2.33):  $2tg\alpha - \sin(2\alpha + 2\varphi) = 0$ . Для приближенного решения данного уравнения с помощью метода хорд [25] использовалась интегрированная система Math Cad. Блок-схема программы приведена на рисунке 2.17 главы 2. Листинг программы в Math Cad приведен на рисунке 4.11.



```

α :=
| a ← a
| b ← b
| ε ← 0.000001
| i ← 0
| k ← 0.11
| while k < 0.69
|   | ci ← a
|   | φi ← k + 0.01
|   | k ← φi
|   | while |f(ci, φi)| > ε
|   |   | ci ← a -  $\frac{f(a, \phi_i)}{f(b, \phi_i) - f(a, \phi_i)} \cdot (b - a)$ 
|   |   | a ← ci if f(a, φi) · f(ci, φi) > 0
|   |   | b ← ci otherwise
|   | i ← i + 1
| c  $\frac{180}{\pi}$ 

```

Рисунок 4.11 - Листинг программы в системе Math Cad

Результаты программы приведены на рисунке 4.13

На рисунке 4.12, для сравнения представлены пять таблиц. Первая колонка – это значения угла  $\phi$  в радианах, необходимые для работы программы.

Вторая колонка – результат работы программы – значения угла  $\alpha$  в градусах.

| $\phi =$ | $\alpha =$ | $2\alpha =$ | $r =$  | $2-\alpha =$ | $f =$ |
|----------|------------|-------------|--------|--------------|-------|
| 0.12     | 0          | 0           | 7      | 0            | 0     |
| 0.13     | 1          | 1           | 7.573  | 1            | 0.121 |
| 0.14     | 2          | 2           | 8.146  | 2            | 0.131 |
| 0.15     | 3          | 3           | 8.719  | 3            | 0.141 |
| 0.16     | 4          | 4           | 9.292  | 4            | 0.151 |
| 0.17     | 5          | 5           | 9.865  | 5            | 0.161 |
| 0.18     | 6          | 6           | 10.438 | 6            | 0.172 |
| 0.19     | 7          | 7           | 11.011 | 7            | 0.182 |
| 0.2      | 8          | 8           | 11.584 | 8            | 0.192 |
| 0.21     | 9          | 9           | 12.157 | 9            | 0.203 |
| 0.22     | 10         | 10          | 12.73  | 10           | 0.213 |
| 0.23     | 11         | 11          | 13.303 | 11           | 0.224 |
| 0.24     | 12         | 12          | 13.876 | 12           | 0.234 |
| 0.25     | 13         | 13          | 14.449 | 13           | 0.245 |
| 0.26     | 14         | 14          | 15.022 | 14           | 0.255 |
| 0.27     | 15         | 15          | 15.595 | 15           | 0.266 |
| 0.28     | 16         | 16          | 16.168 | 16           | 0.277 |
| 0.29     | 17         | 17          | 16.741 | 17           | 0.288 |
| 0.3      | 18         | 18          | 17.314 | 18           | 0.298 |
| 0.31     | 19         | 19          | 17.887 | 19           | 0.309 |
| 0.32     | 20         | 20          | 18.46  | 20           | 0.32  |
| 0.33     | 21         | 21          | 19.033 | 21           | 0.331 |
| 0.34     | 22         | 22          | 19.606 | 22           | 0.343 |
| 0.35     | 23         | 23          | 20.179 | 23           | 0.354 |
| 0.36     | 24         | 24          | 20.752 | 24           | 0.365 |
| 0.37     | 25         | 25          | 21.325 | 25           | 0.376 |
| 0.38     | 26         | 26          | 21.898 | 26           | 0.388 |
| 0.39     | 27         | 27          | 22.471 | 27           | 0.399 |
| 0.4      | 28         | 28          | 23.044 | 28           | 0.411 |
| 0.41     | 29         | 29          | 23.617 | 29           | 0.423 |
| 0.42     | 30         | 30          | 24.19  | 30           | 0.435 |
| 0.43     | 31         | 31          | 24.763 | 31           | 0.447 |
| 0.44     | 32         | 32          | 25.336 | 32           | 0.459 |
| 0.45     | 33         | 33          | 25.909 | 33           | 0.471 |
| 0.46     | 34         | 34          | 26.482 | 34           | 0.483 |
| 0.47     | 35         | 35          | 27.055 | 35           | 0.495 |
| 0.48     | 36         | 36          | 27.628 | 36           | 0.508 |
| 0.49     | 37         | 37          | 28.201 | 37           | 0.521 |
| 0.5      | 38         | 38          | 28.774 | 38           | 0.533 |
| 0.51     | 39         | 39          | 29.347 | 39           | 0.546 |
| 0.52     | 40         | 40          | 29.92  | 40           | 0.559 |
| 0.53     | 41         | 41          | 30.493 | 41           | 0.573 |
| 0.54     | 42         | 42          | 31.066 | 42           | 0.586 |
| 0.55     | 43         | 43          | 31.639 | 43           | 0.599 |
| 0.56     | 44         | 44          | 32.212 | 44           | 0.613 |
| 0.57     | 45         | 45          | 32.785 | 45           | 0.627 |
| 0.58     | 46         | 46          | 33.358 | 46           | 0.641 |
| 0.59     | 47         | 47          | 33.931 | 47           | 0.655 |
| 0.6      | 48         | 48          | 34.504 | 48           | 0.67  |
| 0.61     | 49         | 49          | 35.077 | 49           | 0.684 |
| 0.62     | 50         | 50          | 35.65  | 50           | 0.699 |
| 0.63     | 51         | 51          | 36.223 | 51           | 0.714 |
| 0.64     | 52         | 52          | 36.796 | 52           | 0.729 |
| 0.65     | 53         | 53          | 37.369 | 53           | 0.745 |
| 0.66     | 54         | 54          | 37.942 | 54           | 0.76  |
| 0.67     | 55         | 55          | 38.515 | 55           | 0.776 |
| 0.68     | 56         | 56          | 39.088 | 56           | 0.792 |
| 0.69     | 57         | 57          | 39.661 | 57           | 0.809 |
|          |            |             |        |              | 0.825 |

Рисунок 4.12 - Результаты решение уравнения в системе MathCad.

Третья колонка – искомый угол  $2\alpha$  – оптимальный угол заострения наконечника для снижения лобового сопротивления грунта. Четвертая колонка – угол  $\varphi$  в градусах. Пятая колонка – значение коэффициента трения  $f = \tan \varphi$ .

На рисунке 4.13 приведен график зависимости оптимального угла заострения  $2\alpha_{\text{опт}}$  наконечника анкера (значения угла заострения представлены в градусах) от коэффициента трения  $f$  грунта о его поверхность, равного тангенсу угла внутреннего трения грунта  $\tan \varphi$  для песчаных и глинистых грунтов.

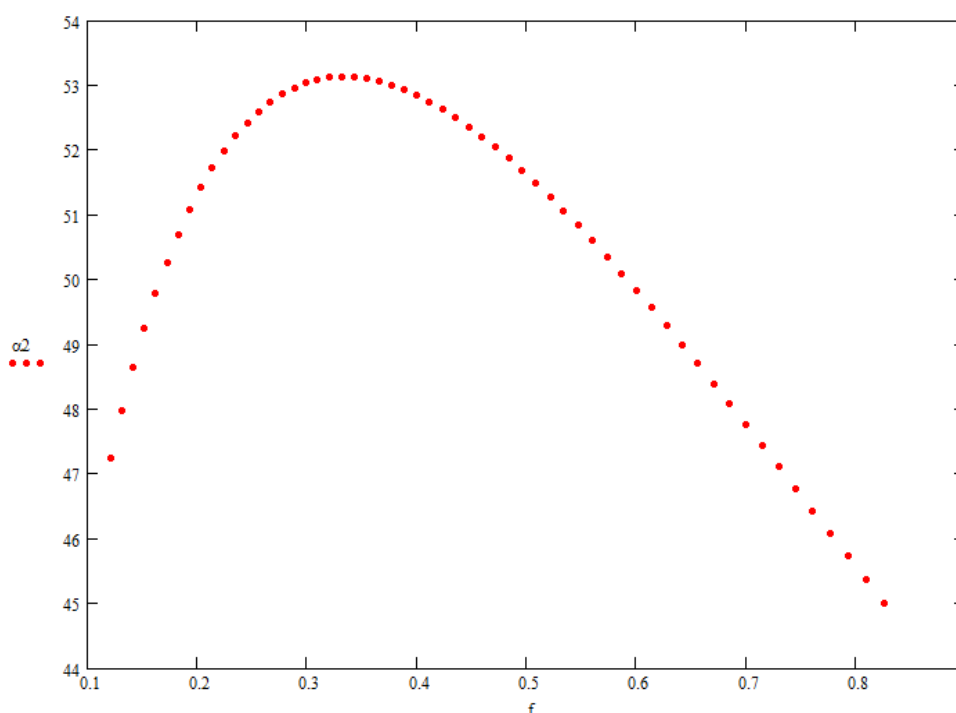


Рисунок 4.13 - Зависимость оптимального угла заострения  $2\alpha$  наконечника от коэффициента трения  $f$  песчаных и глинистых грунтов о его поверхность

Исходя из графической зависимости оптимального угла заострения  $2\alpha_{\text{опт}}$  наконечника анкера от коэффициента трения  $f$  грунта о его поверхность приведенной на рисунке 4.14, а также полученных данных программы расчета, возможно определить оптимальный угол заострения наконечника для исследуемых типов грунтов  $2\alpha_{\text{опт}} = 46\text{--}53^\circ$ , что соответствует практическим результатам и подтверждается результатами, полученными другими авторами [8,31,112,139,148].

#### **Заключение по главе 4**

1. Экспериментальными исследованиями установлено, что уплотнение силосуемой массы в мягких вакуумированных блоках следует вести при величине вакуумметрического давления 60 -70 кПа до плотности массы 750-870 кг/м<sup>3</sup>. При этом объем уплотняемой массы уменьшается в 1.5 раза, а время уплотнения составляет 100 с, с последующим удержанием силосной массы в сжатом состоянии.

2. Мягкие вакуумированные блоки следует выполнять из синтетической соэкструзионной пленки из полиэтилена высокого давления толщиной 200 мкм с пределом прочности на разрыв около 65 кПа, при относительном удлинении 25,5 мм;

3. Теоретические исследования показали, что на стены и днище железобетонных заглубленных силосохранилищ действуют: внешние активные нагрузки - от давления окружающих грунтов, нагрузки от транспорта и с другой стороны, пассивные нагрузки - от блоков с силосной массой, оказывающие давление на стены и днище;

4. Установлено, что для надежного закрепления стен силосохранилища следует использовать грунтовый анкер, который должен содержать анкерную плиту с заостренным наконечником, анкерную тягу и толкающий стержень с элементами креплений. Оптимальный угол заострения наконечника для песчаного и глинистого грунтов должен составлять 46–53<sup>0</sup> и зависит от коэффициента трения грунтов о его поверхность;

5. Экспериментальные исследования свидетельствуют, что несущая способность анкера определяется предельным сопротивлением грунта действию выдергивающей нагрузки, а наибольшей несущей способностью обладают анкеры, погруженные в глинистые грунты. Применение грунтовых анкеров для крепления стен позволят повысить прочность и долговечность силосохранилищ при их строительстве и ремонте, тем самым повысить надежность и эффективность функционирования производственных процессов приготовления и хранения силоса в силосных траншеях, создать безопасные условия труда.

## 5 ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ИСПЫТАНИЯ И ТЕХНИКО- ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРИГОТОВЛЕНИЯ И ХРАНЕНИЯ СИЛОСА В МЯГКИХ ВАКУУМИРОВАННЫХ БЛОКАХ ЗАГЛУБЛЕННЫХ СИЛОСНЫХ ТРАНШЕЙ

### 5.1 Производственные испытания мягких вакуумированных блоков силосных траншей.

Испытания проводились в ОАО «Авангард» Рязанского района Рязанской области (рисунок 5.1, 5.2)



Рисунок 5.1 – Силосная траншея  
комплекса - место закладки  
вакуумированных блоков  
с силосной массой



Рисунок 5.2- Определение  
влажности и начальной плотности  
силосной массы в мягком блоке  
перед его герметизацией

Для испытаний были изготовлены два мягких вакуумированных блока емкостью  $2\text{ м}^3$ , в которые закладывалась измельченная силосная масса. Масса измельченной кукурузы в мягком вакуумированном блоке 1,74 т. с учетом коэффициента заполнения 0.9. В соответствии с разработанной технологией мягкие блоки после заполнения были плотно закрыты, загерметизированы и вакуумированы с помощью вакуумного насоса через обратный клапан блока. Создано вакуумметрическое давление уплотнения силосной массы, величина которого составила 61,7 кПа, плотность силосной массы  $870\text{ кг/м}^3$ . Вакуумированные блоки

были установлены в силосную траншею вместе с основной силосной массой. После окончания периода силосования, через 34 дня хранения, одновременно, на анализ были взяты пробы силоса из стандартной силосной траншеи и мягких вакуумированных блоков с силосом, которые были извлечены и переданы для исследования в лицензированную лабораторию Министерства сельского хозяйства РФ - испытательная лаборатория по агрохимическому обслуживанию сельскохозяйственного производства Федерального государственного учреждения станции агрохимической службы «Подвязьевская». Регистрационный номер № РОСС RU. 0001.510149 до 5.08 2016.

#### **5.1.1 Результаты исследования качества силоса, приготовленного в мягких вакуумированных блоках силосной траншеи**

При анализе полученных результатов сравнивалось качество силоса, приготовленного в мягких вакуумированных блоках и силоса, хранящегося в силосной траншее хозяйства и заготовленного по стандартной технологии.

Производственный эксперимент проводился в период заготовки силоса из кукурузы восковой спелости в сентябре 2013г. После выполнения всех необходимых технологических операций, в вакуумированных мягких блоках был получен кукурузный силос первого класса по качеству, протокол испытаний представлен в приложении Л, М, диссертации. Основные показатели полученного кукурузного силоса в мягких вакуумированных блоках и в силосной траншее хозяйства приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1-Основные показатели полученного кукурузного силоса в мягких вакуумированных блоках в силосной траншее хозяйства.

| № п/п | Наименование анализируемого показателя | Наименование нормативного документа | Результат испытаний силоса, полученного по разработанному у технологу процессу, протокол №316 | Результат испытаний силоса, полученного в траншее ООО «Авангард», протокол №317 | Допустимый уровень    |
|-------|----------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| 1     | Сырой протеин, %                       | ГОСТ 13496.4-93                     | 2,58                                                                                          | 2,55                                                                            | 1 класс не менее 2,0  |
| 2     | Перевариваемый протеин, г/кг           | ГОСТ 13496.4-93                     | 10,6                                                                                          | 9,3                                                                             |                       |
| 3     | Сырая клетчатка, %                     | ГОСТ Р52839-07                      | 5,53                                                                                          | 6,63                                                                            |                       |
| 4     | Сырая зола, %                          | ГОСТ 26226-95                       | 1,22                                                                                          | 1,11                                                                            |                       |
| 5     | Кальций, г/кг                          | ГОСТ 26570-95                       | 1,2                                                                                           | 1,0                                                                             |                       |
| 6     | Фосфор, г/кг                           | ГОСТ 26657-97                       | 0,7                                                                                           | 0,7                                                                             |                       |
| 7     | Сухое вещество, %                      | ГОСТ Р 52838-07                     | 29,1                                                                                          | 30,9                                                                            | 1 класс не менее 25,0 |
| 8     | Влага, %                               | ГОСТ Р 52838-07                     | 70,9                                                                                          | 69,1                                                                            |                       |
| 9     | Каротин, мг/кг                         | ГОСТ 13496.17-95                    | 20                                                                                            | 18                                                                              |                       |
| 10    | рН                                     | ГОСТ 26180-84                       | 4,1                                                                                           | 5,5                                                                             | 3,9 – 4,3             |
| 11    | Всего кислот, %                        |                                     | 2,46-100%                                                                                     | 0,75-100%                                                                       |                       |
| 12    | В т.ч. уксусная, %                     | ГОСТ 23637-90                       | 0,56-22,76%                                                                                   | 0,16-21,33                                                                      |                       |
| 13    | Масляная, %                            | ГОСТ 23637-90                       | не обнаруж.                                                                                   | не обнаруж.                                                                     | 1 класс не более 0,1  |
| 14    | Молочная                               | ГОСТ 23637-90                       | 1,90 -77,24%                                                                                  | 0,59-78.67 %                                                                    | 1 класс не менее 55%  |
| 15    | Кормовые единицы в 1 кг корма          | ГОСТ 23638-90                       | 0,26                                                                                          | 0,27                                                                            | 1 класс не менее 0,22 |
| 16    | Обменная энергия, М Дж/кг              | ГОСТ 23638-90                       | 2,95                                                                                          | 3,13                                                                            | 1 класс не менее 2,5  |
|       | Заключение по анализу (класс силоса)   |                                     | 1 КЛАСС                                                                                       | 1 КЛАСС                                                                         |                       |

В результате лабораторных испытаний силоса в мягких вакуумированных блоках силосных траншей получен кукурузный силос 1 класса. При анализе данных таблицы 5.1, необходимо учитывать, что полученные повышенные показатели силоса в траншее хозяйства, связаны с добавкой в силос зерновой

дубины. Кукурузный силос, приготовленный в мягких вакуумированных блоках по своим качественным показателям практически не отличается от силоса, приготовленного в силосной траншее хозяйства. Особенно важно отметить, что при примерном равенстве кормовых единиц в 1 кг корма, корм в блоке имеет до 78.67% молочной кислоты и отсутствие масляной кислоты. Больше количество каротина, фосфора, кальция, т.е. минимальные потери питательной ценности. Активная кислотность pH 4.1, а в траншее силос выходит за рамки допустимого для 1 класса и имеет pH 5,5. Корм из мягких блоков коровами был съеден полностью без отходов. В то же время силос, хранящийся в силосных траншеях хозяйства, был съеден животными не полностью, а с отходом в кормушках в количестве до 3,6% от общей дневной нормы.

Экспериментально установлено необходимое и достаточное для уплотнения силосной массы вакуумметрическое давление, которое составляет 61,7 кПа. При этом силосная масса уплотняется до плотности 870 кг/м<sup>3</sup>, что выше нормативных требований к уплотнению силосной массы в траншеях 650-750 кг/м<sup>3</sup>. Дальнейшее уплотнение силосной массы не требуется. Полученная в результате исследований, величина вакуумметрического давления, равная 61,7 кПа, может быть рекомендована для силосования кукурузы в стадии восковой спелости.

Производственные испытания мягких вакуумированных блоков показали, что в блоке объемом 2м<sup>3</sup> и размерами 2.0 x 1.0 x 1.0м, возможно заготовить кукурузный силос 1 класса, массой 1,74 т, с учетом отвода 23.5 литров силосного сока. Важнейшим результатом, полученным при производственных испытаниях разработанной технологии приготовления и хранения силоса в мягких вакуумированных блоках, является отсутствие потерь силоса при приготовлении, хранении и кормлении животных. В силосных траншеях хозяйства они достигают в среднем 14 %.

В таблице 5.2 приведены показатели качества кукурузного силоса полученного в мягких вакуумированных блоках и металлических контейнерах (по данным к.т.н. Антоненко Н.А.) [6].

Таблица 5.2 – Показатели качества кукурузного силоса полученного в мягких вакуумированных блоках заглубленных силосных траншей и металлических контейнерах.

| Показатели                                                | Силос в металлических вакуумированных контейнерах с механическим уплотнением | Силос в мягких вакуумированных блоках с вакуумным уплотнением | Допустимый уровень 1 класса |
|-----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| pH                                                        | 4.0                                                                          | 4.1                                                           | 3.9-4.1                     |
| Плотность зеленой массы, кг/ м <sup>3</sup>               | 600                                                                          | 870                                                           | Более 650                   |
| Потери силоса при хранении, %                             | 0                                                                            | 0                                                             | -                           |
| Сухое вещество, %                                         | 26.7                                                                         | 29.1                                                          | Не менее 25                 |
| Питательность, к.е/перев. протеин                         | 0.24/13.4                                                                    | 0.26 /10.6                                                    | Не менее 0.22               |
| Соотношение кислот, %<br>молочная<br>Уксусная<br>масляная | 70<br>нет<br>нет                                                             | 77,24<br>0.56<br>нет                                          | -                           |
| Обменная энергия, М Дж/кг                                 | 2.9                                                                          | 2,95                                                          | Не менее 2.5                |
| Класс силоса                                              | 1 класс                                                                      | 1 класс                                                       |                             |

Анализируя полученные данные в таблице 5.2, можно сказать, что качество силоса, полученного в мягких вакуумированных блоках и металлических контейнерах первого класса. Потери силоса при хранении по двум технологиям отсутствуют. Незначительные расхождения отдельных показателей связаны, видимо с различными условиями произрастания кукурузы.

## 5.2 Результаты внедрения

Получен акт на внедрение «Технологического процесса приготовления и хранения силоса в мягких вакуумированных блоках силосных траншей» в ООО «Авангард», подписанный главным агрономом, главным зоотехником и

утвержденный генеральным директором ООО «Авангард». Где отмечено, что технологический процесс приготовления и хранения силоса в мягких вакуумированных блоках заглубленных силосных траншей, показал высокую эффективность и его необходимо рекомендовать к широкому внедрению в кормопроизводство.

Получен акт на внедрение «Технологии анкерных креплений стен железобетонных силосных траншей» в СПК ООО «Жито» Рыбновского района Рязанской области. В акте отмечается, что разработанные в диссертации анкерные крепления использовались для капитального ремонта стен и днища траншейного железобетонного силосохранилища на 500 т животноводческого комплекса СПК. В результате испытаний и применения анкерных креплений, стены и днище силосных траншей были закреплены в проектное положение, стали устойчивыми, прочными, а силосохранилище снова используется для силосования и хранения кормов. Грунтовые анкеры и установка показали свою надежность, работоспособность и эффективность. По мнению руководителей и специалистов СПК разработанную технологию и средства механизации анкерных креплений необходимо рекомендовать к широкому внедрению в сельхозпроизводство, особенно для капитального ремонта стен и днищ силосных траншей.

Получен акт на внедрение «Технологии анкерных креплений стен железобетонных силосных траншей» в ЗАО институт «Рязаньпроект», подписанный главным инженером и утвержденный директором ЗАО институт «Рязаньпроект». В акте отмечается, что производственные испытания разработанной технологии проводились для закрепления грунтовых откосов земляных сооружений, что позволило сократить объемы и стоимость земляных работ, а также повысить безопасность и охрану труда при их производстве. По мнению руководителей ЗАО институт «Рязаньпроект», следует рекомендовать к широкому внедрению «Технологию анкерных креплений стен железобетонных силосных траншей» и в другие области промышленного производства и ремонта подземных сооружений.

Получен акт на внедрение «Системы анкерных креплений стен железобетонных силосных траншей» в ОАО Проектный институт «Рязаньагропромспецпроект», подписанный главным инженером и утвержденный директором проектного института. В акте отмечается, что в процессе производственной деятельности по проектированию сельхозсооружений для АПК Рязанской области, институтом уже используются материалы диссертации Ревича Я.Л. ОАО Проектный институт «Рязаньагропромспецпроект» рекомендует к широкому внедрению в проектирование, строительство и ремонт траншейных силосохранилищ и других сельхозсооружений технологию анкерных креплений стен силосохранилищ, разработанных в диссертации.

Акты на внедрение отмеченных выше организаций находятся в приложениях Н, О, П, Р; С диссертации.

### **5.3 Экономическая эффективность результатов внедрения**

Расчет экономической эффективности произведен в соответствии с методиками, изложенными в работах [17,37, 61,77-79,124,126] и с учетом сравнительного анализа двух технологических процессов приготовления и хранения силоса:

- разработанного технологического процесса приготовления и хранения силоса в мягких вакуумированных блоках заглубленных силосных траншей;
- технологического процесса приготовления и хранения силоса в металлических вакуумированных контейнерах, установленных в отапливаемых наземных складах (хранилищах) [6].

Проведена оценка необходимых материальных средств для осуществления приведенных выше технологических процессов. Расчеты проводились с учетом следующих условий:

- одному животному необходимо 26 кг силоса в день;
- продолжительность кормления силосом 210 дней в году;

Заготовка силосной массы и другие операции, как предлагаемой технологии, так и сравниваемой идентичны.

### 5.3.1 Экономическая эффективность внедрения технологического процесса приготовления и хранения силоса в мягких вакуумированных блоках заглубленных силосных траншей

В разделах 1,2 диссертации определены оптимальное количество коров для среднего фермерского хозяйства в количестве 70 голов и расчет потребности в силосе при дифференцированном кормлении крупного рогатого скота. На основании этого и с учетом длительности зимнего периода в Рязанской области в среднем 210 дней – общее количество силоса (Q) для кормления коров составляет:

$$Q = 26 \cdot 70 \cdot 210 = 382200 \text{ кг силоса или } 382.2 \text{ т. силоса}$$

Размер мягкого вакуумированного блока 2.0 х 1.0 х 1.0м, объем 2 м<sup>3</sup>. При плотности кукурузного силоса в блоке 870 кг/м<sup>3</sup> его масса составляет 1740 кг, но с учетом коэффициента заполнения 0.90 объем силосной массы в блоке составит:  $1740 \cdot 0.90 = 1566 \text{ кг}$ .

Количество выделяемого сока при силосовании данного объема зеленой массы, находящейся в стадии восковой спелости зерна и имеющей влажность при силосовании 63,5 % составляет 23.5 литров. Таким образом, количество силоса, которое возможно приготовить и сохранить в одном мягком вакуумированном блоке (Q<sub>1</sub>), составляет:

$$Q_1 = 1566 - 23.5 = 1542, 5 \text{ кг.}$$

Расход силоса на одну корову в год составит:

$$26 \text{ кг} \cdot 210 \text{ дней} = 5460 \text{ кг силоса.}$$

Необходимое количество мягких вакуумированных блоков (N) для данного количества силоса составляет:

$$N = Q / Q_1, \quad (5.1)$$

где Q- общее количество силоса для кормления коров, кг.;

Q<sub>1</sub>- количество силоса в одном блоке, кг.

$$N = 382200 / 1542, 5 = 248 \text{ блоков,}$$

которые размещены в заглубленной силосной траншее, в три яруса, по 83 блока в одном ярусе - штабеле. Для хранения 248 вакуумированных мягких блоков с 382,2 т силоса потребуется малообъемная силосная траншея размерами:

$$6.0 \times 30.0 \times 3.0 \text{ м. или емкостью - } 540 \text{ м}^3$$

Расчет стоимости железобетонной траншеи для хранения вакуумированных блоков с силосом.

Общая стоимость заглубленной силосной траншеи (ОСТ) для хранения вакуумированных мягких блоков с силосом состоит из стоимости строительства траншеи (ССТ), ее анкерного крепления (САК) и стоимости мягких вакуумированных блоков (СМБ). Расчеты произведены в ценах 2013 года.

$$\text{т.е.} \quad \text{ОСТ} = \text{ССТ} + \text{САК} + \text{СМБ} \quad (5.2)$$

Стоимость строительства силосной траншеи (ССТ):

- среднестатистическая стоимость  $1 \text{ м}^3$  траншеи (базовый вариант ТП №811-29) составляет 1050.68 руб.

- стоимость строительства траншеи объемом  $540 \text{ м}^3$  составит:

$$\text{ССТ} = 1050.68 \cdot 540 = 567367 \text{ руб.}$$

-стоимость анкерного крепления составляет в среднем 2% от стоимости траншеи:

$$\text{САК} = 567367 \cdot 0.2 = 11347 \text{ руб.}$$

Общая стоимость строительства силосной траншеи с анкерными креплениями составляет:  $\text{ОСТ} = 567367 + 11347 = 578714 \text{ руб.}$

Стоимость одного мягкого вакуумированного блока с учетом расходов на производство составляет:

1 - количество пленки для изготовления мягкого вакуумированного блока объемом  $2 \text{ м}^3$  и размерами  $2.0 \times 1.0 \times 1.0 \text{ м.}$  -  $10 \text{ м}^2$

2 – стоимость  $1 \text{ м}^2$  силосной синтетической многолетней зеленой пленки толщиной 200мкм - 19руб.72 коп.

3 – стоимость пленки для изготовления 1 блока (19,72х10) - 197руб.20коп.

4 – стоимость скотча для склеивания пленки мягкого блока (толщина 40 мкм,  $50 \times 50 \text{ мм}$ ) - 15 руб.43 коп.

5 - обратный клапан для отвода воздуха  
и силосного сока из мягкого блока - 1 шт.

- 135 руб.

Итого:

347 руб.35 коп.

Стоимость одного мягкого вакууммированного блока (СМБ) составляет триста сорок семь рублей тридцать пять копеек.

Общая стоимость всех 248 мягких вакууммированных блоков (ОСБ) для кормления 70 коров составит:

$$\text{ОСБ} = N \cdot \text{СМБ}, \quad (5.3)$$

где N - необходимое количество мягких блоков, шт;

СМБ - стоимость одного мягкого блока, шт.

$$\text{ОСБ} = 347.35 \cdot 248 = 86143 \text{ руб.}$$

Общая стоимость заглубленной силосной траншеи с анкерным креплением стен и установленными мягкими вакууммированными блоками составляет:

$$\text{ОССТ} = 578714 + 86143 = 664857 \text{ руб.}$$

Амортизационные отчисления на мягкие блоки (АОБ) - 100% – 86143 руб./год

Отчисления на ремонт и техобслуживание мягких вакууммированных блоков из синтетической пленки (ОРТБ -1,2%) – 1034 руб./ год

Амортизационные отчисления на хранилище (АОХ - 5%) – 28936 руб./год

Ремонт и техобслуживание хранилища (РТХ) - 1.2%) – 6945 руб./год.

Общие суммарные расходы составляют:

$$\text{ОСР} = (\text{АОБ}) + (\text{ОРТБ}) + (\text{АОХ}) + (\text{РТХ}), \text{ т. е.} \quad (5.4)$$

$$\text{ОСР} = 86143 + 1034 + 28936 + 6945 = 123057 \text{ руб.}$$

Расходы на 1т силоса (РТС) составляют:

$$\text{РТС} = \text{ОСР} / \text{ОКС}, \quad (5.5)$$

где, ОСР - общие суммарные расходы, руб.

ОКС – общее количество силоса, для кормления коров, т.

$$\text{РТС} = 123057 : 382.2 \text{ т.} = 322 \text{ руб./ т. или } 0.322 \text{ тыс. руб/т}$$

При этом потери силоса в мягких вакууммированных блоках заглубленной силосной траншеи отсутствуют.

### **5.3.2 Сравнение экономической эффективности предложенного технологического процесса приготовления и хранения силоса в мягких вакуумированных блоках заглубленных силосных траншей с существующим технологическим процессом**

Сравнение экономической эффективности предлагаемого процесса проведем с одним из наиболее современных технологических процессов приготовления и хранения силоса в металлических вакуумированных контейнерах, установленных в складское помещение, разработанного к.т.н. Антоненко Н.А [6].

С учетом количества корма для одной коровы (26 кг.), количество коров в фермерском хозяйстве, на которое рассчитаны контейнеры с силосом - 70 коров. Общее количество силоса для кормления 70 коров (ОКС) - 382.2 т.

По данным к.т.н. Антоненко Н.А [6] сметная стоимость одного металлического контейнера с учетом расходов на производство составляет (СК) - 6140.0 руб. Размеры металлического контейнера 1.25 x 1.25 x 1.25 м., объем закладываемой зеленой массы 1.95м<sup>3</sup>. При плотности кукурузного силоса 600 кг/м<sup>3</sup> его масса в контейнере составляет 1170 кг, но с учетом коэффициента заполнения 0.90 его масса составляет 1170x0.90=1053 кг. Всего масса силоса в металлическом контейнере за вычетом объема сока - 1.018 т.

Объем склада для складирования металлических контейнеров – 750 м<sup>3</sup>.

Необходимое количество контейнеров (N) для 70 коров составит:

$$N = 382.3/1.018=375 \text{ контейнеров.}$$

Стоимость 375 металлических контейнеров (СК)=6140 • 375= 2302.500 тыс. руб.

Общая сметная стоимость хранилища (ОСХ) склада объемом 750 м<sup>3</sup> –

$$ОСХ= 2065.173 \text{ тыс. руб.}$$

Общая сметная стоимость технологии силосования (ОСС) в вакуумированных металлических контейнерах складывается из стоимости контейнеров и стоимости строительства хранилища:

$$ОСС=2302.500 +2065.173.= 4367. 673 \text{ тыс. руб}$$

Амортизационные отчисления на контейнеры АОК (5%) -115125 руб./год

Отчисления на ремонт и техобслуживание контейнеров ОРТО (12%)-

$$\text{ОРТО} = 27630 \text{ руб. /год}$$

Амортизационные отчисления на хранилище (5%) АОХ- 103255 руб./год

Ремонт и техобслуживание склада РТО (1.2%) РТО – 24782 руб./год.

Общие суммарные расходы (ОСР) металлических контейнеров составляют:

$$115125 + 27630 + 103\,255 + 24782 = 270760 \text{ руб.}$$

Расходы на 1т силоса (РТС) составляют:

$$\text{РТС} = 270760 : 382.2 = 708 \text{ руб./т. или } 0,708 \text{ тыс. руб./ т.}$$

В таблице 5.3. приведено сравнение основных технико-экономических показателей технологических процессов приготовления и хранения силоса.

В результате анализа основных технико-экономические показатели двух сравниваемых технологических процессов приготовления и хранения силоса, приведенных в таблице 5.3. можно сказать о гораздо большей эффективности технологического процесса приготовления и хранения силоса в мягких вакуумированных блоках силосных траншей, чем в металлических контейнерах, установленных на хранение в отапливаемые склады.

Таким образом, общая экономия (ОЭ) в суммарных расходах на производство силоса, приготовленной в мягких вакуумированных блоках силосных траншей составит:

$$\text{ОЭ} = 270760 - 123957 = 147703 \text{ руб.}$$

или на 54,2 % меньше, чем в металлических вакуумированных контейнерах, установленных на складе – без учета расходов на его отопление.

При сравнении двух технологических процессов приготовления и хранения силоса необходимо отметить, что разработанный мягкий вакуумированный блок из синтетической пленки не имеет металлических частей и элементов. Кроме того, использован новый, принципиально отличный от существующих, способ безтракторного уплотнения силосной массы в мягком вакуумированном блоке из синтетической пленки с помощью атмосферного и вакуумметрического давлений, а в сравниваемом процессе используется полностью металлический контейнер, со стальными уплотняющими плитами и другими элементами, поэтому этот способ весьма энерго- и металлоемкий и затратный, что сказывается на стоимости

металлического контейнера, которая почти в 20 раз превышает стоимость мягкого блока из синтетической пленки.

Таблица 5.3 - Сравнение основных технико-экономических показателей технологических процессов приготовления и хранения силоса в мягких вакуумированных блоках заглубленных силосных траншей и металлических контейнеров в складских помещениях.

| №<br>п.п. | Основные<br>технико-экономические показатели<br>технологий                                            | Металлические<br>вакуумированные<br>контейнеры, вместимостью 1.95 м <sup>3</sup> | Мягкие вакуумированные<br>блоки, вместимостью 2 м <sup>3</sup> |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| 1.        | Количество силоса, необходимого для кормления крупного рогатого скота на зимний период - 210 дней, т. | 382.2                                                                            | 382.2                                                          |
| 2.        | Масса силоса в контейнере, кг.                                                                        | 1018                                                                             | 1566                                                           |
| 3.        | Количество контейнеров, блоков на 70 голов, шт.                                                       | 375                                                                              | 248                                                            |
| 4.        | Стоимость контейнера, блока, руб.                                                                     | 6140                                                                             | 347                                                            |
| 5.        | Общая стоимость контейнеров, блоков тыс. руб.                                                         | 2302.500                                                                         | 86143                                                          |
|           | Общая стоимость технологий, тыс. руб.                                                                 | 4367.673                                                                         | 664.857                                                        |
| 6.        | Амортизационные отчисления на контейнеры, блоки, руб./год                                             | 115125<br>(5%)                                                                   | 86143<br>(100%)                                                |
| 7.        | Отчисления на ремонт и техобслуживание контейнеров, блоков, руб./ год                                 | (1.2%)<br>52412                                                                  | (1.2%)<br>1034                                                 |
| 8.        | Объем силосохранилища, м <sup>3</sup>                                                                 | 750                                                                              | 540                                                            |
| 9.        | Стоимость 1м <sup>3</sup> силосохранилища, руб./м <sup>3</sup>                                        | 2753.5                                                                           | 1050.68                                                        |
| 10.       | Стоимость силосохранилища, тыс. руб.                                                                  | 2065.173                                                                         | 578.714                                                        |
| 11.       | Амортизационные отчисления на хранилище, руб./год                                                     | (5%)<br>103255                                                                   | (5%)<br>28936                                                  |
| 12.       | Ремонт и техобслуживание силосохранилища, руб/год.                                                    | (1.2%)<br>24782                                                                  | (1.2%)<br>6945                                                 |
| 13.       | Суммарные расходы, тыс. руб .                                                                         | 270.760                                                                          | 123.057                                                        |
| 14.       | Расходы на 1т. силоса, тыс. руб.                                                                      | 0,708                                                                            | 0.322                                                          |

Для оценки эффективности инвестиций рассчитывается срок окупаемости разработанного технологического процесса (СОТП) приготовления и хранения силоса в мягких вакуумированных блоках заглубленных траншей:

$$\text{СОТП} = 123057 : 147703 = 0,84 \text{ года}$$

Отсутствует необходимость в уплотнении силосной массы тракторами, которые освобождаются для выполнения других работ. Силос отличается экологической чистотой и качеством. Загрузка силоса может выполняться не за 3-4 дня, как в стандартных силосных траншеях, а за один день и менее. Такая скоростная загрузка и герметизация блоков сохраняют высокое качество и противодействуют потерям силосной массы. В дождливую погоду, при поломках сельхозтехники, распутицу, т.е. возможна любая пауза в силосовании, так как мягкие вакуумированные блоки закрываются и герметизируются в любое время, температура силосной массы в них не повышается и активно идет молочнокислое силосование. Кроме этого, разработанный технологический процесс позволяет за счет сокращения сроков уплотнения зеленой массы после герметизации блоков, обеспечить инициирование процесса молочнокислого брожения и снизить до 15% потери питательных веществ в процессе брожения и приготовления качественного силоса. Отсутствуют потери силоса и от вторичной ферментации при открытии блока с силосной массой, так как мягкий вакуумированный блок с силосом емкостью 2м<sup>3</sup> открывается и скармливается 70 коровам полностью, без сохраняемого остатка.

Таким образом, возможно, сделать вывод, что в средних фермерских хозяйствах на 50-70 голов крупного рогатого скота, с суточным расходом корма до 2 тонн (примерно один мягкий вакуумированный блок в траншее), целесообразно и рационально использовать технологический процесс приготовления и хранения силоса мягких вакуумированных блоках заглубленных силосных траншей.

### **Заключение по главе 5**

В результате сравнительных испытаний предлагаемого и существующего технологических процессов приготовления и хранения силоса в условиях производства установлено, что в мягких вакуумированных блоках из синтетической пленки в заглубленных силосных траншеях можно заготовить без потерь силос первого класса из кукурузы восковой спелости, с содержанием массовой доли сухого вещества 29,1%, перевариваемого протеина 10,6 г/кг, рН = 4,1 ед, питательности 0,26 к. е. с обменной энергией 2,95 МДж/кг. в одном килограмме силоса

5. Установлено, что при внедрении предлагаемого технологического процесса приготовления и хранения силоса в мягких вакуумированных блоках заглубленных силосных траншеях по сравнению с существующей технологией показали, что затраты на производство 1 тонны силоса на 386 рублей (на 54,2 %) меньше. При годовом объеме производства 382,2 т силоса разница в расходах составляет 147703 рублей, а окупаемость - 0,84 года.

## ОБЩИЕ ВЫВОДЫ (ЗАКЛЮЧЕНИЕ)

1. Установлено, что существующие технологические процессы приготовления и хранения силоса в заглубленных траншеях имеют ряд недостатков, основными из которых являются потери в виде сока, угара и порчи силосной массы, составляющие от 10-14% до 45%, что связано с плохой герметизацией хранилищ, длительным сроком их заполнения, недостаточно эффективным уплотнением. Для исключения этих недостатков нами разработан технологический процесс приготовления и хранения силоса в мягких вакуумированных блоках заглубленных силосных траншей, содержащий: скашивание и измельчение зеленой массы, погрузку в транспортные средства; транспортирование и закладку в мягкие блоки из синтетической пленки, установленные в силосные траншеи; их герметизацию, уплотнение и отвод силосного сока при помощи вакуума; укрытие блоков и силосной траншеи от атмосферных осадков и промерзания; хранение силоса в уплотненном состоянии в вакуумной среде до момента скармливания животным.

2. Теоретически и экспериментально обоснованы параметры мягких вакуумированных блоков для приготовления и хранения силоса в заглубленных силосных траншеях. Они должны быть выполнены из синтетической соэкструзионной пленки из полиэтилена высокого давления толщиной 200 мкм с пределом прочности на разрыв 63 кПа при относительном удлинении 25,5 мм; барьерные свойства которой противодействуют проникновению кислорода извне в мягкие вакуумированные блоки и создают необходимую герметичность. Геометрические размеры мягкого блока определяются суточной потребностью в кормлении животных.

3. Теоретически и экспериментально обоснован режим вакуумирования мягких блоков при приготовлении силоса в заглубленных силосных траншеях. Рациональное давление вакуумирования в блоке должно составлять около 65 кПа, при этом достигается плотность силосной массы до  $870 \text{ кг/м}^3$ , что на 20-30% больше, чем при стандартном приготовлении силоса в траншеях.

4. В результате сравнительных испытаний предлагаемого и существующего технологических процессов приготовления и хранения силоса в условиях производства установлено, что в мягких вакуумированных блоках из синтетической пленки в заглубленных силосных траншеях можно заготовить без потерь силос первого класса из кукурузы восковой спелости, с содержанием массовой доли сухого вещества 29,1%, перевариваемого протеина 10,6 г/кг, рН = 4,1 ед, питательности 0,26 к. е. в одном килограмме с обменной энергией 2,95 МДж/кг.

5. Установлено, что при внедрении предлагаемого технологического процесса приготовления и хранения силоса в мягких вакуумированных блоках заглубленных силосных траншей по сравнению с существующим технологическим процессом показали, что затраты на производство 1 тонны силоса на 386 рублей (на 54,2 %) меньше. При годовом объеме производства 382,2 т силоса разница в расходах составляет 147703 рубля, а окупаемость - 0,84 года.

**Рекомендации.** Предлагаемый технологический процесс приготовления и хранения силоса в мягких вакуумированных блоках силосных траншей может быть рекомендован хозяйствам различных форм собственности для приготовления и хранения кормов для скота. Полученные результаты по анкерному креплению стен силосохранилищ могут быть использованы проектно-технологическими и конструкторскими организациями АПК для проектирования современных силосохранилищ кормов и их капитального ремонта, а также студентами, аспирантами и научными работниками.

**Перспектива дальнейшей разработки темы:** развитие теории, совершенствование технологического процесса и средств механизации вакуумного приготовления и хранения силоса для кормления крупного рогатого скота по принципу - каждый день свежий силос животным, с целью улучшения качества и сокращения потерь кормов в АПК России.

### Список использованной литературы

1. Агропромышленный комплекс России: состояние, место в АПК мира: справочно-информационное пособие / Г. А. Романенко, А. И. Тютюнников, В. Г. Поздняков, А. М. Шутьков. – 1999. – 540 с.
2. Аграрная реформа в России. Документы и материалы. – М.: Республика, 1992. – 80 с.
3. Авраменко, П.С. Производство силосованных кормов / П. С. Авраменко, Л. М. Постовалова. – Минск: Урожай, 1984. – 110 с.
4. Автомонов, И. Я. Исследование процесса уплотнения силосуемого материала и разработка методов, расчета уплотнителей: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Ленинградского СХИ / Автомонов И. Я. – Л., 1961. – 21 с.
5. Алехина, Ш. К. Развитие крестьянских (фермерских) хозяйств: дис. ... канд. эконом. наук: 08.00.05 / Алехина Шолпан Куанышбековна. – М., 1998.
6. Антоненко, Н.А. Обоснование технологии и параметров вакуумированного контейнера для приготовления и хранения силоса: автореф. дис. ... - канд. техн. наук : 05.20.01 / Антоненко Надежда Александровна; [Место защиты Мичурин. гос. аграр. ун-т ], Мичуринск, 2013. – 25 с.
7. Андреев, Ю.В. Оптимизация параметров фермерских хозяйств / Ю. Андреев, В. Толкачев // Экономика сельского хозяйства России. – 1999. – № 4.
8. Анализ исследований лобового сопротивления при траншейной прокладке трубопроводов методом прокола / В.М.Земсков, А.В.Судаков. – Тула: Изв.Тул.ГУ, Подъемно-транспортные машины и оборудование, 2004. – вып.5 – С. 35-38.
9. Бакай, А. Ф. Эффективность заготовки кукурузного силоса / А. Ф. Бакай, В. В. Радченко, Б. М. Михальчевский // Кормопроизводство. – 1992. – № 3. – С. 5-27.
10. Бышов, Н.В. , Успенский, И.М., Дубасов, В.С. Определение напряжений в грунте под действием нагрузки от машины / Бышов, Н.В. , Успенский, И.М., Дубасов, В.С // Сб. науч. трудов Всерос. науч. - технич. Конф. Саранск – 2002. С.105-108.

11. Бышов, Н.В. Механика взаимодействия системы «машина и грунт» с использованием теории пластического равновесия / Н.В. Бышов, И.М. Успенский, В.С. Дубасов, // Сб. науч. трудов Всероссийск.науч. - технич.конф. Саранск – 2002. С. 26-28.
12. Бышов,Н.В. Исследование взаимодействия между напряжением сдвига и перемещением / Н.В. Бышов, И.М. Успенский, В.С. Дубасов. // Сб. науч. трудов ЧГАУ. Челябинск – 2002. С. 63-65.
13. Бышов, Н.В. Обоснование оптимального угла наклона лемеха картофелеуборочной машины / Н.В. Бышов, А.А. Сорокин, П.А. Задеренко // Техника в сельском хозяйстве. – 2004.-№3. - С. 25-27.
14. Бышов, Н.В. Совершенствуем технологию хранения / Н.В. Бышов, И.М.Борычев, С.Н. Абакумов // Картофель и овощи. – 2007.- №6.- С.7.
15. Бышов, Н.В. Совершенствование технологии измельчения растительных остатков сельскохозяйственных культур / Н.В. Бышов, И.М. Бачурин, А.И. Мартышов // Сборник научных трудов преподавателей и аспирантов РГАТУ имени П.А. Костычева: мат. науч.-практич. конф.2011г. – Рязань: Издательство ФГБОУ ВПО РГАТУ, 2011. – С.103-105.
16. Боярский, Л. Г. Технология кормов и полноценное кормление сельскохозяйственных животных / Л. Г. Боярский // Серия: Ветеринария и животноводство. – Ростов н/Д: Феникс, 2001. – 416 с.
17. Бохан, Н. И. Планирование эксперимента в исследованиях по механизации и автоматизации сельскохозяйственного производства: учебное пособие / Н. И. Бохан, А. М. Дмитриев, И. С. Нагорский. – Горки, 1986. – 79 с.
18. Брагинец, Н. В. Курсовое и дипломное проектирование по механизации животноводства / Н. В. Брагинец. – М.: Колос, 1983. – 360 с.
19. Брытков, М. Обоснование производственных типов крестьянских (фермерских) хозяйств/ М.Брытков // АПК: экономика, управление. – 1999. – №5. – С.47-55.
20. Венедиктов, А. М. Кормление сельскохозяйственных животных: справочник / А. М. Венедиктов, П. И. Викторов, И. Грудев И. и др. – М.: Росагропромиздат, 1988. – 366 с.

21. Воробьев, В. М. Опыт создания фермерских хозяйств/ В. М. Воробьев // Международный агропромышленный журнал. – 1991. – № 2.
22. Волгин, В. И. Оптимизация питания высокоудойных коров / В. И. Волгин, Л. В. Романенко, А. С. Бибикова // Животноводство России. – 2005. – № 3. – С. 27-28.
23. ВСН 506-88 Проектирование и устройство грунтовых анкеров.
24. Гетман, А. Аграрная политика Швеции: роль государства в регулировании рыночных отношений / А. Гетман // АПК: экономика, управление. – 1998. – № 8. – С. 41-47.
25. Гмурман, В. Е. Элементы приближенных вычислений / В. Е. Гмурман. – М.: Высшая школа, 2005.
26. Горбунов-Посадов, М.И. Основания, фундаменты и подземные сооружения. / М. И. Горбунов-Посадов, В. А. Ильичев, В. И. Крутов и др. – М.: Стройиздат, 1985. – 480 с.
27. Горлов, С.М. Аграрная сфера США: состояние и перспективы развития / С. М. Горлов // АПК: экономика, управление. – 1999. – № 9. – С. 41-44.
28. Горячкин, В. П. Сочинения: в 3 т. / В. П. Горячкин. – М.: Колос, 1963.
29. Городецкий, Д. А. Мономах - САПР 2013. Учебное пособие. Примеры расчета и проектирования [Электронный ресурс] / Д. А. Городецкий, С. В. Юсипенко, Л. Г. Батрак, А. А. Лазарев, А. А. Рассказов. – 2013. – 368 с. – 1 электрон. опт. диск CD.
30. Стрелец-Стрелецкий, Е. Б. Учебное пособие «ПК Мономах» / Е.Б. Стрелец-Стрелецкий, В.Е. Боговис, Ю.В. Гензерский, Ю.Д. Гераймович, Д.В. Марченко, В. П. Титок; под ред. академика РААСН, докт. техн. наук, проф. А. С. Городецкого. – К.: Издательство «ФАКТ», 2008. – 164 с.
31. ГОСТ 8.207-76 Прямые измерения с многочисленными наблюдениями. Методы обработки результатов наблюдений. – М., 1981. – 9 с.
32. ГОСТ 10 –202-97 Силос из зеленых растений. Технические условия.
33. ГОСТ 20915-75 Сельскохозяйственная техника. Методы определения условий испытаний. – М., 1975. – 34 с.
34. ГОСТ 23637-79 Корма, растительного происхождения. -М.:Стандарты,1980.-39с.

35. Глотов, Н.М. Основания и фундаменты/ Н.М. Глотов.- М.: Стройиздат, 2010. - С.256.
36. Грудкин, А. Фермерство в ФРГ / А. Грудкин // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 1993. – № 6. – С. 48.
37. Грядов, С. Эффективность производства в фермерских хозяйствах / С. Грядов, Т. Дозорова // АПК: экономика, управление. – 1998. - № 6.- С. 55-61.
38. Денисов, Н. И. Научные основы кормления коров / Н. И. Денисов. – М.: Сельхозиздат, 1960. – 367 с.
39. Дмитраченко, А. П. Кормление сельскохозяйственных животных / А. П. Дмитраченко, П. Д. Пшеничный. – Л.: Колос, 1964. – 662 с.
40. Доходы фермеров в Евросоюзе // Экономика сельского хозяйства России. – 1998. – №7.
41. Ершова, И. И. Семейная ферма: пройденный этап или завтрашний день / И. И. Ершова // Человек и земля. – М., 1988. – С. 233-240.
42. Заготовка силоса в пленочных рукавах [Электронный ресурс]. – Режим доступа [http://stragro.ru/index.php?option=com\\_content&task=view&id=15&Itemid=32](http://stragro.ru/index.php?option=com_content&task=view&id=15&Itemid=32), 2011.
43. Закон РСФСР «О крестьянском (фермерском) хозяйстве». Сборник нормативных материалов. – М.: ЦНТИ, 1991. – 13 с.
44. Зафрен, С. Я. Новая технология силосования кормов / С. Я. Зафрен // Технология консервирования кормов. – М.: Колос, 1972. – С. 71-80.
45. Завражнов, А.И. Механизация заготовления и хранения кормов/А.И. Завражнов, Д.И. Николаев. – М.: Агропромиздат, 1990. – С.335.
46. Зубрилин, А. А. Консервирование зеленых кормов / А. А. Зубрилин. – М.: Сельхозгиз, 1938. – 200 с.
47. Зубрилин, А. А. Новые данные в теории и практике силосования кормов / А. А.Зубрилин // Животноводство. – 1957. – № 12. – С. 9-16.
48. Зубрилин, А. А. Научные основы консервирования зелёных кормов / А. А. Зубрилин. – Москва, 1947.

49. Зубрилин, А. А. О силосе и способах силосования кукурузы и других культур / А. А. Зубрилин. – М., 1962. – 93 с.
50. Иванов, Д.В. Классификация факторов влияющих на качественные показатели пакетированных кормов, хранящихся в регулируемой газовой среде / Д.В. Иванов, О.Г. Ангилеев // Актуальные проблемы научно-технического прогресса в АПК: Сб. мат. международной науч.-практич. конф. /Под общ. ред. Е.М. Зубриной.- ч.1.-Ставрополь, 2006.- С. 146-148.
51. Иванов, Д.В. Обоснование исходных качественных показателей сырья для приготовления кормов в регулируемой газовой среде / Д.В. Иванов // Актуальные проблемы науч.-технич. прогресса в АПК: сб. науч. статей по мат. III Международ.науч. практич. конф. X Международ. Агропром. выставки «Агроуниверсал-2008». – Ставрополь: АГРУС, 2008. -224 с.
52. Иванов Д.В. Приготовление кукурузного силоса в упаковках с разреженной газовой средой / Д. В. Иванов // Вестник АПК Ставрополья. - 2011. - № 3 (3). - С. 35-37.
53. Иванов, Д.В. Режимы и технические средства приготовления силосованных культур в упаковках с пониженным давлением газовой среды.: Дисс....канд. техн. наук / Д.В.Иванов. – Ставрополь, 2010. – С.182.
54. Иванов, Д. В. Перспективы организации хозрасчетных кооперативов крестьянских фермерских хозяйств по производству продукции животноводства / Д. В. Иванов, О. Г. Ангилеев // Вестник АПК Ставрополья. - 2011. - № 3 (3). - С. 24-27.
55. Казанцев, В. В. Обоснование оптимальных производственно-экономических параметров крестьянских (фермерских) хозяйств с учетом специализации: автореф. дис.: / В. В. Казанцев. – Саратов, 1996.
56. Калашников, А. П. Повышение полноценности кормления коров в зимний период/ А. П. Калашников //Молочное и мясное скотоводство. – 1989. – № 1. – С. 28-31.
57. Калашников, А. П. Силос в рационах молочного скота/ А. П. Калашников // Животноводство: Тр. УралНИИСХоз. Свердловск. – 1964. – 5 т. – С. 299-300.

58. Калашников, А. П. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных: справ. пособие / А. П. Калашникова, Н. И. Клейменов, В. В. Щеглов; под ред. А. П. Калашникова. – 3-е изд., доп. – М., 2003. – 456 с.
59. Карпенко, В. Д. Уплотнение силосуемой массы тракторами / В. Д. Карпенко // Мех. и электр. соц. с/х-ва. – 1974.
60. Карпенко, В.Д. Производительность, гусеничного трактора на уплотнении, силосуемой массы / В. Д. Карпенко, Н. А. Щербина // Мех. и электр. соц. с/х-ва. – 1966. – № 9. – С. 24-27.
61. Коврига, В. Экономическая эффективность использования сенажных башен и траншей / В. Коврига, В. Гонгало // Кормопроизводство. – 1981. – № 7.- С.14 - 16.
62. Консервирование кормов. Изд. ЗАО «Кемира Агро», 2002. – 20 с.
63. Коньгин, А. А. Фермерское хозяйство США / А. А. Коньгин. – М.: Агропромиздат, 1989.
64. Кормам надежные хранилища. //Сельская жизнь. – 1982. – 8 августа.
65. Короткевич, А. В. Технологии и машины для заготовки кормов из трав и силосных культур / А. В. Короткевич. – Мн.: Ураджай, 1990.
66. Короткевич, А.В. Новые технологии и оборудование для приготовления кормов / А. В. Короткевич, И. С. Нагорский и др. – Мн.: Ураджай, 1993.
67. Ксендзов, В. А. Об упругом сжатии группы тел сферической формы (шаров) / В. А. Ксендзов // Сборник научных трудов преподавателей и аспирантов РГАТУ имени П.А. Костычева: мат. науч.-практич. конф. 2012г. – Рязань: Издательство РГАТУ. – 2012. – С.106.
68. Костенко, М. Ю. Теоретические вопросы применения элеваторов с комбинированными прутками в картофелеуборочных машинах / М. Ю. Костенко // Монография: Рязань, 2010. – С.45-49.
69. Куроцапов, В. Н. Новейшая история применения AG BAG (АГ БАГ) / Н. В. Куроцапов // Сельскохозяйственные вести. – 2003. – №12. – С.12-13.
70. Ларионов, П. С. Силосу высокое качество/ П. С. Ларионов // Кукуруза и сорго. – 1987. – № 4. – С. 36-38.

71. Лачуга, Ю.Ф., Иванов Ю.А., Морозов Н.М., Стрекозов Н.И., Чинаров В.И. и др./ Система технологий и машин для механизации и автоматизации производства продукции животноводства и птицеводства на период до 2020 года/ , Ю.Ф. Лачуга., Ю.А. Иванов, Н.М. Морозов, Н. И.Стрекозов, В.И. Чинаров и др.// ГНУ ВНИИМЖ Россельхозакадемии. Москва 2013. - 224 с.
72. Мак-Доналд, П. Биохимия силоса / П. Мак-Доналд. – пер. с англ. – М.: Агропромиздат, 1985.
73. МГСН 2.07-01 Основания, фундаменты и подземные сооружения.
74. Мельников, С.В. Механизация и автоматизация животноводческих ферм / С. В. Мельников. – Л.: Колос, 1978.
75. Мельников, С. В. Технологическое оборудование животноводческих ферм и комплексов / С. В. Мельников. – Л.: Агропромиздат, 1985. – 640 с.
76. Методические рекомендации по расчету и технологии сооружения анкерных удерживающих конструкций. – М.: Союздорнии, 1981.
77. Методика определения экономической эффективности использования в сельском хозяйстве результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, новой техники, изобретений и рационализаторских предложений. – М.: Россельхозиздат, 1984. – 104с.
78. Методика определения экономической эффективности технологий и сельскохозяйственной техники / Министерство сельского хозяйства и продовольствия РФ: в 2 ч. – М., 1998.
79. Методическое пособие по агроэнергетической и экономической оценке технологий и систем кормопроизводства / Б.П. Михайличенко, А.А.Кутузова, Ю.К. Новоселов и др. – М: РАСХН, ВИК. , 1995. – 174 с.
80. Механизация и технология производства продукции животноводства / В.Г.Коба, Н.В. Брагинец, Д.Н. Мусуридзе, В.Ф. Некрашевич. – М.: Колос, 1999. – 528с.
81. Министерство сельского хозяйства и продовольствия Рязанской области. – Режим доступа: E-mail: [rokgs@stat.ryazan.ru](mailto:rokgs@stat.ryazan.ru) [www.stat.ryazan.ru](http://www.stat.ryazan.ru) ; <http://www.agrohevs.ru>.

82. Министерство сельского хозяйства РФ. Целевая программа ведомства «Развитие семейных животноводческих ферм на базе крестьянских (фермерских) хозяйств на 2012-2014 годы».
83. Некрашевич, В. Ф., Ревич, Я. Л. Анкер для крепления стен силосных траншей / В. Ф. Некрашевич, Я. Л. Ревич // Мех. и электр. с/х-ва. – 2014. – № 5. – С. 31-32.
84. Некрашевич, В. Ф. Анализ конструкций и материалов траншейных силосохранилищ / В.Ф. Некрашевич, Я. Л. Ревич // Сб. науч. трудов преп. и аспирантов РГАТУ имени П.А. Костычева: мат. науч.-практ. конф.2012г. – Рязань: Издательство РГАТУ, 2012. – С.93.
85. Некрашевич, В. Ф., Ревич, Я. Л. Расчет нагрузок на стены заглубленных силосохранилищ с учетом свойств окружающих грунтов / В. Ф. Некрашевич, Я. Л. Ревич // Вестник Рязанского гос. агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2014. – № 2. – С.35-41.
86. Некрашевич, В. Ф., Ревич, Я. Л. Проектирование и расчет монолитной железобетонной плиты днища силосохранилища с использованием программного комплекса «Мономах» / В. Ф. Некрашевич, Я. Л. Ревич // Вестник Ульяновской гос. сельскохозяйственной академии. – 2014. – №1(25). – С.140-145.
87. Некрашевич, В. Ф., Ревич, Я. Л. Расчет конструкций и оптимизация параметров заглубленных железобетонных силосохранилищ для фермерских хозяйств / В. Ф. Некрашевич, Я. Л. Ревич // Научное издание. Монография. /ISBN 978-5-98660-119-9/ Рязань: РГАТУ, 2013. – С. 135.
88. Нормы технологического проектирования хранилищ силоса и сенажа: НТП АПК 1.10.11-001-00: Введ.2001-01-01/ Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. – М.: Минсельхоз России, 2000.
89. Основания, фундаменты и подземные сооружения. Справочник проектировщика. – М.: Стройиздат, 1985. – 145с.
90. Особов, В.И. Теоретические и экспериментальные исследования процесса брикетирования сена / В. И. Особов; Труды БИСХОМ, вып 39. – М., 1962.

91. Особов, В.И. Машины и оборудование для уплотнения сеносоломистых материалов / В. И. Особов, Г. К. Васильев, А. В. Голяновский. - М.: Машиностроение, 1974. – 231 с.
92. ОСТ 46.170-84 Силос из зеленых растений. Приготовление и хранение.- Взамен ГОСТ 23636; введ.1998-01-01. - М.:Минсельхозпрод России, 1998.- 3с.
93. ОСТ 10 202-97 Силос из зеленых растений. Технические условия. Типовой технологический процесс. – М., 1995.
94. Павлов, И.М., Механико-технологические основы блочно-порционной выемки консервированных кормов из траншейных хранилищ (монография). И.М.Павлов // Саратов. Изд-во СГАУ им. Н.И. Вавилова, 2004.- С.268.
95. Павлов, И.М., Макаров, С.А., Майоров И.А., Шакалов М.О., Шиневский Г.Е. Устройство для отрезания и погрузки силоса и сенажа. Пат. РФ №2225091,2004. БИ № 7.
96. Павлов, И.М. Кормосбережение на погрузочно-разгрузочных операциях с консервированными кормами / И.М.Павлов, А.И. Восковцов, // Кормопроизводство, 2004, № 6. С. 30–32.
97. Павлов, И.М. Механико-технологические основы блочно-порционной выемки консервированных кормов из траншейных хранилищ: монография/ И.М. Павлов. - Саратов. Изд-во СГАУ им. Н.И. Вавилова, 2004. – С.268.
98. Павлов, И.М. Развитие технических средств для выемки консервированных кормов / И.М. Павлов, В.К. Скоркин, Е.И. Резник // Сб. материалов 12 Международной науч. конф. Варшава, 2006. – С. 427-433.
99. Павлов, И.М. Состояние и направления совершенствования средств для выемки консервированных кормов/ И.М. Павлов, Е.И. Резник , В.К. Скоркин, // Науч. обеспеч. реализации направления «Ускоренное развитие животноводства». – Сб. науч. трудов 9 Международной науч.- практич. конф. ВНИИМЖ. Т. 16, ч. 2, Подольск, 2006. – С. 109-118
100. Павлов, И.М. Результаты теоретических исследований энергозатрат отделения консервированного корма / И.М.Павлов, Н.А Топырин, // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И.Вавилова, 2010, № 2. - С.36, 37

101. Павлов, И.М. Энергосберегающая технология выемки стебельчатых кормов из наземных хранилищ / И.М. Павлов, В.К. Скоркин, Е.И. Резник, Д.К. Ларкин // Труды междунаро. науч.- практич. конференции «Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве». Т. 3. – Москва, 2010. – С. 329-335.
102. Пат.№7417 Беларусь, МПК А23К3/02. Устройство для приготовления кормов/ Основин С.В. [и др.]; заявка №20101049; опубл.30.08. 2011.
103. Пат. 129768 Российская Федерация, МПК А23К 3/02 (2006.01).Устройство для силосования кормов /Некрашевич В.Ф., Антоненко Н.А., Ревич Я.Л.; заяв. 14.01.13; опубл. 10.07.13. Бюл. №19. – 2с.:ил.
104. Пат.136951 Российская Федерация, МПК А01F 25/16; А23К 3/02. Устройство для блочно - вакуумного силосования кормов / Ревич Я.Л., Антоненко Н. А.; заявл.06.08.2013; опубл.27.01.14, Бюл. №3. – 2 с: ил.
105. Пат.131748 Российская Федерация, МПК E02D 5/80. Грунтовый анкер / Ревич Я. Л.; заявл.01.04.2013; опубл.27.08.13, Бюл. №24. – 3 с: ил.
106. Пат.138024 Российская Федерация, МПК G01N 3/10. Установка для испытания и перемещения грунтовых анкеров якорного типа / Ревич Я. Л.; заявл.30.09.2013; опубл.27.02.14, Бюл. №6. – 2 с: ил.
107. Прискулис, Ю.К. Исследование способов герметизации траншейных, хранилищ консервируемой травы термопластичными пленками: автореф. канд. дисс.: / Ю. К. Прискулис. – Елгава, 1975. – 23 с.
108. Подворок, Н. И. Руководство по кормлению коров: рекомендации / Н. И. Подворок. – Краснодар, 2006. – 29 с.
109. Проектирование и строительство сооружений для хранения сенажа, складов минеральных удобрений и общего назначения (Обзорная информация. В/о "Сельхозтехника"). – М., 1971 – С. 90.
110. Проектирование подпорных стен и стен подвалов. Справочное пособие к СНиП 2.09.03-85 “Сооружение промышленных предприятий”. – М.: Стройиздат, 1990.
111. Производство силоса [Электронный курс]. - Режим доступа: [http://www. referat. ru](http://www.referat.ru). Referats. Wiew / 777. Загл. с экрана.

112. Ромакин, Н. Е. Параметры рабочего инструмента для статического прокола грунта / Н. Е. Ромакин, Н. В. Малкова // Строительные и дорожные машины. – 1997. – №11. – С.31-33.
113. Розанов, Л.Н. Вакуумная техника /Л.Н. Розанов. - М.: Высшая школа,1982.-С. 207
114. Рубежный,А. А. Организационно-производственные типы сельскохозяйственных предприятий за рубежом / А. А. Рубежный // Сб. науч. трудов. Сев Кав - ГТУ. Серия «Экономика». – 2005. – № 1.
115. Рекомендации по проектированию и изготовлению постоянных анкеров. – М.: ЦНИИС, 1984.
116. Расчет заанкеренных подпорных стен на ЭВМ. – М.: Союздорнии, 1984.
117. Ревич, Я. Л. Инженерная геотехника и основные положения Европейских правил геотехнического проектирования - Еврокод 7/ Я. Л. Ревич // Уч. справочн. пособие. Моск. гос. машиностроит. университет (МАМИ) Рязань: РИ (ф) МАМИ. – 2014. – 53 с.
118. Ревич, Я. Л. Блочно-вакуумное уплотнение и хранение силоса в мягких вакуумированных блоках из синтетических пленок / В. Ф. Некрашевич, Я. Л. Ревич, Н.А. Антоненко, К.С. Некрашевич // Вестник Рязанского гос. агро-технологич. университета имени П.А. Костычева. – 2015.– № 2. – С. 65-68.
119. Ревич, Я. Л. Проектирование анкерных систем для крепления стен заглубленных и подземных сооружений / Я. Л. Ревич // Сб. науч. трудов Всероссийской науч. – практич. конф. Мин. обр. науки РФ, Правительство Ряз. Обл. Ряз. Институт (ф) МАМИ 6-7дек, 2013г. – Рязань: РИПД «Первопечатник Ъ», 2013. – С.163-176 .
120. Ревич, Я.Л. Экологические аспекты современного строительства и эксплуатации траншейных силосохранилищ / В.Ф. Некрашевич, Я.Л. Ревич //материалы Международной науч. - практич. конф. /ISBN 978-5-89231-425-1.Москва: ФГБОУ ВПО МГУП, 2013. – С. 262-270.
121. Ревич, Я.Л. Расчет потребности в силосе и параметров силосохранилищ для фермерских хозяйств / В. Ф. Некрашевич, Я. Л. Ревич. // Сб. науч. тр. преподавателей и аспирантов РГАТУ имени П.А. Костычева: мат. международ. науч.- практич. конф. – Рязань: РГАТУ. – 2013. – С. 86-91.

122. Саргсян, А. Е., Учебник. Сопротивление материалов, теории упругости и пластичности / А. Е. Саргсян. – 2 изд. – М., : 2000. – 286 с.
123. Сельскохозяйственный и фермерский бизнес. Силос, характеристика, технология заготовки, показательные качества сырья для силоса [Электронный курс]. – Режим доступа: <http://www.Landwirt.ru/2009-12-12-16-06-35/230-2009-03-10-17-46-49>. Загл. с экрана.
124. Стрекозов, Н.И. Инновационные направления развития технологий производства продукции животноводства/ Акад. РАСХН Н.И. Стрекозов, д.э.н. В.И. Чинаров // Научные труды ГНУ ВНИИМЖ Россельхозакадемии.- 2011, часть 1, с. 28-38.
125. Стрекозов, Н.И., Чинаров, В.И. Современные проблемы конкурентоспособности продукции скотоводства/ Академик РАСХН Н.И. Стрекозов, д.э.н. В.И. Чинаров // Вестник ВНИИМЖ. - 2013. - №2, с.102-107.
126. Стрекозов, Н. И., Чинаров, А. В. Современные подходы создания устойчивых производственных систем в скотоводстве/ Н. И. Стрекозов, А. В. Чинаров // Вестник ВНИИМЖ. - 2014. - №3 (15). - С. 34-37.
127. Стрелец-Стрелецкий, Е. Б. Уч. пособие « ПК Мономах» / Е.Б. Стрелец-Стрелецкий, В.Е. Боговис, Ю.В. Гензерский, Ю.Д. Гераймович, Д.В. Марченко, В.П. Титок. под ред. Акад. РААСН, д.т. н., проф. А. С. Городецкого. - К.: Издательство «ФАКТ», 2008. – 164 с.
128. Силосные сооружения [Электронный ресурс]. – М.: Большая советская энциклопедия. – Режим доступа: [dic.academic.ru](http://dic.academic.ru)
129. Современные технологии заготовки и повышения качества силоса в зависимости от различных факторов [Электронный курс]. – Режим доступа: <http://www.Bibliofond.ru>. Загл. с экрана
130. Составление рационов для коров [Электронный курс]. – Режим доступа: Крупный рогатый скот/ сайт: Я фермер. ru.- <http://www.ya-fermer.ru>. Загл. с экр.
131. Специализированный фермерский портал [Электронный курс]. – Режим доступа: [info & fermer.by](http://info&fermer.by). – Загл. с экрана.

132. Семенихин, А.М. Механико-технологические основы процессов и технических средств производства силоса в горизонтальных хранилищах : автореф. дис. ... доктора. техн. наук / А.М. Семенихин. - Зерноград, 1998
133. Семенихин, А.М. Интенсификация процесса уплотнения силосуемой массы/ А.М. Семенихин, Е.Е. Загоруйко // Совершенствование технологических процессов, машин и аппаратов в инженерной сфере АПК. Сб. науч. тр./АЧГАА. - Зерноград.- 1996. - С.119.
134. СНиП 2.03.01 – 84\* Нормы проектирования. Бетонные и железобетонные конструкции.
135. СНиП II-6-76 Нагрузки и воздействия.
136. Сорокина, Н. С. Производство кормов в странах мира / Н.С. Сорокина, Е.В. Виноградова, Н.П. Крылова. – М.: ВНИИТЭИСХ, 1982. – 57 с.
137. Седняев, Н. И. Теория планирования эксперимента и анализ статистических данных: учеб. пособие для магистров / Н.И. Сидняев. – М.: Издательство Юрайт; ИД Юрайт, 2012. – 399с. – Серия: Магистр.
138. Сельскохозяйственные здания и сооружения [Электронный курс]. – Здания для хранения и переработки продуктов. Силосные и сенажные сооружения. Режим доступа: <http://www.4i5.ru>. – Загл. с экрана
139. Тимошенко, В. К. Определение формы наконечника, обеспечивающей минимальное усилие прокола. / В. К. Тимошенко // Строительство трубопроводов. – 1969. – № 3. – С.18-20.
140. Успенский, И.М. Отечественный и зарубежный опыт в применении программ моделирования / И.М. Успенский, Ю.Н. Воротникова, А.А. Сенина, и др.// Сб. науч. работ студ. РГАТУ. Мат. науч. практич. коференц. ФГОУ ВПО РГАТУ. Рязань – 2011.- С.283-288.
141. Успенский, И.М. Инновационные решения уборочно-транспортных технологических процессов и технических средств в растениеводстве./ И.М.Успенский, Н.В. Бышов, Г.К. Рембалович, С.Н. Борычев, Н.А. Рязанов и др.// Сб. науч. работ ГНУ ВИМ Россельхозакадемии, Том 2,– 2012. - С. 455-460 .

142. Успенский, И.М. Инновационные решения в технологии и технике транспортировки продукции растениеводства / И. М. Успенский, И.М. Кулик, С.Н. Рябчиков // Техника и оборудование для села, – 2013.-№7.- С. 10-12 .
143. Феодосьев, В.И. Учебник. Сопротивление материалов / В. И. Феодосьев. – 11 изд. – М: МГТУ, 2003. – 591 с.
144. Филатов, И. И. Технологическая и зоотехническая оценка кормов: методич. рекомендации / И. И. Филатов. – Новосибирск, 1985. – 36 с.
145. Хазиахметов, Ф.С. Практические рекомендации руководителям и зооветспециалистам сельскохозяйственных предприятий, крестьянско-фермерских хозяйств по расчету годовой потребности в кормах / Ф. С. Хазиахметов, Т. А. Фаритов, Х. Х. Галин. – Уфа: ГУ изд-во «Мир печати», 2008. – 24 с.
146. Хохрин, С. Н. Корма и кормление животных / С. Н. Хохрин. – Санкт-Петербург: Лань, 2002. – 512с.
147. Чечко, Н. П. Выбор хранилищ для силоса и сенажа / Н. П. Чечко // Мех. и электр. с/х произв. – 1978. – № 12. – С.29-31.
148. Шершакова, О. К. Оптимальный угол раскрытия наконечника модульно-стержневого заземлителя / О. К. Шершакова // Журнал «Известия ПГУПС».- 2011.- № 3(28).
149. Zimmer E. Verwendung von Cramoxone zum vorwelken bei der Silagebereitung Wurtschaftseigene Futter 1966. 12. 3
150. Woolford, M. K. Будить Брожение. Микробиология. Серия В. 14. - Нью-Йорк: Марсель Деккер, 1989.
151. Джонс, Р. Влияние биологических добавок на качество силоса, эффективное производство и продуктивность животных : 18-ое ежегодное исследовательское объединение ирландских пастбищ и продукции животноводства / Джонс Р, Woolford M. K. - Дублин, 1992. - ПП. 65-66.
152. Хониг, Х. Principlesto Производство высококачественного силоса из трав пастбищ / Хонигч, Pahlow г. // документ представлен Ольстера Society. – 1995. - 22 февраля. – С.6.

153. Theißen Gend. Marktübersicht Silageschneidzangen: Silage Entnahme mit Biß // Profi.- 1995. - №10. - s. 58-60.
154. Оценка инокулянтов/энзима для подготовки в качестве добавки для травяного силоса для молочного скота / З. Д. Паттерсон., С. С. Мейн, Ф. Дж. Гордон, Д. Дж. Kilpatrick // Травы и корма. экон. наук, 1999. - П. 52. - С. 325-335.
155. Уилкинсон, А. Т. Кормление молочных коров / А. Т Уилкинсон, Дж. М Чемберлен. - Chalcombe Публикаций Mountwood дом, SO32-Гемпшир, перепечатано. – 2010. – С. 228.

## **ПРИЛОЖЕНИЯ**

**Приложение А**

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

**ПАТЕНТ**

НА ПОЛЕЗНУЮ МОДЕЛЬ

№ 136951

**УСТРОЙСТВО ДЛЯ БЛОЧНО-ВАКУУМНОГО  
СИЛОСОВАНИЯ КОРМОВ**

Патентообладатель(ли): *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Московский государственный открытый университет имени В.С. Черномырдина" (RU)*

Автор(ы): *см. на обороте*

Заявка № 2013136771

Приоритет полезной модели 06 августа 2013 г.

Зарегистрировано в Государственном реестре полезных моделей Российской Федерации 27 января 2014 г.

Срок действия патента истекает 06 августа 2023 г.

Руководитель Федеральной службы  
по интеллектуальной собственности

Б.И. Симонов



РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) **RU** (11) **136 951** (13) **U1**

(51) МПК  
*A01F 25/16* (2006.01)  
*A23K 3/02* (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) **ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ ОПИСАНИЯ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ**

(21)(22) Заявка: 2013136771/13, 06.08.2013

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
06.08.2013

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 06.08.2013

(45) Опубликовано: 27.01.2014 Бюл. № 3

Адрес для переписки:

390000, г. Рязань, ул. Право-Лыбедская, 26/53,  
 Директору РИ(ф) МГОУ Панкову И.Г.

(72) Автор(ы):

Ревич Яков Львович (RU),  
 Антоненко Надежда Александровна (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное  
 образовательное учреждение высшего  
 профессионального образования  
 "Московский государственный открытый  
 университет имени В.С. Черномырдина" (RU)

(54) **УСТРОЙСТВО ДЛЯ БЛОЧНО-ВАКУУМНОГО СИЛОСОВАНИЯ КОРМОВ**(57) **Формула полезной модели**

1. Устройство для блочно-вакуумного силосования кормов, содержащее заглубленную в грунт траншею, в которую уложен зеленый корм, полиэтиленовую силосную пленку, перфорированные трубы для откачки воздуха, общий коллектор и перфорированные трубы для откачки сока, при этом полиэтиленовая силосная пленка состоит из двух полотнищ, нижнее из которых уложено на дно, боковые и торцевые стенки траншеи, образуя емкость для хранения силоса, а верхнее полотнище уложено поверх зеленого корма, образуя крышку этой емкости, перфорированные трубы для откачки воздуха расположены в траншее выше уровня сока, образующегося в зеленом корме в процессе молочнокислого брожения, общий коллектор снабжен запорным вентилем и штуцером для подсоединения к вакуум-насосу, а перфорированные трубы для откачки сока расположены на дне емкости, отличающееся тем, что емкость для хранения силоса состоит из трех изолированных друг от друга отсеков-мешков, расположенных по длине траншеи, а верхнее полотнище состоит из трех частей, образующих крышки указанных отсеков-мешков, при этом края крышек герметично соединены с краями отсеков-мешков, в каждом отсеке-мешке расположены, по меньшей мере, одна перфорированная труба для откачки воздуха и, по меньшей мере, одна перфорированная труба для откачки сока, соединенные между собой при помощи соединительной трубы, конец которой выведен из траншеи выше уровня грунта, снабжен запорным вентилем и соединен с концами соединительных труб других отсеков-мешков посредством общего коллектора.

2. Устройство по п.1, отличающееся тем, что в поперечном сечении траншея имеет форму прямоугольника.

3. Устройство по п.1, отличающееся тем, что поверх зеленого корма в каждом из отсеков-мешков уложена тонкая подкладочная вакуумная пленка.

4. Устройство по п.1, отличающееся тем, что сверху на крышку каждого из отсеков-

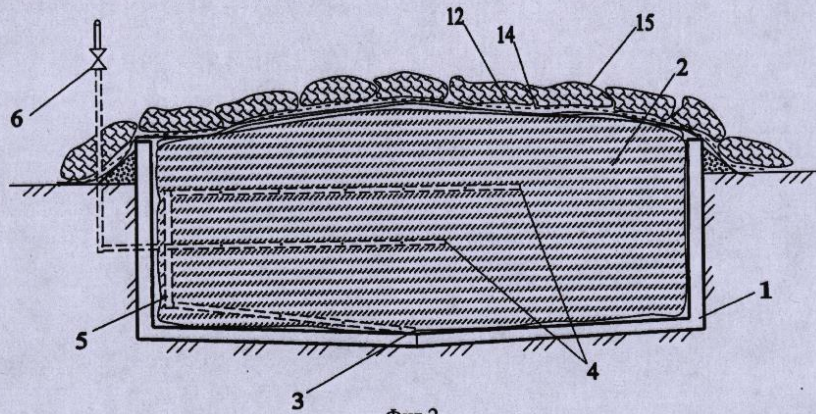
мешков насыпан слой извести-пушенки.

5. Устройство по п.1, отличающееся тем, что поверх крышки каждого из отсеков-мешков уложена металлическая крученая сетка с размером ячейки 4,6 x 7,8 мм.

6. Устройство по п.5, отличающееся тем, что поверх металлической крученой сетки уложены мешки со щебнем.

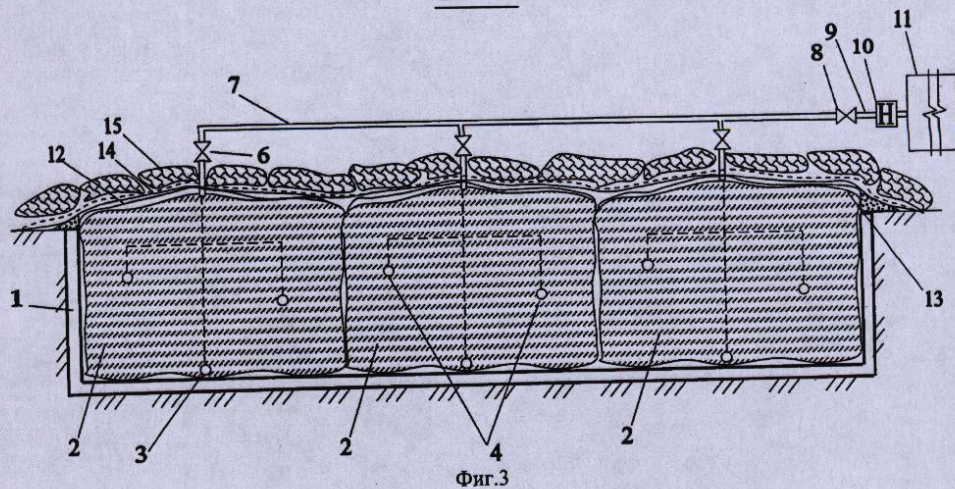
7. Устройство по п.6, отличающееся тем, что поверх мешков со щебнем уложен слой соломы.

A - A



Фиг.2

Б - Б



Фиг.3



РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) RU<sup>(11)</sup>129 768<sup>(13)</sup> U1(51) МПК  
A23K 3/02 (2006.01)ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ ОПИСАНИЯ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2013101376/13, 14.01.2013

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
14.01.2013

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 14.01.2013

(45) Опубликовано: 10.07.2013 Бюл. № 19

Адрес для переписки:  
390000, г.Рязань, ул. Право-Лыбедская, 26/53,  
директору РИ(ф) МГОУ Панкову И.Г.

(72) Автор(ы):

Некрашевич Владимир Федорович (RU),  
Антоненко Надежда Александровна (RU),  
Ревич Яков Львович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
профессионального образования  
"Московский государственный открытый  
университет имени В.С. Черномырдина" (RU)

## (54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ СИЛОСОВАНИЯ КОРМОВ

## (57) Формула полезной модели

1. Устройство для силосования кормов, содержащее выкопанную в земле траншею, в которую уложен зеленый корм, полиэтиленовую пленку, укрывающую зеленый корм сверху, расположенные по длине траншеи перфорированные трубы для откачки воздуха, соединенные между собой коллектором, конец которого выведен из траншеи выше уровня грунта и снабжен запорным краном и штуцером для подсоединения к вакуум-насосу, отличающееся тем, что по всей поверхности дна траншеи уложена полиэтиленовая пленка, края которой по всему периметру траншеи герметично соединены с краями полиэтиленовой пленки, укрывающей зеленый корм сверху.

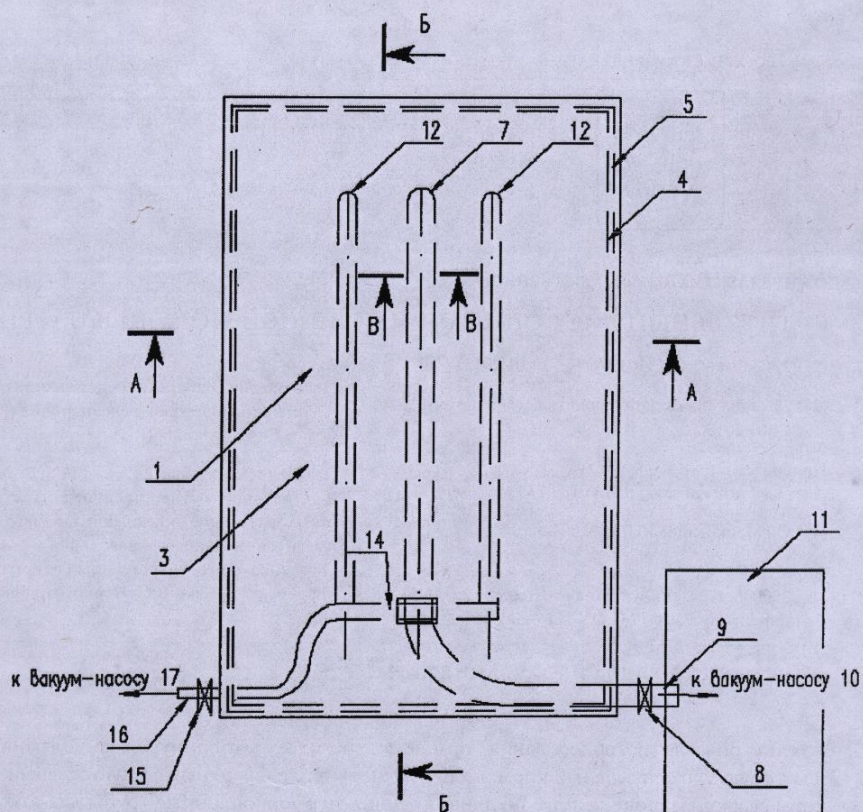
2. Устройство по п.1, отличающееся тем, что траншея в поперечном сечении выполнена в форме полукруга.

3. Устройство по п.1, отличающееся тем, что перфорированные трубы для откачки воздуха расположены в траншее выше уровня сока, образующегося в зеленом корме в процессе молочнокислого брожения.

4. Устройство по п.1, отличающееся тем, что оно дополнительно снабжено, по меньшей мере, одной перфорированной трубой для откачки сока, расположенной на дне траншеи поверх пленки, при этом неперфорированный конец этой трубы выведен из траншеи выше уровня грунта и снабжен запорным краном и штуцером для подсоединения к вакуум-насосу.

5. Устройство по п.4, отличающееся тем, что в продольном сечении дно траншеи выполнено с уклоном к тому концу траншеи, в котором расположен неперфорированный конец трубы для откачки сока.

6. Устройство по п.1, отличающееся тем, что поверх полиэтиленовой пленки, укрывающей зеленый корм сверху, уложена металлическая сетка с размером ячейки не более чем 10×10 мм.



RU 129768 U1



РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



(19) **RU** (11) **131 748** (13) **U1**  
 (51) МПК  
*E02D 5/80* (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ ОПИСАНИЯ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2013114653/03, 01.04.2013

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
01.04.2013

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 01.04.2013

(45) Опубликовано: 27.08.2013 Бюл. № 24

Адрес для переписки:

390000, г.Рязань, ул. Право-Лыбедская, 26/53,  
Директору РИ (ф) МГОУ Панкову И.Г.

(72) Автор(ы):

Ревич Яков Львович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
профессионального образования  
"Московский государственный открытый  
университет имени В.С. Черномырдина" (RU)

(54) ГРУНТОВЫЙ АНКЕР

(57) Формула полезной модели

1. Грунтовый анкер, содержащий плоскую деталь, тягу, толкающий стержень и узлы крепления тяги и стержня к плоской детали, при этом передняя кромка плоской детали заострена и имеет в плане треугольную форму, узел крепления толкающего стержня к плоской детали выполнен в виде цилиндрической втулки с закрытым торцом, неразъемно соединенной с плоской деталью таким образом, что закрытый торец втулки направлен к передней кромке плоской детали, а ось вращения втулки расположена в продольной плоскости симметрии анкера параллельно плоскости плоской детали, а узел крепления тяги расположен над втулкой для крепления толкающего стержня и соединен с плоской деталью с возможностью поворота в продольной плоскости симметрии анкера относительно оси, перпендикулярной этой плоскости, отличающийся тем, что плоская деталь выполнена в виде анкерной плиты, к верхней плоскости анкерной плиты в продольном направлении симметрично относительно продольной плоскости симметрии анкера и перпендикулярно к плоскости плиты прикреплены два ребра жесткости, втулка для крепления толкающего стержня расположена на верхней плоскости анкерной плиты между ребер жесткости и неразъемно прикреплена к плите и ребрам жесткости, а ось поворота узла крепления тяги закреплена между ребер жесткости перпендикулярно к их плоскости.

2. Анкер по п.1, отличающийся тем, что концы ребер жесткости, обращенные к передней кромке анкерной плиты, срезаны под углом 30...60° к плоскости плиты.

3. Анкер по п.1, отличающийся тем, что ось поворота узла крепления тяги расположена между центром тяжести анкерной плиты и передней кромкой плиты.

4. Анкер по п.1, отличающийся тем, что втулка для крепления толкающего стержня расположена между центром тяжести анкерной плиты и передней кромкой плиты.

5. Анкер по п.1, отличающийся тем, что задняя кромка анкерной плиты заострена и

имеет в плане треугольную форму.

6. Анкер по п.1, отличающийся тем, что в передней части анкерной плиты по ее продольной оси закреплен наконечник в виде заостренного стержня, выступающий за переднюю кромку плиты.

7. Анкер по п.1, отличающийся тем, что во втулке для крепления толкающего стержня выполнена внутренняя резьба, а на конце толкающего стержня выполнена аналогичная наружная резьба.

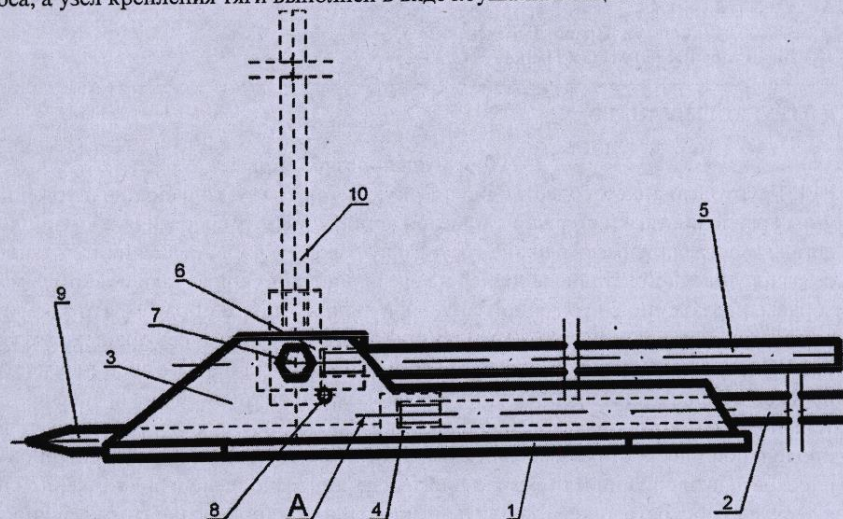
8. Анкер по п.1, отличающийся тем, что толкающий стержень по длине выполнен составным из нескольких частей, соединенных между собой разъемными соединениями.

9. Анкер по п. 1, отличающийся тем, что узел крепления тяги выполнен в виде втулки, в которой выполнена внутренняя резьба, а тяга выполнена в виде тянущего стержня, на конце которого выполнена аналогичная наружная резьба.

10. Анкер по п.9, отличающийся тем, что между ребер жесткости и перпендикулярно к их плоскости закреплен ограничитель угла поворота втулки и тянущего стержня, выполненный в виде стального стержня.

11. Анкер по п.9, отличающийся тем, что тяга по длине выполнена составной из нескольких частей, соединенных между собой разъемными соединениями.

12. Анкер по п.1, отличающийся тем, что тяга выполнена гибкой, например в виде троса, а узел крепления тяги выполнен в виде коуша на конце тяги.





РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ(19) **RU** <sup>(11)</sup> **138 024** <sup>(13)</sup> **U1**(51) МПК  
G01N 3/10 (2006.01)

## (12) ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ ОПИСАНИЯ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2013143960/28, 30.09.2013

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
30.09.2013

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 30.09.2013

(45) Опубликовано: 27.02.2014 Бюл. № 6

Адрес для переписки:

390000, г. Рязань, ул. Право-Лыбедская, 26/53,  
Директору РИ(ф) МГОУ Панкову И.Г.

(72) Автор(ы):

Ревич Яков Львович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
профессионального образования  
"Московский государственный открытый  
университет имени В.С. Черномырдина" (RU)(54) УСТАНОВКА ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ И ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ГРУНТОВЫХ АНКЕРОВ ЯКОРНОГО  
ТИПА

## (57) Формула полезной модели

1. Установка для испытания и перемещения грунтовых анкеров якорного типа, содержащая опорную раму, ползун, установленный с возможностью возвратно-поступательного перемещения относительно опорной рамы, объемный гидродвигатель со штоком для перемещения ползуна относительно рамы, и ручной гидронасос, соединенный шлангами с объемным гидродвигателем, при этом опорная рама содержит две опорные стойки, соединенные сверху верхней поперечной балкой, ползун содержит верхнюю и нижнюю траверсы, соединенные между собой тягами, выполненными в виде резьбовых шпилек, оси которых параллельны оси штока гидродвигателя, на нижней траверсе ползуна закреплено приспособление для соединения анкерной тяги с ползуном, отличающаяся тем, что объемный гидродвигатель выполнен в виде гидроцилиндра, а опорная рама снабжена нижней поперечной балкой, соединенной с опорными стойками, а также закрепленными на верхней поперечной балке параллельно оси гидроцилиндра трубчатыми направляющими, в которых перемещаются тяги ползуна.

2. Установка по п.1, отличающаяся тем, что она снабжена манометром, измеряющим давление в гидроцилиндре.

3. Установка по п.1, отличающаяся тем, что она снабжена линейной индикаторной шкалой, закрепленной на раме и служащей для измерения перемещений ползуна.

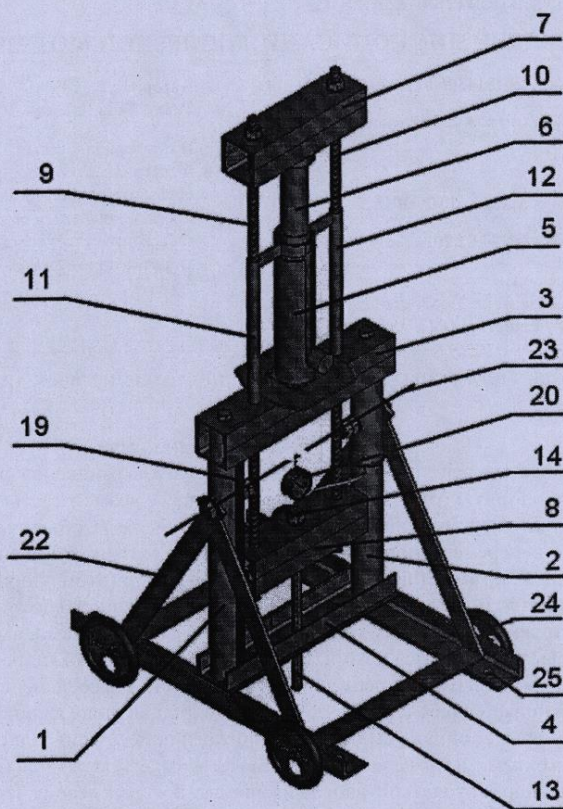
4. Установка по п.1, отличающаяся тем, что она снабжена индикатором часового типа, закрепленным на стойке рамы с возможностью установки в двух положениях, при этом в рабочем положении индикатора его измерительный стержень расположен параллельно оси штока гидроцилиндра и установлен с возможностью взаимодействия с ползуном либо с торцевой поверхностью анкера или анкерной тяги, а в нерабочем положении индикатор расположен вне зоны перемещения ползуна.

5. Установка по п.1, отличающаяся тем, что она снабжена транспортно-установочной

тележкой, при этом опорная рама закреплена в транспортно-установочной тележке с возможностью поворота на угол от 0 до 180° вокруг горизонтальной оси, расположенной в одной плоскости с осью гидроцилиндра и перпендикулярно к последней.

6. Установка по п.5, отличающаяся тем, что транспортно-установочная тележка снабжена съемными колесами.

7. Установка по п.5, отличающаяся тем, что в раме транспортно-установочной тележки выполнены отверстия под металлические штыри для крепления тележки к грунту.



RU 138024 U1

RU 138024 U1

## Приложение Д

**Результаты исследований зависимости изменения объема  $V(\text{м}^3)$  и плотности  
силосной массы  $\rho, (\text{кг}/\text{м}^3)$  от вакуумметрического давления  $P_{\text{вак}}$  (кПа).**

Таблица Д.1 - Показатели изменения объема  $V(\text{м}^3)$  и плотности силосной массы  $\rho, (\text{кг}/\text{м}^3)$  от вакуумметрического давления  $P_{\text{вак}}$  (кПа).

| Вакуумметрическое<br>давление<br>$P_{\text{вак}}$ (кПа) | Объем<br>силосной массы<br>$V \text{ м}^3$ | Плотность силосной<br>массы<br>$\rho, \text{кг}/\text{м}^3$ |
|---------------------------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| 6                                                       | 0,751                                      | 576,74                                                      |
| 10                                                      | 0,704                                      | 615,24                                                      |
| 20                                                      | 0,638                                      | 678,89                                                      |
| 30                                                      | 0,592                                      | 731,64                                                      |
|                                                         | 0,562                                      | 770,69                                                      |
| 51                                                      | 0,526                                      | 823,44                                                      |
| 61,7                                                    | 0,498                                      | 869,74                                                      |

Таблица Д.2 - Показатели изменения объема воздуха  $V(\text{м}^3)$  откаченного из мягкого вакуумированного блока и времени  $t$  (с) от действия различных уровней вакуумметрического давления  $P_{\text{вак}}$  (кПа).

| $P_{\text{вак}} = 30 \text{ кПа}$ |                 |                                                 | $P_{\text{вак}} = 40 \text{ кПа}$ |                 |                                                 | $P_{\text{вак}} = 50 \text{ кПа}$ |                 |                                                 |
|-----------------------------------|-----------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------|-----------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------|-----------------|-------------------------------------------------|
| $t, \text{сек}$                   | $V, \text{м}^3$ | От первоначального объема воздуха, $\text{м}^3$ | $t, \text{сек}$                   | $V, \text{м}^3$ | От первоначального объема воздуха, $\text{м}^3$ | $t, \text{сек}$                   | $V, \text{м}^3$ | От первоначального объема воздуха, $\text{м}^3$ |
| 0                                 | 0               | 0.00113                                         | 0                                 | 0               | 0.0011304                                       | 0                                 | 0               | 0.0011304                                       |
| 10                                | 0.00034         | 0.00079                                         | 10                                | 0.00025         | 0.0008804                                       | 10                                | 0.0002          | 0.0009304                                       |
| 20                                | 0.00041         | 0.00072                                         | 20                                | 0.00034         | 0.0007904                                       | 20                                | 0.00031         | 0.0008204                                       |
| 30                                | 0.00056         | 0.00057                                         | 30                                | 0.00047         | 0.0006604                                       | 30                                | 0.0004          | 0.0007304                                       |
| 40                                | 0.00065         | 0.00048                                         | 40                                | 0.0006          | 0.0005304                                       | 40                                | 0.00049         | 0.0006404                                       |
|                                   |                 |                                                 | 50                                | 0.00073         | 0.0004004                                       | 50                                | 0.00061         | 0.0005204                                       |
|                                   |                 |                                                 | 60                                | 0.00085         | 0.0002804                                       | 60                                | 0.00075         | 0.0003804                                       |
|                                   |                 |                                                 | 70                                | 0.00093         | 0.0002004                                       | 70                                | 0.0008          | 0.0003304                                       |
|                                   |                 |                                                 | 80                                | 0.001           | 0.0001304                                       | 80                                | 0.00093         | 0.0002004                                       |
|                                   |                 |                                                 |                                   |                 |                                                 | 90                                | 0.00099         | 0.0001404                                       |
|                                   |                 |                                                 |                                   |                 |                                                 | 100                               | 0.0011          | 3.04E-05                                        |

По полученным данным (таблица Д.1;Д.2) построены графические зависимости изменения объема воздуха от уровня вакуумметрического давления (рисунок 4.1; 4.2.;4.3 диссертации).

## Приложение Е

**Результаты исследования синтетических пленок различной толщины на растяжение от вакуумметрического давления для изготовления мягкого вакуумированного блока, для приготовления и хранения силосной массы.**

Таблица Е.1- Результаты исследования синтетических пленок различной толщины на растяжение от вакуумметрического давления для изготовления мягкого вакуумированного блока.

| № опыта | № и толщина испытуемой пленки мкн | Р вакуумметрическое давление, КПа | Δ. Величина деформации, мм. | Пределы деформаций                 |
|---------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|------------------------------------|
| 1       | <b>1 пленка</b>                   | 5                                 | 8,6                         |                                    |
| 2       | Толщина 100 мкн.                  | 7                                 | 13                          |                                    |
| 3       |                                   | 9                                 | 15,5                        | Предел упругости                   |
| 4       |                                   | 10                                | 17,9                        | Пластические деформации            |
| 5       |                                   | 12                                | 21,2                        | Разрыв пленки                      |
| 6       | <b>2 пленка</b>                   | 10                                | 12,2                        |                                    |
| 7       | Толщина 150 мкн.                  | 20                                | 18,9                        |                                    |
| 8       |                                   | 25                                | 20,1                        | Предел упругости                   |
| 9       |                                   | 30                                | 26,5                        | Пластические остаточные деформации |
| 10      |                                   | 40                                | 31,3                        | Разрыв пленки                      |
| 11      | <b>3 пленка</b>                   | 10                                | 6,9                         |                                    |
| 12      | Толщина 200 мкн.                  | 20                                | 9,9                         |                                    |
| 13      |                                   | 30                                | 12,6                        |                                    |
| 14      |                                   | 40                                | 15,8                        |                                    |
| 15      |                                   | 45                                | 16,8                        | Предел упругости                   |
| 16      |                                   | 50                                | 19,1                        | Остаточные деформации              |
| 17      |                                   | 63                                | 25,5                        | Разрыв пленки                      |

По полученным данным (таблица Е.1) построены графические зависимости относительного удлинения пленок от вакуумметрического давления (рисунок 4.5;4,6; 4,7;4.8 диссертации).

**Результаты исследования грунтовых анкеров для крепления стен  
силосохранилища на выдергивающую нагрузку в суглинках и песчаных  
грунтах.**

Таблица Ж.1 – Результаты испытания грунтовых анкеров на выдергивающую нагрузку в суглинке и песчаных грунтах (деформации, мм) от приложенных выдергивающих усилий.

| СУГЛИНКИ  |          |          |          |           |          |           |          | ПЕСЧАНЫЙ ГРУНТ |          |          |          |          |          |
|-----------|----------|----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|----------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Опыт №1   |          | Опыт №2  |          | Опыт №3   |          | Опыт №4   |          | Опыт №5        |          | Опыт №6  |          | Опыт №7  |          |
| Н = 1.5 м |          | Н = 2 м  |          | Н = 2.5 м |          | Н = 3.5 м |          | Н = 4 м        |          | Н = 5 м  |          | Н = 6 м  |          |
| Р,<br>тс  | Δ,<br>мм | Р,<br>тс | Δ,<br>мм | Р,<br>тс  | Δ,<br>мм | Р,<br>тс  | Δ,<br>мм | Р,<br>тс       | Δ,<br>мм | Р,<br>тс | Δ,<br>мм | Р,<br>тс | Δ,<br>мм |
| 0         | 0        | 0        | 0        | 0         | 0        | 0         | 0        | 0              | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        |
| 1,2       | 2        | 0,7      | 1        | 1,3       | 1        | 4         | 5        | 1,2            | 0,2      | 5,3      | 0,6      | 6,8      | 0,5      |
| 1,9       | 3        | 1,2      | 3        | 2,6       | 15       | 4,55      | 75       | 2,4            | 0,4      | 7,2      | 1,4      | 8,5      | 1        |
| 2,6       | 4        | 1,9      | 4        | 3,9       | 2        | 6,8       | 10       | 3,6            | 0,5      | 8,3      | 2,5      | 9        | 1,8      |
| 2,95      | 5        | 2,6      | 5        | 4,5       | 25       | 7,4       | 15       | 4,9            | 0,8      | 8        | 3,4      | 8,3      | 4,8      |
| 3,40      | 6        | 3,4      | 75       | 5,4       | 3        | 8,2       | 21       | 5,7            | 1,3      | 7,1      | 5,3      | 6,4      | 8,7      |
| 3,65      | 9        | 4,6      | 10       | 6,7       | 5        | 8,8       | 30       | 6,6            | 1,8      | 5,6      | 7,5      | 5        | 11,2     |
| 3,8       | 13       | 5,3      | 15       | 7,3       | 9        | 9,5       | 50       | 6,8            | 3,3      | 4,5      | 9,2      | 4,1      | 13,1     |
| 3,6       | 19       | 6,0      | 21       | 7,6       | 12       | 8,2       | 62       | 5,8            | 5,2      | 3,4      | 10,2     |          |          |
| 3,4       | 24       | 5,5      | 30       | 8,2       | 31       |           |          |                |          |          |          |          |          |
| 3,2       | 27       | 4,9      | 36       | 7,4       | 33       |           |          |                |          |          |          |          |          |
| 2,9       | 33       | 4,1      | 46       | 7,0       | 41       |           |          |                |          |          |          |          |          |
|           |          |          |          | 6,5       | 48       |           |          |                |          |          |          |          |          |
|           |          |          |          | 6,0       | 56       |           |          |                |          |          |          |          |          |

По полученным данным (таблица Ж.1) построены графические зависимости деформаций грунта от выдергивающих нагрузок (рисунок 4.9; 4.10 диссертации).

На рисунках Ж.1-Ж.12 приведена фотофиксация проведенных исследований грунтовых анкеров в процессе производственных испытаний на выдергивающую нагрузку.



Рисунок 1- Фото 01 испытаний



Рисунок 2- Фото 02 испытаний



Рисунок 3- Фото 03 испытаний



Рисунок 4- Фото 04 испытаний



Рисунок 5- Фото 05 испытаний



Рисунок 6- Фото 06 испытаний



Рисунок 7- Фото 07 испытаний



Рисунок 8- Фото 08 испытаний



Рисунок 9- Фото 09 испытаний



Рисунок 10- Фото 10 испытаний



Рисунок 11- Фото 11 испытаний



Рисунок 12- Фото 12 испытаний

## РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА НАГРУЗОК И АНКЕРНЫХ КРЕПЛЕНИЙ СТЕН СИЛОСОХРАНИЛИЩА

**Исследование и расчет анкерных креплений стен силосохранилища выполнен в следующем порядке:**

- расчет и проверка общей устойчивости сооружения на сдвиг;
- расчет несущей способности анкера по грунту основания;
- расчет прочности отдельных элементов анкера (оголовков, анкерная тяга, материал заделки).

**Составлена расчетная схема, которая выполнена в соответствии с ВСН 506-88 «ПРОЕКТИРОВАНИЕ И УСТРОЙСТВО ГРУНТОВЫХ АНКЕРОВ».** Оптимальное положение анкера в грунте подбиралось в процессе расчета устойчивости системы "стена - грунт - анкер" на опрокидывание вокруг низа анкеруемой стенки исходя из условия, что прочность грунтов на сдвиг в системе преодолена и образуется «глубокая линия скольжения» (метод Кранца).

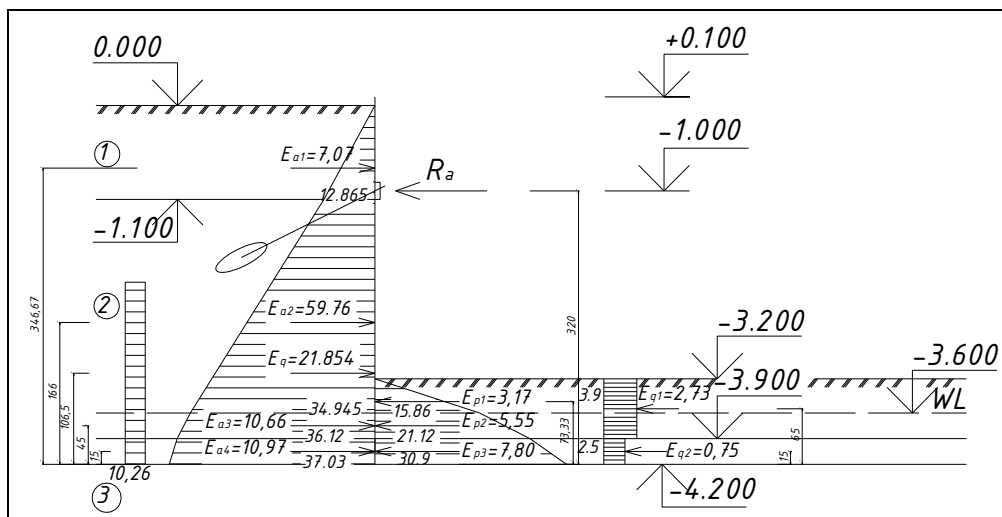


Рисунок 3.1 - Расчетная схема к расчету анкера

*Вычисление сил, действующих на стену.*

Горизонтальные составляющие интенсивности активного расчётного давления с наружной стороны стены

вычисляются в характерных точках по высоте сооружения по формуле:

$$P_{ah} = \gamma \cdot ab \cdot \lambda_{ah} - \frac{c}{\operatorname{tg} \varphi} \cdot \operatorname{tg}^2(1 - \lambda_{ah}),$$

На отметке «-1,000».

$$\lambda_{ah} = \operatorname{tg}^2(45 - 3,5) = 0,6$$

$$P_{ah1} = 19,8 \cdot ab \cdot 0,6 - \frac{1}{\operatorname{tg} 7} \cdot \operatorname{tg}^2(1 - 0,6) = 11,88 \text{ кН/м}^2$$

$$R_{ha} = P_{ah} \cdot ab/2 = 11,88 \cdot ab^2/2 = 5,94ab^2$$

**Определение G** - вес призмы обрушения единичной толщины

Площадь сечения призмы обрушения:

$$A = (1+2,9) \cdot 2/2 = 3,9 \text{ м}^2,$$

$$G = A \cdot \gamma = 3,9 \cdot 19,6 = 76,44 \text{ кН/м},$$

**Определение  $R_{hp}, R_{vp}$**  - вычисляются для массива единичной толщины;

$$R_{hp} = \sum E_{pi} + \sum E_{qi} = 3,17 + 5,55 + 7,8 + 2,73 + 0,75 = 20,0 \text{ кН/м}.$$

$$R_{vp} = 0 \text{ кН/м}$$

**Определение  $R_t$**  - предельная сила сцепления, равная силе трения.

Эта сила складывается из двух составляющих

$$R_t = R_c + R_\phi = ab \cdot \langle C \rangle + R_n \cdot \langle \operatorname{tg} \varphi \rangle,$$

$ab$  - длина глубинной линии скольжения,

$\langle C \rangle$  - средневзвешенное по длине линии скольжения значение сцепления грунтов,  $\langle c \rangle = (\sum c_i^n \cdot h_i) / \sum h_i = (1 \cdot 0,1 + 23 \cdot 1,8) / 1,9 = 22,24 \text{ кПа}$

$\langle \operatorname{tg} \varphi \rangle = 0,78$  - средневзвешенный по линии скольжения коэффициент трения.

Здесь и далее угловые скобки означают усреднение.

$$\langle \operatorname{tg} \varphi \rangle = (\sum \operatorname{tg} \varphi_i \cdot h_i) / \sum h_i = (0,12 \cdot 0,1 + 0,384 \cdot 1,8) / 1,9 = 0,375$$

Получим выражение:

$$R_t = R_c + R_\phi = ab \cdot 22,24 + R_n \cdot 0,375$$

**Определение  $Q_v = Q'_v$**  и вычисляются по формуле:  $Q_v = \operatorname{tg}(K \cdot \langle \varphi \rangle) Q_h$ ,

где  $\langle \varphi \rangle$  - средневзвешенный угол трения грунтов на контакте с

ограждением,  $\langle Q_v = \operatorname{tg}(K \cdot \langle \varphi \rangle) Q_h$ ,

$$\langle \varphi \rangle = (\sum \varphi_i \cdot h_i) / \sum h_i = (7 \cdot 1,1 + 21 \cdot 2,8 + 32 \cdot 0,3) / 4,2 = 18,12^\circ$$

$K$ - коэффициент со значением от 0 до 1 в зависимости от шероховатости поверхности стены. Для нашего случая определяется по формуле:

$$K = [1 - \langle \lambda_{ah} \rangle] / \operatorname{tg}(\langle \varphi \rangle) = 1,44. \quad \text{Принимаем } K=1$$

$$\langle \lambda_{ah} \rangle = \operatorname{tg}^2\left(45 - \frac{\langle \varphi \rangle}{2}\right) = 0,52 \quad Q_v = \operatorname{tg}(1 \cdot 18,12) Q_h,$$

Силы  $R_n, R_\phi, N, Q_h$  - заранее неизвестны и найдены из условия равновесия предельных сил и условия, что силы сцепления достигают своих предельных значений.

### Уравнения равновесия

Сложим две неизвестные силы  $R_n$  и  $R_\phi$ , и заменим их действие главным вектором  $R_f = R_n + R_\phi$ . (1)

Для предельного равновесия призмы сдвига, либо при ее смещении по глубокой поверхности скольжения силы  $R_f, R_c, R_{hp}$  достигают своих предельных значений, чего нельзя сказать о силах  $R_{vp}, R_o$ . Направление линии действия предельной силы  $R_f$  определяется углом  $\varphi$ , который определяется равенством  $\langle \operatorname{tg} \varphi \rangle = \operatorname{tg} \langle \varphi \rangle$ . Направление предельной силы  $R_f$  показано на рисунке 3.2.

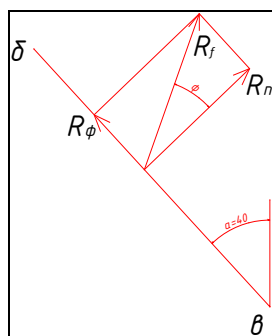


Рисунок 3.2- Сложение сил на глубинной линии скольжения.

Для механической системы а) составим уравнение равновесия сил в проекции на ось  $Ox$ :  $N_x - Q_h + R_{hp} = 0$ , (2)

$N_x$ - сумма проекций продольных сил в анкерах на ось  $Ox$  по всем ярусам из расчета на 1 пм ограждения.

Для призмы сдвига составим два уравнения в проекциях на оси  $Ox$  и  $Oy$ . Сумма проекций уравновешенных на ось  $Ox$

$$Q'_h + R_c \sin \alpha - R_{ah} - R_f \sin \gamma = 0 \quad (3)$$

и сумма проекций уравновешенных сил на ось Oy

$$-G + Q'_v + R_f \cos \gamma + R_c \cos \alpha = 0. \quad (4)$$

Дополнительные равенства

$$\gamma = \pi/2 - \varphi - \alpha = 90 - 18,12 - 40 = 31,9^\circ, \quad Q_v = \operatorname{tg}(k \cdot \langle \varphi \rangle) Q_h, \quad Q_v = Q'_v, \quad Q_h = Q'_h. \quad (5)$$

Исключаем из уравнений (3) и (4) неизвестную силу  $R_f$  и используя

$$\begin{aligned} \text{равенства (5) получим: } Q_h &= -\frac{R_x + R_y \operatorname{tg} \gamma}{1 + \lambda_v \operatorname{tg} \gamma} = -\frac{a\delta \cdot 3,7 + 5,94a\delta^2 - 47,58}{1,0} \\ &= -5,94a\delta^2 - a\delta \cdot 3,7 + 47,58 \end{aligned} \quad (6)$$

$$R_x = R_c \sin \alpha + R_{ah} = a\delta \cdot 22,24 \cdot 0,64 + 5,94a\delta^2 = a\delta \cdot 14,3 + 5,94a\delta^2,$$

$$R_y = -G - R_c \cos \alpha = -76,44 - a\delta \cdot 22,24 \cdot 0,77 = -76,44 - a\delta \cdot 17,0,$$

$$\lambda_v = \operatorname{tg}(k \cdot \langle \varphi \rangle) = 0,32.$$

Из уравнения (2) выражаем силу  $N_x$  и в полученное равенство подставляем первую формулу из (6):

$$N_x = -\frac{R_x + R_y \operatorname{tg} \gamma}{1 + \lambda_y \operatorname{tg} \gamma} - R_{ph} = -5,94a\delta^2 - a\delta \cdot 3,7 + 27,58 \quad (7)$$

Возможны три типа значений искомой силы  $N_x$ , отыскиваемых по формуле (7):

1.  $N_x = 0$ . Призма сдвига совместно с ограждением удерживается в состоянии покоя за счет пассивной реакции грунтов, залегающих ниже дна котлована и силы сцепления по предполагаемой плоскости сдвига. Силы находятся в состоянии предельного равновесия.

2.  $N_x > 0$ . Для пребывания призмы сдвига в состоянии покоя требуется дополнительное усилие по горизонтальной оси  $Ox$ , направленное в противоположную сторону по отношению к предполагаемому сдвигу.

3.  $N_x < 0$ . Равновесие сил предельное, но при этом действие силы  $N_x$  направлено на сталкивание призмы по плоскости сдвига. В этом случае реакции анкеров следует принять  $N_x = 0$ .

### Подбор длины анкера

Рассмотрим случай укрепления ограждения одним ярусом анкеров (рисунок 3.3). Перед решением задачи известно направление будущего анкера, а его длина не известна и подлежит определению. Свободная длина анкера должна быть такой, чтобы корень анкера находился в устойчивой (по отношению к сдвигу) части массива. Так же неизвестна продольная сила, необходимая для устойчивости системы «Стена – грунт – анкер» из условия устойчивости по глубоким линиям скольжения. Принимаем форму возможных призм сдвига такую же, как в методе Кранца и строим множество призм, неустойчивых к сдвигу по глубокой линии скольжения. Чтобы любая призма этого множества пребывала в состоянии покоя, требуется приложить силу  $N > 0$  к корню анкера (или части корня), расположенного за границей призмы сдвига.

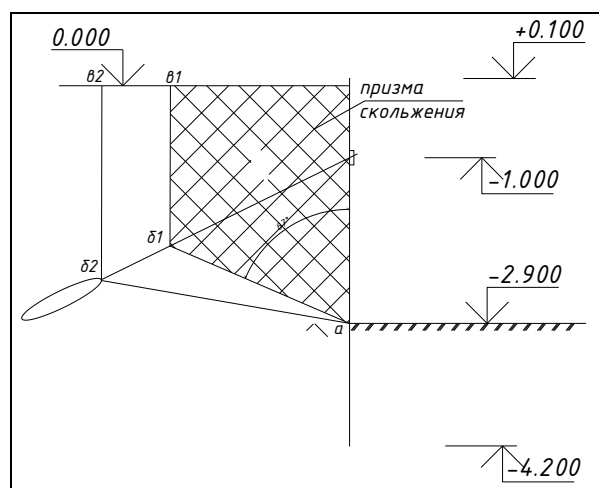


Рисунок 3.3- Граница неустойчивой призмы находится между ломаными  $ab_1b_2$  и  $ab_2b_1$ .

Для нахождения этого множества неустойчивых призм достаточно с помощью решений уравнения (7) найти крайние точки  $b_1$  и  $b_2$  на оси  $\eta$  из условия устойчивости призмы -  $N=0$ .

$$N_x = -\frac{R_x + R_y \tan \gamma}{1 + \lambda_y \tan \gamma} - R_{ph} = -5,94ab^2 - ab \cdot 3,7 + 27,58 = 0,$$

Решение квадратного уравнения:

$$D = 3,7^2 + 4 \cdot 5,94 \cdot 27,58 = 669$$

Решая квадратное уравнение, получаем следующие корни:

$$a\bar{b}_1 = (3,7 - \sqrt{669}) / (-2 \cdot 5,94) = 1,865 \text{ м}$$

$$a\bar{b}_2 = (3,7 + \sqrt{669}) / (-2 \cdot 5,94) = 2,49 \text{ м}$$

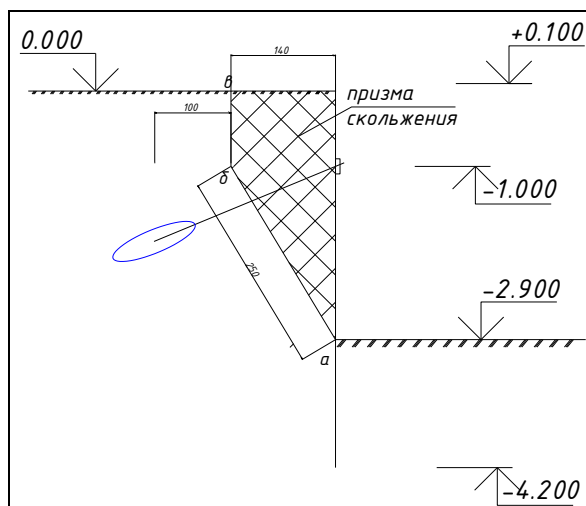


Рисунок 3.4- Схема устойчивой призмы обрушения.

Далее выполнен подбор длины корня и общая длина анкера.

Корень анкера расположен в устойчивом массиве и заведен на 1 м за призму сдвига. Принимаем общую длину анкера  $L=3,1 \text{ м}$ .

Случай, когда корень анкера расположен за границей возможных глубоких линий скольжения, является оптимальным.

### Исследование и расчет несущей способности анкеров.

Расчетная нагрузка на анкер по несущей способности основания  $P_d$  устанавливается из условия:

$$P_d \geq P_w \gamma_n, \quad (8)$$

где  $\gamma_n$  — коэффициент надежности по назначению сооружения, принимаемый равным: 1,4 — для постоянных анкеров.

$P_w$  — нагрузка на анкер от стены

Примем шаг анкеров 1,5 м, тогда нагрузка будет равна:  $P_w = 4,25 \cdot 1,5 = 6,375 \text{ т}$ .

### Исследование варианта анкера - «Грунтовый анкер якорного типа»

Заделка (корень) данного анкера проектируется из плоской опрокидывающейся

в грунте стальной плиты, расположенной перпендикулярно линии действия нагрузки от стены. Анкерный стержень располагается под углом  $30^\circ$  относительно горизонта. Нагрузка прикладывается перпендикулярно к плоскости анкерной плиты. При длине анкера  $L=3,1\text{м}$  и угле наклона  $30^\circ$ , величина  $d=2,5\text{м}$ . Схема заделки анкера показана на рисунке 3.5.

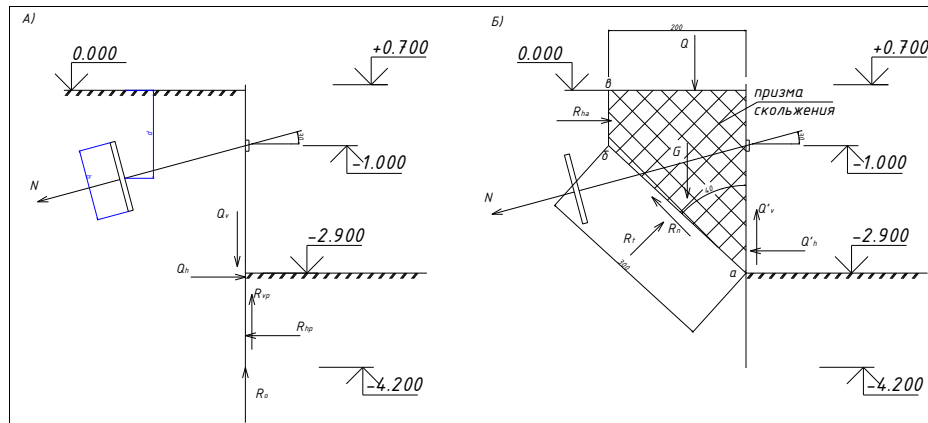


Рисунок 3.5- Схема заделки анкера.

### Подбор площади плиты корня анкера. Проверка несущей способности плиты анкера.

Необходимо подобрать рабочую площадь поверхности плиты корня анкера. Зададимся начальными размерами длины и ширины  $0,35 \times 0,175\text{м}$ .

На рисунке 3.6 приведена расчетная схема грунтового анкера

Сила предельного сопротивления основания выдергиваемого анкера определяется по формуле:

$$F = \gamma_{bf} (V_{bf} - V_f) \cos \beta + c (A_1 \cos(\varphi - \beta/2) + A_2 \cos(\varphi + \beta/2) + A_3 \cos(\varphi)) \quad (9)$$

где  $\gamma_{bf}$  - расчетное значение удельного веса грунта над корнем анкера;  
 $V_{bf} \approx 2\text{м} \cdot \text{куб.м}$  объем тела выпирания в форме усеченной пирамиды, образуемой плоскостями, проходящими через кромки верхней поверхности анкера (плиты) и наклоненными к вертикали под углами  $\theta$ , равными:

$$\text{у нижней кромки } \theta_1 = \varphi + \frac{\beta}{2} = 21 + \frac{60}{2} = 51^\circ;$$

$$\text{у верхней кромки } \theta_2 = \varphi - \frac{\beta}{2} = 21 - \frac{60}{2} = -9^\circ;$$

у боковых кромок  $\theta_3 = \theta_4 = \varphi = 7;$

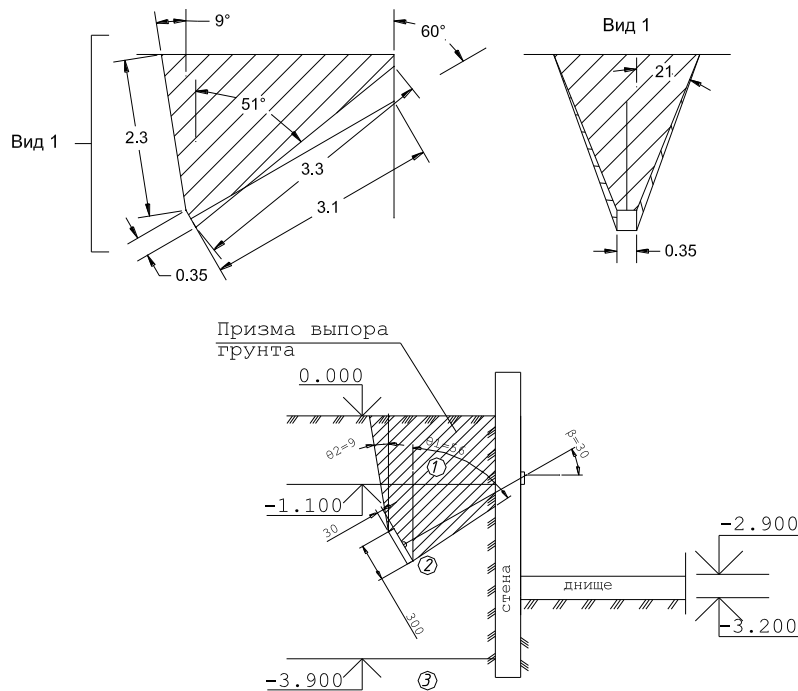


Рисунок 3.6- Расчетная схема грунтового анкера

$V_f=2\text{м}^3$ , объем части фундамента, находящейся в пределах тела выпирания; для анкерных плит принимается  $V_f = 0$ ;  $A_1=3,5 \text{ м}^2$ ;  $A_2=3,0\text{м}^2$ ;  $A_3=5,0\text{м}^2$   $\square$  - площади граней призмы выпирания, имеющих в основании соответственно нижнюю, верхнюю и боковые кромки верхней поверхности анкерной плиты;  
 $c_1$  и  $\varphi_{11}$   $\square$  расчетные значения удельного сцепления и угла внутреннего трения грунта выше плиты.

$$F=18,5(2-0)\cos 60+7(3,5\cos(21-60/2)+3,0\cos(21+60/2)+5,0\cos(21))=88,34 \text{ кН}$$

## МОДЕЛИРОВАНИЕ НАГРУЗОК И ИССЛЕДОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ СТЕН С АНКЕРНЫМИ КРЕПЛЕНИЯМИ НА КОМПЬЮТЕРНОЙ МОДЕЛИ СИЛОСОХРАНИЛИЩА.

(с использованием программного комплекса «LIRA 9.6»).

*Исследования производились последовательно по стадиям:*

- на первой стадии производился расчет полной модели (без анкеров) на собственный вес и заданную нагрузку;
- дальнейшее количество стадий определялось автоматически и зависело от заданных уровней нагрузок и установки анкеров;
- по ходу расчета выполнялся расчет накопления перемещений в узлах, напряжений в элементах грунта и усилий в элементах стен и анкеров по стадиям;
- **результаты расчета представлены в виде изополей перемещений и напряжений в грунте, а также усилий в стене и анкерах по каждой стадии.**

После формирования загрузок № 1, 2 и задания нагрузок в главном меню программного комплекса «LIRA 9.6», выполняется Режим - Выполнить расчет (рисунок И.1) .

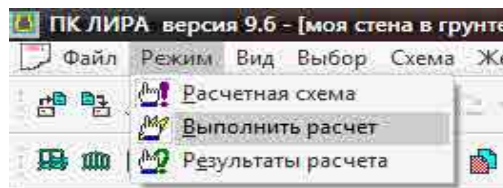


Рисунок И.1 Диалоговое окно **Выполнить расчет**

**От первого нагружения (собственного веса грунта)**

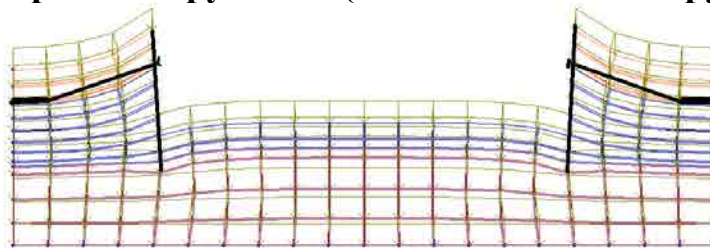


Рисунок И.2 Деформированная система от первого нагружения

Шкала перемещений

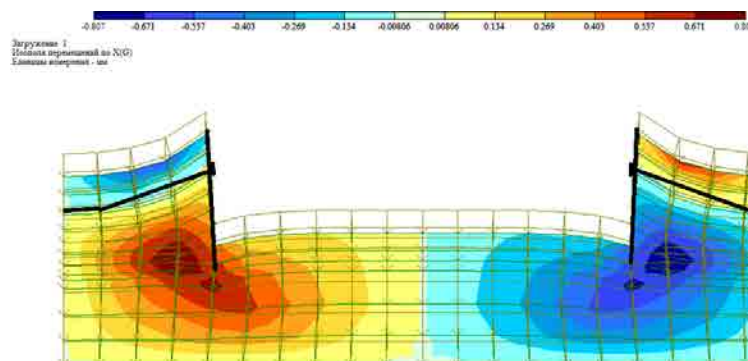


Рисунок И.3 Изополя перемещений по оси X

## Шкала перемещений

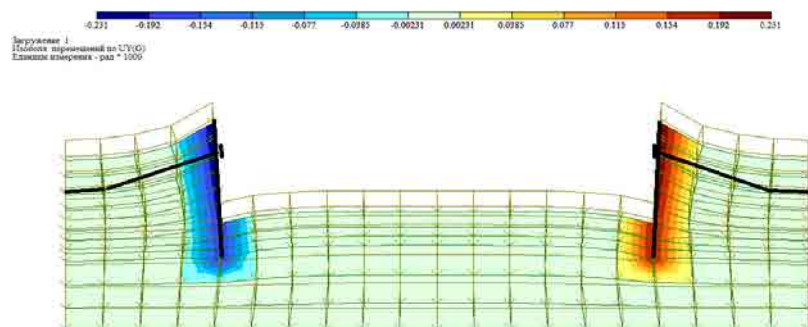


Рисунок И.4 Изополя перемещений по оси Y

## Шкала перемещений

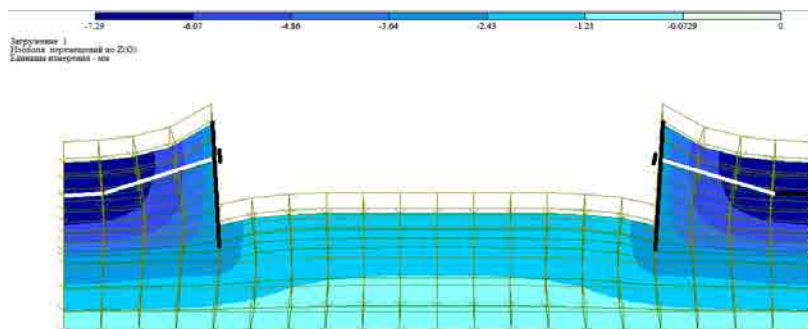


Рисунок И.5 Изополя перемещений по оси Z

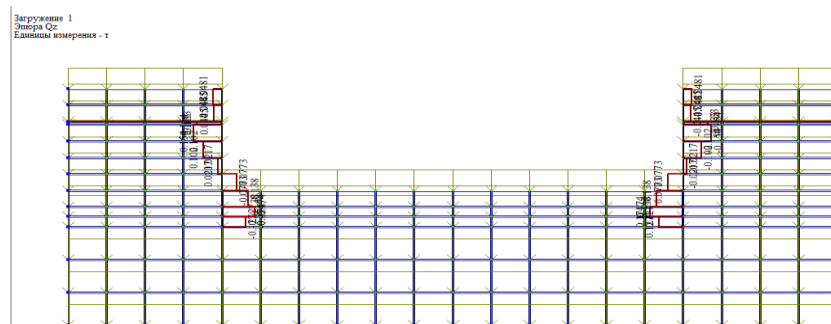


Рисунок И.6 Эпюра поперечных сил

Загружение 2  
Эпюра Mu  
Единицы измерения - т\*м

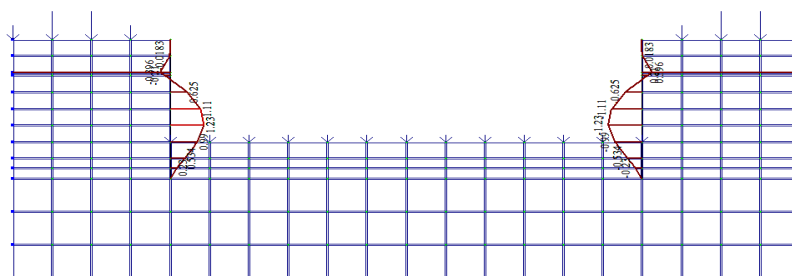


Рисунок И.7 Эпюра моментов

### Определение усилий в анкере

**Элемент 2766**

Номера узлов  
2357, 2354

N° 2766 Блок N ☐ ☒ Отметить

Тип жесткости  
Б. КЗ 208 численное (анкер)

Тип КЗ 208 К-во сечений 2 Ортогоналия ☐

Длина, координаты центра тяжести  
L=3м, Xс=2.5м, Yс=0м, Zс=6.2м

☒ Загружение N° загр. 1

☐ РСН

| N° сечения | N        | Mx | My | Qz | Mz | Qy | Ry | Rz | T                |
|------------|----------|----|----|----|----|----|----|----|------------------|
| 1          | 0.099323 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | T <sup>m</sup> m |
|            |          |    |    |    |    |    |    |    | T <sup>m</sup> m |
|            |          |    |    |    |    |    |    |    | T                |
|            |          |    |    |    |    |    |    |    | T <sup>m</sup> m |
|            |          |    |    |    |    |    |    |    | T                |
|            |          |    |    |    |    |    |    |    | T/m              |
|            |          |    |    |    |    |    |    |    | T/m              |
|            |          |    |    |    |    |    |    |    |                  |
|            |          |    |    |    |    |    |    |    |                  |

☐ Эпюры

Экспорт усилий

Рисунок И.8 Загрузка 1

**Элемент 2766**

Номера узлов  
2357, 2354

N° 2766 Блок N ☐ ☒ Отметить

Тип жесткости  
6. КЗ 208 численное {анкер}

Тип КЗ 208 К-во сечений 2 Ортогометрия ☐

Длина, координаты центра тягости  
L=3м, Xc=2.5м, Yc=0м, Zc=6.2м

☒ Загружение N° загр. 2

☐ РЧН

| N° сечения | N       | Mx | My | Qz | Mz | Qy | Ry | Rz | T                |
|------------|---------|----|----|----|----|----|----|----|------------------|
| 1          | 3.02028 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | t <sup>m</sup> m |
|            |         | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | t <sup>m</sup> m |
|            |         | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | t                |
|            |         | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | t <sup>m</sup> m |
|            |         | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | t                |
|            |         | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | t/m              |
|            |         | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | t/m              |
|            |         |    |    |    |    |    |    |    |                  |
|            |         |    |    |    |    |    |    |    |                  |

☐ Эпюры

Экспорт усилий

Рисунок И.9 Загрузка 2

|      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 2395 | 2396 | 2397 | 2398 | 2399 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 2411 | 2412 | 2413 | 2414 | 2415 |      |
| 2374 | 2375 | 2376 | 2377 | 2378 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 2390 | 2391 | 2392 | 2393 | 2394 |      |
| 2453 | 2454 | 2455 | 2456 | 2457 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 2428 | 2429 | 2430 | 2431 | 2432 |      |
| 2311 | 2312 | 2313 | 2314 | 2315 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 2327 | 2328 | 2329 | 2330 | 2331 |      |
| 2290 | 2291 | 2292 | 2293 | 2294 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 2306 | 2307 | 2308 | 2309 | 2310 |      |
| 2269 | 2270 | 2271 | 2272 | 2273 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 2285 | 2286 | 2287 | 2288 | 2289 |      |
| 2248 | 2249 | 2250 | 2251 | 2252 | 2253 | 2254 | 2255 | 2256 | 2257 | 2258 | 2259 | 2260 | 2261 | 2262 | 2263 | 2264 | 2265 | 2266 | 2267 | 2268 |
| 2227 | 2228 | 2229 | 2230 | 2231 | 2232 | 2233 | 2234 | 2235 | 2236 | 2237 | 2238 | 2239 | 2240 | 2241 | 2242 | 2243 | 2244 | 2245 | 2246 | 2247 |
| 2206 | 2207 | 2208 | 2209 | 2210 | 2211 | 2212 | 2213 | 2214 | 2215 | 2216 | 2217 | 2218 | 2219 | 2220 | 2221 | 2222 | 2223 | 2224 | 2225 | 2226 |
| 2185 | 2186 | 2187 | 2188 | 2189 | 2190 | 2191 | 2192 | 2193 | 2194 | 2195 | 2196 | 2197 | 2198 | 2199 | 2200 | 2201 | 2202 | 2203 | 2204 | 2205 |
|      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 2164 | 2165 | 2166 | 2167 | 2168 | 2169 | 2170 | 2171 | 2172 | 2173 | 2174 | 2175 | 2176 | 2177 | 2178 | 2179 | 2180 | 2181 | 2182 | 2183 | 2184 |
|      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 2143 | 2144 | 2145 | 2146 | 2147 | 2148 | 2149 | 2150 | 2151 | 2152 | 2153 | 2154 | 2155 | 2156 | 2157 | 2158 | 2159 | 2160 | 2161 | 2162 | 2163 |
|      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 2122 | 2123 | 2124 | 2125 | 2126 | 2127 | 2128 | 2129 | 2130 | 2131 | 2132 | 2133 | 2134 | 2135 | 2136 | 2137 | 2138 | 2139 | 2140 | 2141 | 2142 |

Рисунок И. 10 Нумерация узлов

## Результаты перемещений узлов

### И.1 -Таблица перемещений узлов КЭ

Единицы измерения линейных перемещений: мм  
Единицы измерения угловых перемещений: RD\*1000

| Mon Mar 19 14:25:55 2012 ВЕВЕВЕ основная схема |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
|------------------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| П Е Р Е М Е Щ Е Н И Я    У З Л О В.            |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
| Номера узлов:                                  | 2143    | 2144    | 2145    | 2146    | 2147    | 2148    | 2149    | 2150    | 2151    |
| 1 - ЗАГРУЖЕНИЕ 1                               |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
| X                                              |         | .09650  | .17886  | .25525  | .33093  | .35736  | .30919  | .21562  | .12928  |
| Z                                              | -1.2229 | -1.2104 | -1.1831 | -1.1529 | -1.0915 | -.95942 | -.82896 | -.75303 | -.72454 |
| 2 - ЗАГРУЖЕНИЕ 2                               |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
| X                                              |         | .55584  | .98257  | 1.2495  | 1.4207  | 1.4094  | 1.1928  | .84002  | .51344  |
| Z                                              | -2.9133 | -2.8198 | -2.5930 | -2.3535 | -2.0946 | -1.6951 | -1.3107 | -1.0786 | -.98978 |
| Номера узлов:                                  | 2152    | 2153    | 2154    | 2155    | 2156    | 2157    | 2158    | 2159    | 2160    |
| 1 - ЗАГРУЖЕНИЕ 1                               |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
| X                                              | .05946  |         | -.05946 | -.12928 | -.21562 | -.30919 | -.35736 | -.33093 | -.25525 |
| Z                                              | -.71548 | -.71367 | -.71548 | -.72454 | -.75303 | -.82896 | -.95942 | -1.0915 | -1.1529 |
| 2 - ЗАГРУЖЕНИЕ 2                               |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
| X                                              | .24020  |         | -.24020 | -.51344 | -.84002 | -1.1928 | -1.4094 | -1.4207 | -1.2495 |
| Z                                              | -.95978 | -.95330 | -.95978 | -.98978 | -1.0786 | -1.3107 | -1.6951 | -2.0946 | -2.3535 |
| Номера узлов:                                  | 2161    | 2162    | 2163    | 2164    | 2165    | 2166    | 2167    | 2168    | 2169    |
| 1 - ЗАГРУЖЕНИЕ 1                               |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
| X                                              | -.17886 | -.09650 |         |         | .17003  | .31703  | .41237  | .52530  | .57536  |
| Z                                              | -1.1831 | -1.2104 | -1.2229 | -2.3177 | -2.2880 | -2.2080 | -2.1418 | -2.0698 | -1.6902 |
| 2 - ЗАГРУЖЕНИЕ 2                               |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
| X                                              | -.98257 | -.55584 |         |         | .98894  | 1.7800  | 2.1974  | 2.3993  | 2.4169  |
| Z                                              | -2.5930 | -2.8198 | -2.9133 | -6.2530 | -6.0201 | -5.4061 | -4.7641 | -4.3587 | -3.2518 |
| Номера узлов:                                  | 2170    | 2171    | 2172    | 2173    | 2174    | 2175    | 2176    | 2177    | 2178    |
| 1 - ЗАГРУЖЕНИЕ 1                               |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
| X                                              | .43278  | .29308  | .17864  | .08401  |         | -.08401 | -.17864 | -.29308 | -.43278 |
| Z                                              | -1.3769 | -1.2515 | -1.2093 | -1.2002 | -1.1994 | -1.2002 | -1.2093 | -1.2515 | -1.3769 |
| 2 - ЗАГРУЖЕНИЕ 2                               |         |         |         |         |         |         |         |         |         |

Остальные таблицы перемещения узлов условно не показаны

**Вывод.** Моделирование состояния конструкций стены силосохранилища с анкерными креплениями от внешних нагрузок и собственного веса грунта показало, что прочностные характеристики, устойчивость, деформации и перемещения стен, выполненных в расчетах, приняты, верно, и соответствуют нормативным требованиям СНиП 2.02.01-83 «Основания и фундаменты» и СНиП 2.03.01 – 84\*. Нормы проектирования. Бетонные и железобетонные конструкции.

## РЕЗУЛЬТАТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ВОЗДЕЙСТВИЯ НАГРУЗОК НА ДНИЩЕ СИЛОСОХРАНИЛИЩА С УЧЕТОМ СВОЙСТВ ОКРУЖАЮЩИХ ГРУНТОВ

(на компьютерной модели силосохранилища, с использованием  
программного комплекса «ПК «Мономах»

Грунт считается консолидированным. В таблице К.1 приведен ввод характеристик грунтов в ПК «Мономах». Положение скважин в грунте приведено на рисунке К.1, К.2).

Таблица К.1. Ввод характеристик грунтов в ПК «Мономах».

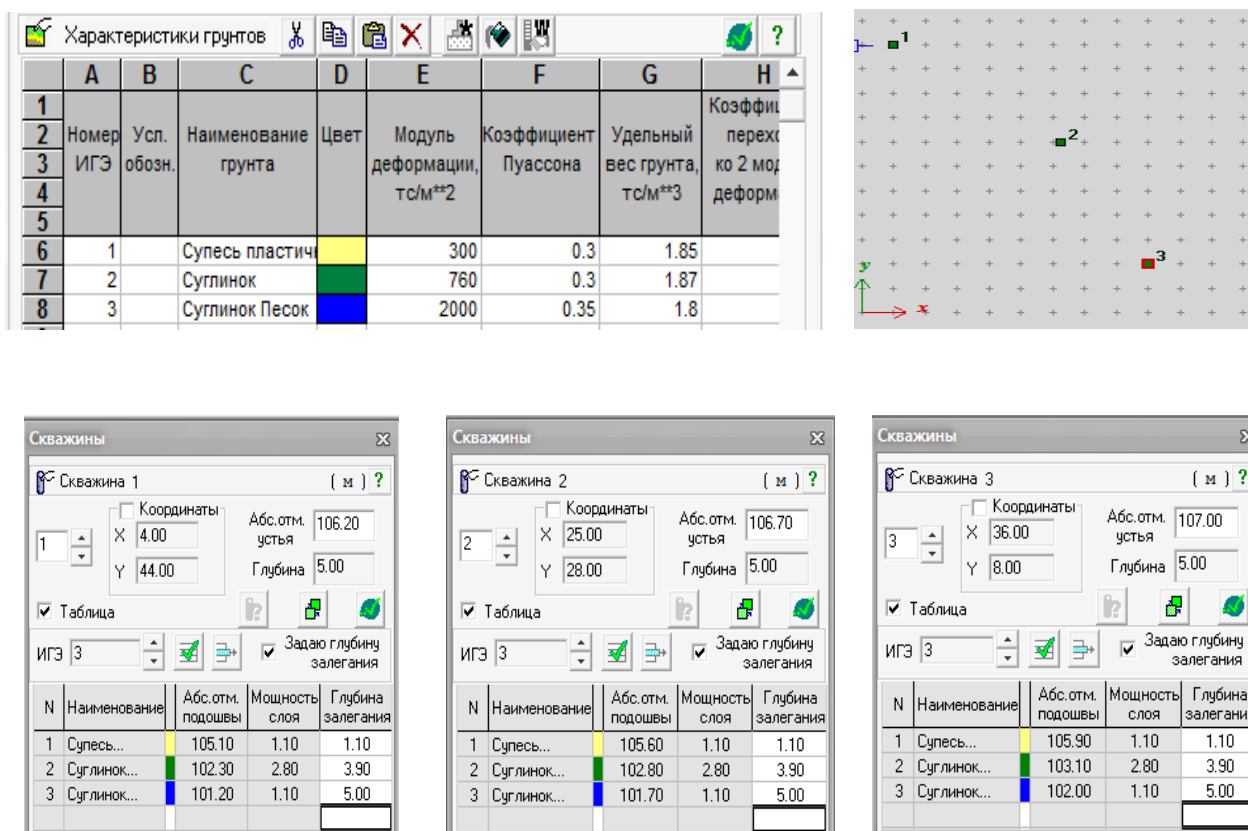


Рисунок К.1 - Геологические характеристики грунта скважин и их расположение на участке силосохранилища

В результате экстраполяции и триангуляционной разбивки модели на конечные элементы треугольной формы получена графическая модель грунта (рисунок К. 2).

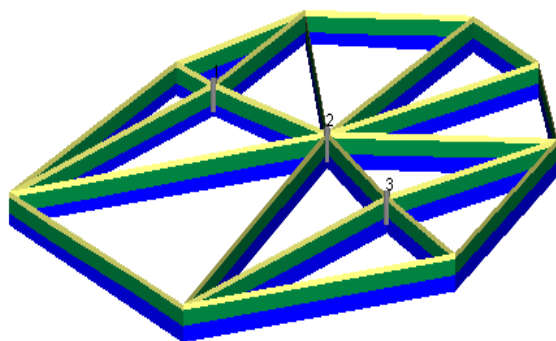


Рисунок К.2 - Графическая модель  
грунта

1, 2, 3 – номера скважин

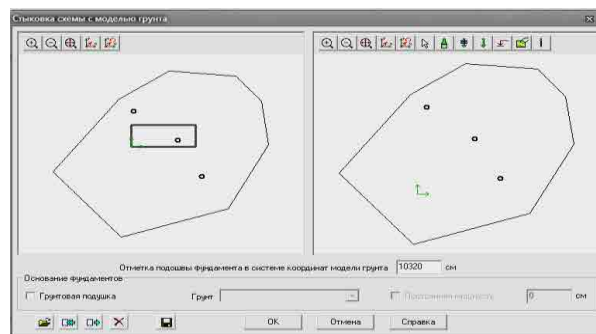


Рисунок К.3 - Стыковка модели  
грунта с сооружением

Для получения наиболее точных результатов работы днища в массиве грунта выполнена стыковка модели грунта с моделью сооружения и получены изополя изгибающих моментов, поперечной силы и оптимальной толщины плиты днища.

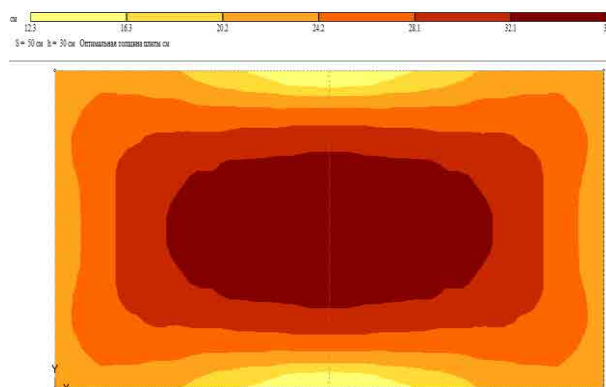
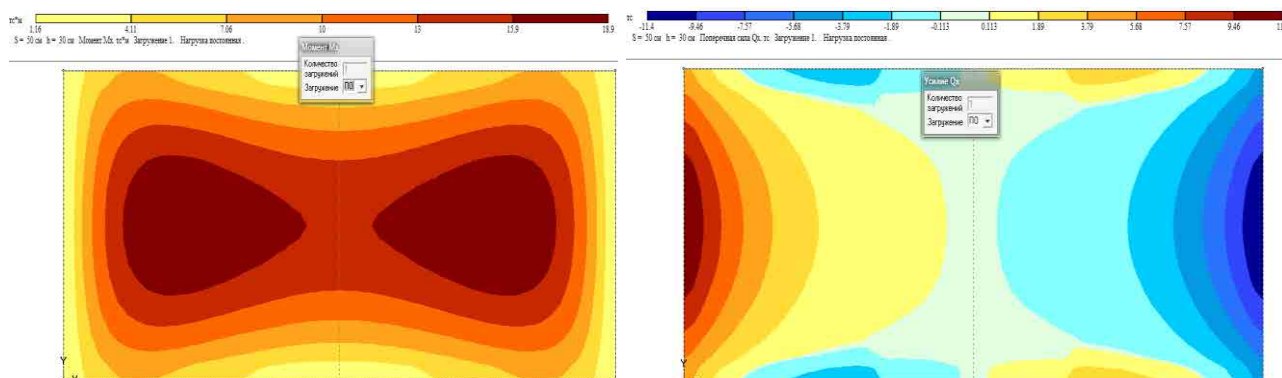


Рисунок К.6 - Изополя оптимальной  
толщины плиты днища, см

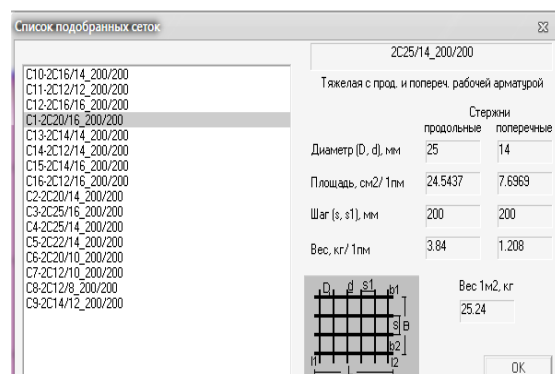


Рисунок К.7 - Схема подобранных  
арматурных сеток верхнего  
пояса плиты днища

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации

**ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ**  
по агрохимическому обслуживанию сельскохозяйственного  
производства  
Федерального государственного учреждения станции агрохимической  
службы "Подвязьевская"  
Регистрационный номер № РОСС RU. 0001. 510149 до 05.08.2016 г.

Адрес: 390502, Рязанская обл., с. Подвязье,  
ул. Садовая, д.13, тел/факс 26-62-49

**ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ № 316**

(на 2 страницах)

от « 03 » декабря 2013 года

1. Поставщик, (изготовитель), адрес ООО «Авангард»  
Рязанский район, Рязанской области
2. Предъявитель образцов (заказчик): ООО «Авангард»
3. Наименование продукции (ГОСТ, ТУ): силос кукурузный  
ГОСТ 23638-90
4. Номер партии, дата выработки, объём: урожай 2013 г.,  
РГАТУ вакуумно-блочная технология
5. Количество образцов: 1 (один), массой 2 кг.
6. Сопроводительный документ: акт отбора от 22.11. 2013 г.
7. Дата получения образца: 22.11.2013 г.
8. Время проведения испытаний с 22.11. 2013 г. по 2.12. 2013 г.
9. На соответствие требованиям (по согласованию с заказчиком) ГОСТ 23638-90

Настоящий протокол касается только образцов,  
подвергнутых испытанию.

Настоящий протокол не может быть частично или  
полностью перепечатан без разрешения испытательной  
лаборатории.

-2-

## 10. Результат испытаний:

| Наименование анализируемого показателя | Наименование нормативных документов | Результат испытаний образца (в пересчете на натур. влажность) | Допустимый уровень       |
|----------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--------------------------|
| Сырой протеин, %                       | ГОСТ 13496.4-93                     | 2,58                                                          | I класс<br>не менее 2,0  |
| Переваримый протеин, г/кг              | МУ М., 1993 г.                      | 10,6                                                          |                          |
| Сырая клетчатка, %                     | ГОСТ Р 52839-07                     | 5,53                                                          |                          |
| Сырая зола, %                          | ГОСТ 26226-95                       | 1,22                                                          |                          |
| Кальций, г/кг                          | ГОСТ 26570-95                       | 1,2                                                           |                          |
| Фосфор, г/кг                           | ГОСТ 26657-97                       | 0,7                                                           |                          |
| Сухое вещество, %                      | ГОСТ Р 52838-2007                   | 29,1                                                          | I класс<br>не менее 25,0 |
| Влага, %                               | ГОСТ Р 52838-2007                   | 70,9                                                          |                          |
| Каротин, мг/кг                         | ГОСТ 13496.17-95                    | 20                                                            |                          |
| pH                                     | ГОСТ 26180-84                       | 4,1                                                           | 3,9-4,3                  |
| Всего кислот, %:                       |                                     | 2,46 - 100%                                                   |                          |
| в т.ч: уксусная, %                     | ГОСТ 23637-90                       | 0,56 – 22,76%                                                 |                          |
| масляная, %                            | ГОСТ 23637-90                       | не обн.                                                       | I класс<br>не более 0,1  |
| молочная, %                            | ГОСТ 23637-90                       | 1,90 – 77,24%                                                 | I класс<br>не менее 55,0 |
| Кормовые единицы в 1 кг корма          | ГОСТ 23638-90                       | 0,26                                                          | I класс<br>не менее 0,22 |
| Обменная энергия, МДж/кг               | ГОСТ 23638-90                       | 2,95                                                          | I класс<br>не менее 2,5  |

Заклчение: снлос кукурузный I класса.

Начальник испытательной лаборатории

ФГУ САС "Подвязьевская"

Ответственный исполнитель

М.П.

(В.А. Гвоздев)

(Т. М. Щербакова)

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
**ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ**  
по агрохимическому обслуживанию сельскохозяйственного  
производства  
Федерального государственного учреждения станции агрохимической  
службы "Подвязьевская"  
Регистрационный номер № РОСС RU. 0001. 510149 до 05.08.2016 г.

Адрес: 390502, Рязанская обл., с. Подвязье,  
ул. Садовая, д.13, тел/факс 26-62-49

**ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ № 317**

(на 2 страницах)

от « 03 » декабря 2013 года

1. Поставщик, (изготовитель), адрес ООО «Авангард»  
Рязанский район, Рязанской области
2. Предъявитель образцов (заказчик): ООО «Авангард»
3. Наименование продукции (ГОСТ, ТУ): силос кукурузный  
ГОСТ 23638-90
4. Номер партии, дата выработки, объём: урожай 2013 г., РГАТУ
5. Количество образцов: 1 (один), массой 2 кг.
6. Сопроводительный документ: акт отбора от 22.11. 2013 г.
7. Дата получения образца: 22.11.2013 г.
8. Время проведения испытаний с 22.11. 2013 г. по 2.12. 2013 г.
9. На соответствие требованиям (по согласованию с заказчиком) ГОСТ 23638-90

Настоящий протокол касается только образцов,  
подвергнутых испытанию.

Настоящий протокол не может быть частично или  
полностью перепечатан без разрешения испытательной  
лаборатории.

-2-

10. Результат испытаний:

| Наименование анализируемого показателя | Наименование нормативных документов | Результат испытаний образца (в пересчете на натур. влажность) | Допустимый уровень       |
|----------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--------------------------|
| Сырой протеин, %                       | ГОСТ 13496.4-93                     | 2,55                                                          | I класс<br>не менее 2,0  |
| Переваримый протеин, г/кг              | МУ М., 1993 г.                      | 9,3                                                           |                          |
| Сырая клетчатка, %                     | ГОСТ Р 52839-07                     | 6,63                                                          |                          |
| Сырая зола, %                          | ГОСТ 26226-95                       | 1,11                                                          |                          |
| Кальций, г/кг                          | ГОСТ 26570-95                       | 1,0                                                           |                          |
| Фосфор, г/кг                           | ГОСТ 26657-97                       | 0,7                                                           |                          |
| Сухое вещество, %                      | ГОСТ Р 52838-2007                   | 30,9                                                          |                          |
| Влага, %                               | ГОСТ Р 52838-2007                   | 69,1                                                          |                          |
| Каротин, мг/кг                         | ГОСТ 13496.17-95                    | 18                                                            |                          |
| рН                                     | ГОСТ 26180-84                       | 5,5                                                           | 3,9-4,3                  |
| Всего кислот, %:                       |                                     | 0,75 - 100%                                                   |                          |
| в т.ч: уксусная, %                     | ГОСТ 23637-90                       | 0,16 – 21,33%                                                 |                          |
| масляная, %                            | ГОСТ 23637-90                       | не обн.                                                       | I класс<br>не более 0,1  |
| молочная, %                            | ГОСТ 23637-90                       | 0,59 – 78,67%                                                 | I класс<br>не менее 55,0 |
| Кормовые единицы в 1 кг корма          | ГОСТ 23638-90                       | 0,27                                                          | I класс<br>не менее 0,22 |
| Обменная энергия, МДж/кг               | ГОСТ 23638-90                       | 3,13                                                          | I класс<br>не менее 2,5  |

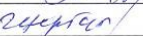
Заключение: силос кукурузный I класса.

Начальник испытательной лаборатории

ФГУ САС "Подвязьевская"

Ответственный исполнитель


 (В.А. Гвоздев)

 (Т. М. Щербакова)



УТВЕРЖДАЮ  
директор ЗАО ин-т «Рязаньпроект»  
А.В. Ухвачев  
« 8 » сентября 2012 г.



УТВЕРЖДАЮ  
ректор ФГБОУ ВПО РГТУ  
д.т.н., профессор Бышов Н.В.  
« 6 » сентября 2012 г.

# АКТ

На внедрение «Технологии анкерных креплений стен заглубленных  
силосных траншей» разработанной соискателем ФГБОУ ВПО РГТУ  
Ревич Я.Л., научный руководитель д.т.н., профессор Некрашевич В.Ф

Мы, нижеподписавшиеся, от ЗАО интститут «Рязаньпроект» директор Ухвачев А.В. и главный инженер Нестерова А.В. с одной стороны и от ФГБОУ ВПО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени профессора П.А. Костычева» в лице д.т.н., профессора Некрашевича В.Ф., соискателя, магистра технических наук Ревича Я.Л. с другой стороны, составили настоящий акт о том, что в июле-сентябре 2012 г., в период прокладки инженерных коммуникаций проходили производственные испытания анкерных креплений вертикальных откосов траншей и котлованов под инженерные сети. Для обеспечения устойчивости траншей и котлованов их необходимо выполнять с откосами необходимой крутизны, зависящей от угла естественного откоса грунта, вида грунта, его влажности и глубины траншеи. Эти параметры строго регламентируются СНиПами. Но в стесненных городских условиях дворов и проездов это требование СНиП выполнить очень трудно или не возможно. Кроме того, это большой «дополнительный» объем земляных работ и, естественно, дополнительная стоимость производства земляных работ. Выход из этого положения - выполнять стенки траншей и котлованов вертикальными и для предотвращения их обрушения - закрепить. В ходе ремонтных работ, для закрепления стенок траншей, была применена и использовалась «Технология анкерных креплений стен заглубленных силосных траншей», разработанная соискателем ФГБОУ ВПО РГТУ Ревич Я.Л., научный руководитель д.т.н., профессор Некрашевич В.Ф. Предложенная технология позволила выполнять откосы траншей и котлованов вертикальными, что дало возможность максимально сократить объемы и стоимость земляных работ, при сохранении требований безопасности и охраны труда при производстве работ.

Экономическая эффективность предложенной Ревич Я.Л. технологии составила только на 100 пог.м. траншей более 124 тыс. рублей. Всего за один год при ремонте и прокладке инженерных коммуникаций выполняется объем земляных работ по копанью траншей и котлованов примерно 12000м<sup>3</sup> или более 5000 пог.м. В результате испытаний, анкерные крепления оказались экономически эффективными работоспособными и надежными в эксплуатации и позволили более качественно и безопасно выполнять ремонтные работы. По нашему мнению следует рекомендовать к широкому внедрению в работу разработанные соискателем ФГБОУ ВПО РГТУ магистром технических наук Ревич Я.Л., научный руководитель д.т.н., профессор Некрашевич В.Ф. – «технологии анкерного крепления стен силосохранилищ» для ремонта и прокладки инженерных коммуникаций.

Директор  
Главный инженер  
От ФГБОУ ВПО РГТУ:  
научный руководитель д.т.н., профессор Некрашевич В.Ф.  
соискатель (М.С.) магистр технических наук Ревич Я.Л.  
3.10. 2012 год.

УТВЕРЖДАЮ

Директор Рязанского института (филиал)  
Университета машиностроения (МАМИ)  
профессор Панков И.Г.

  
« 23 » 10 2014 г.

#### АКТ

о внедрении материалов научно-исследовательской работы диссертации соискателя ФГБОУ ВПО РГТУ Ревич Я.Л., «Технология анкерных креплений заглубленных монолитных железобетонных силосных траншей». Научный руководитель, заслуженный деятель науки и техники, д.т.н. профессор Некрашевич В.Ф.

В учебном процессе подготовки инженеров строителей, а именно в учебных курсах: «механика грунтов», «основания и фундаменты», «железобетонные конструкции», «технология строительных процессов», «организация строительного производства» в курсовом и дипломном проектировании, применяются и внедряются материалы научно-исследовательской работы соискателя ФГБОУ ВПО РГТУ магистра технических наук, доцента Ревич Я.Л., «Технология анкерных креплений заглубленных монолитных железобетонных силосных траншей».

Внедрение материалов научно-исследовательской работы соискателя ФГБОУ ВПО РГТУ Ревич Я.Л., позволяет успешно проводить тесные междисциплинарные связи в обучении проектированию различных промышленных, гражданских, сельскохозяйственных сооружений и расширяет область знаний в решении задач стоящих перед инженерами проектировщиками.

Заведующий кафедрой  
«Промышленное и гражданское строительство»  
к.т.н., доцент



Байдов А.В.



УТВЕРЖДАЮ  
директор СПК

«15» 05 2013 г.



УТВЕРЖДАЮ  
ректор ФГБОУ ВПО РГАТУ

д.т.н., профессор Бышов Н.В.  
«14» 05 2013 г.

## АКТ

на внедрение « Технологии анкерных креплений стен железобетонных силосных траншей », разработанной соискателем ФГБОУ ВПО РГАТУ Ревич Я.Л., научный руководитель д.т.н., профессор Некрашевич В.Ф.

Мы, нижеподписавшиеся, от СПК «им. ООО „Жито“» главный зоотехник Кроливец А.В. и главный инженер Гордов Г.Н. с одной стороны и от ФГБОУ ВПО «Рязанский Государственный агротехнологический университет имени профессора П.А. Костычева» в лице д.т.н., профессора Некрашевича В.Ф., соискателя, магистра технических наук Ревича Я.Л. с другой стороны, составили настоящий акт о том, что 25 мая 2013 г. на ферме крупного рогатого скота СПК ООО „Жито“ Рыбновского района Рязанской области

проходили производственные испытания анкерных креплений стен силосохранилища разработанных соискателем ФГБОУ ВПО РГАТУ Ревич Я.Л., научный руководитель д.т.н., профессор Некрашевич В.Ф. Разработанная технология анкерных креплений использовалась для капитального ремонта конструкций стен и днища существующего в хозяйстве силосохранилища на 500 т. силоса, которое в результате эксплуатации потеряло устойчивость, проектную прочность и несущую способность. В процессе испытаний, устройство для погружения анкеров и анкера оказались работоспособными и надежными в эксплуатации, создаваемое усилие натяжения анкерных креплений соответствует расчетным. Разработанная технология анкерных креплений стен силосохранилища работает эффективно.

В результате испытаний и применения технологии анкерных креплений стены и днище силосохранилища были закреплены в первоначальное проектное положение, получили необходимую устойчивость и прочность, силосохранилище отремонтировано и подготовлено к работе по силосованию кормов.

Таким образом, с помощью разработанной технологии анкерных креплений восстановлено и капитально отремонтировано железобетонное силосохранилище траншейного типа, восстановлены его прочность и несущая способность, что позволило сэкономить на стоимости капитального ремонта траншей. В результате в отремонтированном силосохранилище удалось поддержать технологический процесс силосования и хранения кормов в зимне-весенний период 2013 года с минимальными потерями silосной массы. Если ранее потери силоса в неремонтируемом силосохранилище составляли 27-35 %, то после ремонта по предложенной технологии Ревич Я.Л., всего около 7-10 % (в основном, по причине недостатков при выемке силоса из траншей).

По нашему мнению, необходимо рекомендовать к широкому внедрению в сельскохозяйственное кормопроизводство разработанную соискателем ФГБОУ ВПО РГАТУ магистром технических наук Ревич Я.Л. технологию анкерного крепления стен силосохранилищ для капитального ремонта и строительства новых траншейных железобетонных силосохранилищ.

От СПК « ООО „Жито“ »:

главный зоотехник Кроливец А.В.

главный инженер Гордов Г.Н.

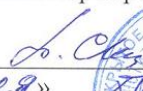
От ФГБОУ ВПО РГАТУ:

научный руководитель Некрашевич В.Ф. д.т.н., профессор Некрашевич В.Ф.

соискатель Ревич Я.Л. магистр технических наук Ревич Я.Л.

14 мая 2013 г.

УТВЕРЖДАЮ  
Генеральный директор  
ОАО Проектный институт  
«Рязаньагропромспецпроект»

  
Стахов В. П.  
« 28 » \_\_\_\_\_ 2013 г.  


УТВЕРЖДАЮ  
Ректор ФГБОУ ВПО РГАТУ  
д. т. н., профессор

  
Бышов Н. В.  
« 30 » \_\_\_\_\_ 2013 г.  

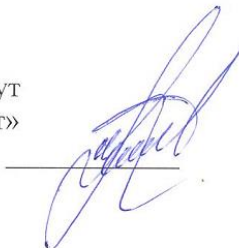

#### АКТ

на внедрение «Системы анкерных креплений стен железобетонных  
силосных траншей», разработанной соискателем ФГБОУ ВПО РГАТУ  
магистром технических наук Ревич Я. Л., научный руководитель  
заслуженный деятель науки и техники России, д. т. н., профессор  
Некрашевич В. Ф.

Мы, нижеподписавшиеся, ОАО Проектный институт «Рязаньагропром-  
спецпроект», главный инженер проекта Толмосова Н. И. с одной стороны и  
от ФГБОУ ВПО «Рязанский государственный агротехнологический универ-  
ситет имени профессора П. А. Костычева» в лице д. т. н., профессора  
Некрашевича В. Ф., соискателя, магистра технических наук Ревича Я. Л. с  
другой стороны, составили настоящий акт о том, что в процессе производ-  
ственной деятельности по проектированию сельскохозяйственных сооружений  
для АПК Рязанской области институтом, с разрешения автора, используются  
материалы научной работы диссертации Ревич Я. Л., а именно: разработанное  
компьютерное моделирование заглубленных сооружений и расчёт нагрузок с  
использованием программных комплексов «ПК-ЛИРА»; расчёт ограждающих  
конструкций стен и фундаментной плиты – днища в подпрограмме  
«Мономах». Тема исследований выполненными Ревич Я. Л. весьма актуальна.  
Большой научный и практический интерес представляют разработанные им  
конструкции грунтового анкера якорного типа для дополнительного крепления  
и ремонта стен заглубленных сооружений, а также сконструированная  
установка для испытаний грунтовых анкеров. Выполнены глубокие научные  
исследования нагрузок, несущей способности и прочности конструкций  
заглубленных железобетонных силосных траншей результаты которых создают  
реалистическую картину работы конструкций силосохранилища в грунте, что,  
несомненно поможет инженерам – проектировщикам и научным работникам в  
проектировании не только силосных траншей, но и других заглубленных  
сельскохозяйственных и инженерных сооружений. Полученные научные и  
практические результаты научной работы Ревич Я. Л., успешные  
производственные испытания разработанных им конструкций окажут  
действенную помощь в строительстве и ремонте силосных сооружений,  
которые обеспечат необходимые условия для эффективного силосования и  
хранения высококачественных кормов.

По нашему мнению, необходимо рекомендовать к широкому внедрению в проектирование, строительство и ремонт траншейных силосохранилищ и других сельскохозяйственных сооружений, разработанную соискателем ФГБОУ ВПО РГАТУ магистром технических наук Ревич Я. Л., научный руководитель д. т. н., профессор Некрашевич В. Ф. – систему и технологию анкерного крепления стен силосохранилищ, конструкцию грунтового анкера и установки для испытания анкером.

От ОАО Проектный институт  
«Рязаньагропромспецпроект»  
Главный инженер проекта



Толмосова Н.И.

От ФГБОУ ВПО РГАТУ  
научный руководитель



д.т.н., профессор Некрашевич В. Ф.

соискатель



магистр технических наук Ревич Я. Л.



УТВЕРЖДАЮ  
Генеральный директор  
ООО «Авангард» Свид Г.С

2013 г



УТВЕРЖДАЮ  
Ректор ФГБОУ ВПО РГТУ  
им. профессора П.А. Костычева  
д.т.н., профессор Бышов Н.В

2013 г

#### АКТ

на внедрение «Технологии блочно-вакуумного силосования и хранения кормов»,  
разработанной соискателем ФГБОУ ВПО РГТУ магистром технических наук  
Ревич Я.Л., научный руководитель, заслуженный деятель науки и техники России д.т.н.,  
профессор Некрашевич В.Ф.

Мы, нижеподписавшиеся, от ООО «Авангард» Рязанского района Рязанской области главный агроном Овсянников В.Н. и главный зоотехник Косырев Н.Б. с одной стороны и от ФГБОУ ВПО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени профессора П.А. Костычева» в лице д.т.н., профессора Некрашевича В.Ф., соискателя, магистра технических наук Ревича Я.Л. с другой стороны, составили настоящий акт о том, что 2 октября 2013 года на силосных траншеях фермы крупного рогатого скота ООО «Авангард» проходили производственные испытания «Технологии блочно-вакуумного силосования и хранения силоса», разработанной соискателем ФГБОУ ВПО РГТУ Ревич Я.Л. Разработанная технология использовалась для силосования зеленой массы в фазе восковой спелости для получения и хранения кукурузного силоса. По окончании испытаний, произведена выемка кукурузного силоса из траншеи и проведены его лабораторные испытания в лаборатории отделения «Подвязье» для определения основных показателей полученного силоса.

Полученные научные и практические результаты научной работы Ревич Я.Л., а именно, разработанная «Блочно-вакуумная технология силосования, хранения силоса» показала свою высокую эффективность, полезность и будет применяться для силосования, хранения и укрытия силоса в силосных траншеях ООО «Авангард». Окажут практическую помощь для силосования, хранения силоса и снижения потерь кормов в силосохранилищах.

По нашему мнению, необходимо рекомендовать к широкому внедрению разработанную соискателем ФГБОУ ВПО РГТУ магистром технических наук Ревич Я.Л. «Блочно-вакуумную технологию силосования, хранения силоса» в траншейных силосохранилищах.

От ООО «Авангард»:  
главный агроном Овсянников В.Н  
главный зоотехник Косырев Н.Б

От ФГБОУ ВПО РГТУ:  
научный руководитель д.т.н., профессор Некрашевич В.Ф  
соискатель магистр технических наук Ревич Я.Л.

