Костанайский региональный университет имени А. Байтұрсынұлы

УДК 631.37

на правах рукописи

БЕКМЫРЗА ЖҰМАШ АЙТЖАНҰЛЫ

Совершенствование конструктивно-режимных параметров ленточного транспортера для работы с сильно засоренными зерновыми культурами

8D07102 Технологические машины и оборудование (машиностроение)

Диссертация на соискание степени
доктора философии (PhD)

Научные консультанты:
доктор технических наук,
профессор
Курманов А.К.,
доктор PhD,профессор
Караиванов Д.П.
Республика Болгария

Республика Казахстан
Костанай, 2025

СОДЕРЖАНИЕ

НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ…… 4
ОПРЕДЕЛЕНИЯ ……..…….. 6
ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ …… 7
ВВЕДЕНИЕ……8
1 СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА ВНУТРИСКЛАДСКОГО ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ И ХРАНЕНИЯ СИЛЬНО ЗАСОРЕННЫХ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР…….……15
1.1 Классификация конвейеров……15
1.2 Физико-механические свойства транспортируемого сильнозасоренного зерна……34
1.3 Типы хранилищ зерна……..... 32
1.3.1 Механизированные склады…… 44
1.3.2 Конструктивные схемы элеваторов…….…... 52
1.3.3 Аспирация элеваторов, конвейеров, зерносушилок, зернохранилищ…….. 54
2 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КОНСТРУКТИВНО-РЕЖИМНЫХ ПАРАМЕТРОВ ЛЕНТОЧНОГО ТРАНСПОРТЕРА И ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ ЗЕРНА …… 57
2.1 Производительность ленточного транспортера……... 57
2.2 Выбор типа и материала ленты……..48
2.3 Выбор опорных узлов ленточного транспортера …….. 65
2.4. Расчет вместимости бункеров и силосов…… 67
2.5 Определение суммарного расхода воздуха аспирационной системы…….. 70
2.6 Математическая модель для определения производительности ленточного конвейера ……...76
2.7 Моделирование напряженно-деформированного состояния роликовых опор ленточного конвейера..... 79
3 МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ…….....85
3.1 Определение технологических характеристик транспортируемых зерновых масс …… 85
3.1.1 Определение насыпной плотности сильно засоренных зерновых культур
3.1.2 Определение влажности зерна……..…….. 85
3.2 Обоснование и расчет основных элементов емкости для хранения сильно засоренных зерновых культур……..87
3.3 Обоснование и расчет основных элементов вентилятора……91
3.4 Определение основных параметров ленточного транспортера на экспериментальной установке ……... .92
3.4.1 Определение частоты вращения приводного барабана……..……. 97
3.4.2 Определение энергоемкости процесса транспортирования …… . 103
4 РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ……. 107

4.1 Насыпная плотность сильно засоренных зерновых культур…… 107
4.2 Определение влияния угла наклона боковых роликовых опор ленточного транспортера на производительность …… . 107
4.3 Результаты сравнения теоретических и экспериментальных исследований….....107
4.3.1 Прочие результаты экспериментальных исследований…….. 108
4.4 Производственные испытания ……..……108
4.5 Разработка новых устройств технологических процессов сильно засоренных зерновых культур……..…… 109
4.5.1 Опорная рама силоса…….…... 109
4.5.2 Крыша силоса……..…….. 110
4.5.3 Вентилятор для силоса……..……..112
4.6 Экономическая эффективность научных исследований……. 114
ЗАКЛЮЧЕНИЕ ……...….. 125
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ……. 128
ПРИЛОЖЕНИЯ

НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

Положение докторская диссертация «Докторская диссертация» П 058 – 2023.

Об утверждении квалификационных требований, предъявляемых к образовательной деятельности, и перечня документов, подтверждающих соответствие им, утвержденные приказом Министра образования и науки Республики Казахстан от 17 июня 2015 года № 391.

Об утверждении государственных общеобязательных стандартов высшего и послевузовского образования, утвержденные приказом Министра науки и высшего образования Республики Казахстан от 20 июля 2022 года № 2.

Правила присуждения ученых степеней, утвержденные приказом Министра образования и науки Республики Казахстан от 31 марта 2011 года № 127.

Типовое положение о диссертационном совете, утвержденное приказом Министра образования и науки Республики Казахстан от 31 марта 2011 года № 126.

Закон РК «О науке» от 18 февраля 2011 года № 407-IV.

СО 081 - 2022. Стандарт организации. Делопроизводство.

ДП 082 - 2022. Документированная процедура. Управление документацией.

ГОСТ 6.38-90 Унифицированные системы документации. Система организационно-распорядительной документации. Требования к оформлению документов.

ГОСТ 8.417–81 - Государственная система обеспечения единства измерений. Единицы физических величин.

ГОСТ 7.32-2001. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления.

ГОСТ 7.9-95 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Реферат и аннотация. Общие требования.

ГОСТ Р 15.011-96 - Патентные исследования. Содержание и порядок проведения.

ГОСТ 22646 – 77 (СТ СЭВ 1334-78). Конвейеры ленточные. Ролики. Типы и основные размеры.

ГОСТ 22644 – 77 (СТ СЭВ 1333-78). Конвейеры ленточные. Основные параметры и размеры.

ГОСТ 520-2002. Подшипники качения. Общие технические условия.

ГОСТ 7242-81 (СТ СЭВ 3793-82) Подшипники шариковые радиальные однорядные с защитными шайбами.

ГОСТ 27.002-89. Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения.

ГОСТ 23270-89. Трубы-заготовки для механической обработки. Технические условия.

ГОСТ 13113-83. Штампы для листовой штамповки. Плиты-заготовки для штампов с осевым расположением направляющих узлов. Конструкция и размеры.

ГОСТ 21173-83. Штампы для листовой штамповки. Блоки штампов с четырьмя направляющими узлами скольжения. Конструкция и размеры

ГОСТ Р51984-2002 Конвейеры шахтные ленточные. Общие технические условия.

ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Ленточный транспортер представляет собой устройство непрерывного действия, в котором перемещение осуществляется за счёт движения гибкой ленты, выполняющей функции рабочего органа.

Под размерной цепью понимается совокупность последовательно расположенных линейных и угловых размеров, образующих замкнутый контур и определяющих пространственное положение поверхностей одной или нескольких деталей, либо взаимное размещение узлов в составе машины.

Технический ресурс определяется как суммарное время или объем работы объекта, начиная с момента ввода в эксплуатацию (или после соответствующего ремонта), до достижения состояния, при котором дальнейшее использование становится невозможным или недопустимым.

Срок службы – это календарный интервал, на протяжении которого объект эксплуатируется (включая периоды после восстановительного ремонта), до момента его выхода из строя или достижения предельно допустимого состояния.

Металлоконструкции – общее название конструкций из металлов и различных сплавов, используемых в различных областях хозяйственной деятельности человека: строительстве зданий, станков, масштабных устройств, механизмов, аппаратов и т. п.

Конвейерная система – специальное оборудование, собранное в определенного вида конструкцию, которая помогает перемещать, упаковывать, транспортировать грузы, продукцию.

Сфера применения – сфера использования – это пределы и области применения каких – либо объектов, процессов или концепций.

Конвейеры, относящиеся к категории машин непрерывного действия, представляют собой эффективное техническое средство, обеспечивающее автоматизацию производственных процессов путём устранения необходимости в ручной транспортировке строительных материалов, полуфабрикатов и готовых изделий между операциями.

ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

ЛК – ленточный конвейер;
ГОК – горно-обогатительный комбинат;
МНТ – машина непрерывного транспорта;
ПТМ – подъемно-транспортные машины;
ОКР – опытно конструкторские работы;
ГПС – гибкие производственные системы;
РТК – роботизированные технологические комплексы;
АРИЗ – алгоритм решения изобретательских задач;
ТРИЗ – теория решения изобретательских задач;
ЭВМ – электронно-вычислительная машина;
ОПР – верхние и нижние отклонения которые находятся по ГОСТ или нормалям;
Р – параллельность.
НИОКР – Научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы
РБЭ – рабочие башни элеваторов;
ПОБ – приемно-очистительные (отгрузочные) башни;
МОБ – молотильно-очистительные башни;
ПБ – перегрузочные башни;
СОБ – сушильно-очистительные башни;
СБ – сушильные башни;
НБ – норийные башни.

ВВЕДЕНИЕ

«Ленточными транспортерами называют машины непрерывного транспорта, несущим и тяговым элементом которых является гибкая лента. Такие транспортеры нашли широкое распространение. Их применяют для перемещения сыпучих и штучных грузов на короткие, средние и дальние расстояния во всех областях промышленного и сельскохозяйственного производства, при добыче полезных ископаемых, в металлургии, на складах и в портах, используют в качестве элементов погрузочных и перегрузочных устройств, а также машин, выполняющих технологические функции» [1-38]. Ленточные конвейеры отличаются высокой производительностью, достигающей 20 000 т/ч при скорости движения ленты 6–8 м/с и увеличенной ширине конвейерной ленты, что на порядки превышает аналоги других типов транспортирующих систем. Конструктивные особенности оборудования обеспечивают возможность проектирования транспортных маршрутов повышенной сложности, включающих в себя прямолинейные, наклонные и изогнутые участки, проложенные в горизонтальной плоскости. Длина таких горизонтальных ленточных линий в пределах одного участка эксплуатации, как правило, составляет от 3 до 5 километров, с возможностью увеличения до 14 км в специальных случаях. Надежность оборудования обеспечивается простотой конструкции, низкими эксплуатационными требованиями и возможностью автоматизации управления, включая работу в условиях повышенных нагрузок.

Более 70 процентов эксплуатируемых ленточных транспортёров относятся к оборудованию низкой и средней мощности, не превышающей 400 кВт, с длиной транспортных линий до 500 метров. В случае использования высокопроизводительных систем, предназначенных для транспортировки на значительные расстояния, совокупная мощность приводных агрегатов может достигать 10 000 кВт. К основным ограничениям применения подобных конвейеров относят значительную стоимость ленты, которая может составлять до половины общей цены установки, а также дорогостоящие роликоопоры, достигающие до 30% бюджета на оборудование. Дополнительными недостатками являются возможность утечки сыпучего груза за пределы ленты и затруднённая эксплуатация при перемещении пылевидных веществ, материалов с температурой выше +80 °C и тяжёлых единичных объектов. Максимально допустимый угол наклона трассы составляет 18–20°, превышение которого приводит к снижению эффективности транспортировки. Эксплуатационные параметры регламентируются требованиями к сыпучести, гранулометрии и абразивным свойствам перевозимых материалов.

Надёжная и бесперебойная работа ленточных транспортёров имеет ключевое значение для функционирования всего производственного комплекса, поскольку остановка транспортной системы ведёт к вынужденному простою предприятия и значительным экономическим потерям. В условиях повышения производительности, усложнения конструктивных решений и ужесточения требований к экологической и трудовой безопасности, усилилось внимание к

качеству компонентов транспортёров — в частности, таких как роликоопоры, прямая и желобчатая лента, приводные станции и несущие металлоконструкции.

Особые нагрузки приходятся на ролики, расположенные в зонах загрузки, где характерны как ударные, так и переменные динамические воздействия. Несмотря на стандартизацию большинства узлов ленточных транспортёров общего назначения, именно ролики выделяются как наиболее массовые и эксплуатируемые элементы.

Качество роликов существенно влияет на работу всей транспортной системы — от долговечности ленты до энергоэффективности установки. Эксплуатационные данные показывают, что расходы на обслуживание и замену роликов могут составлять до 40% затрат на техническое обслуживание и до 30% от стоимости конвейера. При этом сама лента потребляет около 60% эксплуатационных ресурсов.

В связи с этим ролики должны обладать высокой надёжностью, быть экономически оправданными, иметь минимальное сопротивление вращению, обеспечивать точное центрирование ленты и способствовать формированию нужной желобчатой формы. Их конструктивные характеристики напрямую определяют надёжность, энергоёмкость и срок службы всего конвейера.

Засоренность – количество примесей в зерне, выраженное в процентах по массе. К категории сорной примеси относят как органические, так и минеральные включения, включающие семена дикорастущих растений, семена сельскохозяйственных культур, не входящих в зерновую примесь, повреждённые или испорченные зёрна, а также примеси, представляющие потенциальную угрозу качеству продукции.

Семена культурных растений и примесей обладают разнообразными геометрическими параметрами: длиной, шириной и толщиной. По форме выделяют четыре категории:

– семена с неравнозначными размерами (удлиненные злаковые, трехгранные гречишные);

– семена с толщиной, равной ширине (бобовые эллипсоидной формы);

– семена с толщиной, равной длине (шарообразные капустные);

– семена с шириной, равной длине (чечевица, некоторые сорные виды).

Аэродинамические свойства определяются скоростью витания – минимальной скоростью воздушного потока, обеспечивающей равновесие частицы в подвешенном состоянии. Данный параметр варьируется в зависимости от массы, плотности, геометрии и морфологии семян и примесей, что используется для их сепарации.

Состояние поверхности семян коррелирует с видом культуры, степенью зрелости и влажностью. Полновесные спелые семена характеризуются гладкой поверхностью, неполновесные – шероховатой или морщинистой, что служит критерием для разделения.

Плотность семян (γ) определяется биохимическим составом, спелостью и влажностью. Увеличение степени зрелости повышает плотность. При влажности ниже критической легкие семена ($\gamma<1$) увеличивают плотность, тяжелые ($\gamma>1$) –

снижают; при γ=1 плотность остается стабильной. Наличие пор с воздушными включениями (6–35% объема) снижает плотность. На основании данных характеристик возможна сепарация по массе, зрелости и влажности.

Упругость (способность к восстановлению формы после деформации) зависит от плотности и влажности: сухие и спелые семена демонстрируют более высокие показатели.

Оптические свойства, включая цвет, варьируются в зависимости от вида и сорта, что обусловлено различиями в отражении световых волн. Данный признак применяется в оптических сепарационных системах.

Абсолютная масса (масса 1000 семян) отражает усредненный запас питательных веществ, однако не является критерием для разделения смесей из-за статистической природы параметра. Насыпная масса (натура) – масса единицы объема зерновой массы – определяется плотностью семян, их укладкой, влажностью, геометрией и состоянием поверхности. Показатель используется при проектировании емкостей, оценке качества зерна и расчете технологических процессов.

В диссертации применяются современные критерии.

-Критерий целостности – рассмотрение свойств целого и частей в их неразрывном единстве;

-Критерий системности – рассмотрены элементы диссертации как системы, образованной их взаимодействием, это не допускает механического формального объединения разных элементов;

-Связность – обеспечение взаимообусловленности и соотнесенности различных фрагментов текста, что свидетельствует о эффективной последовательности выбранной автором изложения научной информации.

Многие задачи, с которыми приходится в настоящее время сталкиваться исследователям и инженерам, не поддаются аналитическому решению либо требуют огромных затрат на экспериментальную реализацию.

Актуальность темы исследования

Из анализа работы ленточных транспортеров при работе с сильно засоренными зерновыми культурами установлено, что это комплексная задача транспортирования и хранения, так как засоренность зерна значимо влияет на физико – механические, биологические, экологические свойства. Такое состояние материала требует более внимательного отношения к машинам, при этом значительно меняются условия функционирования всех механических устройств, причина названа выше – Эксплуатация транспортёров в условиях повышенной влажности и высокой концентрации пыли, а также при наличии широкого спектра посторонних включений, сопровождается негативным воздействием этих факторов на основные конструктивные элементы оборудования. Необходимо обеспечить надежное транспортирование, хранение, в том числе и совершенствование аспирационной системы. Повышение производительности ленточных транспортеров возможно совершенствованием конструктивно – режимных параметров желобчатых транспортеров как наиболее перспективных технических решений в этой области, также требуется повысить

надежность функционирования силосов для хранения и вентиляторов аспирационной системы. Следовательно, совершенствование транспортеров, силосов и системы аспирации сильно засоренных зерновых культур является актуальной задачей.

Цель исследования

Совершенствование конструктивно – режимных параметров ленточного транспортера и оборудования для работы с сильно засоренными зерновыми культурами.

В соответствии с целью исследования в работе были поставлены следующие задачи:

- обосновать направление совершенствования оборудования с сильно засоренными зерновыми культурами;
- обосновать конструктивно – режимные параметры ленточного транспортера для работы с сильно засоренными зерновыми культурами;
- разработать экспериментальные установки для исследования параметров ленточного транспортера;
- разработать новые конструкций узлов ленточного транспортера и других оборудований для работы с сильно засоренными зерновыми культурами;
- дать экономическую оценку проведенных исследований.

Объект исследования

Технологический процесс работы оборудования для работы с сильно засоренными культурами.

Предмет исследования

Закономерности процесса транспортирования и хранения сильно засоренных культур.

Методы исследования

Методы исследования базируются на основных положениях таких наук как подъемно-транспортные машины, техника и технология хранения зерна, машины и аппараты пищевых производств, проектирование зернохранилищ и перерабатывающих производств, методы конечно-элементного анализа.

Экспериментальная часть исследований была выполнена в лабораторных условиях предприятия по производству элеваторного оборудования «Астык».

Для осуществления регистрации электрических параметров использовалось специализированное виртуальное приложение, разработанное в графической среде программирования LabVIEW.

Для определения энергоемкости процесса транспортировки зерна использован лабораторный комплекс «ВП ТОЭ» с соответствующим программным обеспечением.

Для оценки экономической эффективности работы использована методика определения экономической эффективности технологий и сельскохозяйственной техники.

Научная новизна:

- на основе классификации транспортеров установлены преимущества ленточных конструкций и выбрано направление их дальнейшего совершенствования;

- разработаны новые оригинальные конструкции роликовой опоры в сборе, опорной рамы силоса, крыши силоса и вентилятора для силоса, позволяющие улучшить их основные технологические характеристики процессов с сильно засоренным зерном;

- разработана математическая модель для определения производительности ленточного транспортера для работы с сильно засоренными зерновыми культурами;

- экспериментально определена зависимость производительности ленточного транспортера от угла наклона боковых роликов;

- обоснованы конструктивные параметры роликовых опор для оптимального режима работы ленточного транспортера.

Практическая ценность работы

- получены патенты на полезную модель: роликовой опоры в сборе (№8458) опорной рамы силоса (№8464)), крыши силоса (№8465)и вентилятора для силоса (№8670);

- изготовлены несколько экспериментальных вариантов транспортеров при работе с сильно засоренными зерновыми культурами и транспортер для производственной проверки;

- предложены производству оптимальные конструктивно-режимные параметры транспортера при работе с сильно засоренными зерновыми культурами;

- результаты исследований внедрены в ТОО «Темте» Алтынсаринского района Костанайской области (Приложение О), а так же в учебный процесс НАО КРУ имени Ахмета Байтұрсынұлы, Костанай на кафедре машиностроения (Приложение Р).

Основные положения, выносимые на защиту

- новая конструкция роликовой опоры ленточного транспортера, состоящая из одной поддерживающей ленты роликов, которые закреплены на раме и крыле, при этом она крепится посредством пластин к ленточному транспортеру, отличающаяся тем, что рама изготовлена цельной из стального штампованного профиля;

- новая конструкция опорной рамы силоса, изготовленная из профильного металлопроката и листового металлопроката, состоящая из стоек рамы в количестве шестнадцати штук, соединителя, подрамника, двух пластин, опорного обода из шестнадцати сегментов, пластины-пятки, двух прокладок, опорных стоек, сегментов кольца в форме полумесяца, отличающаяся тем, что для усиления нижнего конуса дополнительно содержит восемь вертикальных опор подрамника, изготовленных из двутавра, с двумя диагональными связями на каждой опоре подрамника;

- новая конструкция крыши силоса, выполненная из оцинкованных элементов, состоящая из рамы и секторов, скрепляемых ребрами жесткости,

отличающаяся тем, что крыша имеет конусную форму под углом 32 градуса у основания;

- математическая модель для определения производительности ленточного конвейера;

- результаты экспериментов по определению производительности ленточного транспортера и установленная зависимость производительности от параметров конструкций роликовых опор.

Апробация работы

Международная научно – практическая конференция «Цифровизация и роботизация экономики – глобальный вызов современност.» КСТУ имени З. Алдамжара». Костанай, 2021.

Отчет по выполненной работе на заседании кафедры машиностроение, протокол № 5 от 15.05 2023 г.

Публикации

По результатам работы опубликованы статьи в журналах:

1. Analysis of grain damage by the bucket elevator during loading/unloading. Journal Communications - Scientific Letters of the University of Žilina is under evaluation for inclusion to Web of Science database. Скопус. DOI: 10.26552/com.C.2024.013 ISSN (print version): 1335-4205 ISSN (online version): 2585-7878 University of Žilina, Univerzitná 8215/1, 010 26 Žilina, Slovakia (Приложение К)

2. Improving the design and operating parameters of the belt conveyor for working with heavily impure grain crops. https://doi.org/10.52081/bkaku.2021.v59.i4.107. https://geomatejournal.com/geomate/article/view/4061/3239-СКОПУС.International Journal of GEOMATE, Sept. 2023, Vol. 25, Issue 109, pp.173-180ISSN: 2186-2982 (P), 2186-2990 (O), Japan, DOI: https://doi.org/10.21660/2023.109.m2318Geotechnique, Construction Materials and Environment. Q 3 процентиль 36 (Приложение И).

3. Шаймурунов С.Ж., Бекмырза Ж.А., Рыспаев К.С., Курманов А.К., Караиванов Д.П., Неспбаев А.А. Современные тенденции развития машиностроения. Материалы

Международной научно – практической конференции «Цифровизация и роботизация экономики – глобальный вызов современности», посвященной памяти основателя университета академика З. Алдамжар 6-7 декабря 2021 г. С. 384-388.

4. Ж.А. Бекмырза, К.С. Рыспаев. Ленточные конвейеры для сыпучих грузов. Монография. – Костанай, НАО КРУ им. А. Байтұрсынұлы, 2023 – 175 с. ISBN 978-601-356-099-1.

5. Исследование динамических характеристик ленточного транспортера для работы с сильно засоренными культурами. Вестник ВКТУ имени Д. Серикпаева. Усть-Каменогорск. №1, 2025г. С.25-39. (Приложение М).

6. Совершенствование конструктивно – режимных параметров ленточного транспортера для работы с сильно засоренными зерновыми культурами. Наука и

техника казахстана. научный журнал ТОРАЙГЫРОВ Университет. № 1 (2025) ПАВЛОДАР, с. 50-69. (Приложение Н)

Структура и объем работы:

Структура диссертации включает введение, пять основных разделов, обобщённые выводы и восемь приложений. Общий объём работы составляет 215 страниц, из них 132 страниц машинописного текста, в том числе перечень использованных источников, включающий 76 наименований, а также 48 иллюстраций и 40 таблиц.

Работа выполнена в рамках проекта ИРН BR24992785 «Организация и проведение комплексных исследований по обеспечению устойчивого развития агропромышленного комплекса Костанайской области с созданием научно-исследовательского технологического центра».

1 ОБЩЕЕ СОСТОЯНИЕ ОБОСНОВАНИЯ ВОПРОСА ВНУТРИСКЛАДСКОГО ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ И ХРАНЕНИЯ СИЛЬНО ЗАСОРЕННЫХ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

1.1 Классификация транспортеров

Транспортер – промышленное оборудование с тяговым органом, предназначенное для непрерывного транспортирования грузов в горизонтальной плоскости или под наклоном. Объект на транспортере остается неподвижным относительного тянущего участка. Понятие транспортер более специализировано, нежели конвейер, так как последнее включает в себя не просто перемещение объекта, но и его сборку и обработку. По сути, даже сам производственный процесс, в котором предусмотрено несколько цепочек операций, можно назвать конвейером. Транспортеры делятся по типу направления перемещения груза: строго горизонтальные, наклонные с определенным углом и с переменным углом подъема груза. Производятся транспортеры стационарного типа и передвижного. Передвижной транспортер предусматривает в конструкции наличие колес для перемещения в нерабочем состоянии.

Ленточные транспортеры относятся к категории машин непрерывного действия, в конструкции которых гибкая лента одновременно выполняет функции тягового и грузонесущего элемента. Основное назначение данного типа оборудования заключается в автоматизации технологических операций, повышении производительности труда, снижении эксплуатационных затрат и обеспечении высокого уровня промышленной безопасности. Конструктивно такие устройства, как правило, состоят из двух барабанов — приводного и натяжного — между которыми натянута замкнутая лента. Для предотвращения её провисания и обеспечения стабильного движения предусмотрены системы поддерживающих роликов как для верхней, так и для нижней ветви. Лента изготавливается из синтетических материалов с высокой стойкостью к износу и растягивающим усилиям, что повышает надёжность транспортёра в сложных эксплуатационных условиях. Приведение оборудования в движение осуществляется посредством электродвигателя, вращающего приводной барабан. Что касается области применения, ленточные транспортеры используются для перемещения различных по характеристикам грузов — как сыпучих, так и штучных — на любые расстояния: от нескольких метров до нескольких километров. К таким грузам можно отнести уголь, строительные смеси, руду, металлические компоненты, тарированную продукцию и многое другое. Благодаря своей универсальности и конструкционной простоте, эти установки активно применяются в самых разных отраслях — от машиностроения и строительства до агропромышленного комплекса. «В частности, ленточные конвейеры востребованы: в металлургии, в строительстве, в портовых и складских терминалах, в горнодобывающих шахтах, на предприятиях с поточным производством и т. д.

Ключевые преимущества ленточных конвейеров включают их сравнительно малую массу, простоту конструкции, высокую производительность, возможность транспортировки грузов на значительные расстояния, а также удобство визуального контроля за перемещаемым материалом. Кроме того, такие системы позволяют реализовывать как простые, так и сложные конфигурации трасс.

Самыми распространёнными и востребованными ленточными транспортерами являются:

- Горизонтальные, перемещающие груз по прямой;
- Наклонные, транспортирующие его под различным углом наклона;
- Желобчатые, транспортерная лента которых имеет либо форму жёлоба, либо трубы;
- Поворотные, перемещающие грузы по нескольким основным линиям, расходящимся в разные стороны; Смешанного типа;
- Мобильные.

Следует заметить, что каждый из вышеперечисленных видов ленточного конвейер транспортерного оборудования может оснащаться дополнительными устройствами и приспособлениями, которые в значительной степени могут сделать более комфортным его использование. В частности, речь идёт о бункерах, дозаторах, весах, фасовочном оборудовании и так далее (рисунок 1).

Рисунок 1 – Ленточный транспортер

Ленточные транспортные системы предназначены для перемещения различных типов грузов — сыпучих, кусковых и штучных — на расстояния, достигающие 10 км. Перемещение осуществляется по прямолинейной траектории в горизонтальной плоскости, а в вертикальном направлении возможны участки с наклоном или сложной геометрией трассы. Рабочий орган

такого устройства представлен замкнутой лентой, которая перемещается по ряду стационарных роликоопор (рисунок 1).

Для транспортировки крупногабаритных материалов с острыми краями, способными повредить резинотканевое полотно стандартных ленточных механизмов, применяются пластинчатые конвейеры (рисунок 2). В их конструкции используется грузонесущий элемент в виде пластин, выполненных из металла, дерева или пластика, жёстко закреплённых на тяговых цепях. Такие устройства обеспечивают надёжную эксплуатацию при перемещении тяжёлых и абразивных грузов, повышая общую устойчивость транспортной системы к механическим повреждениям.

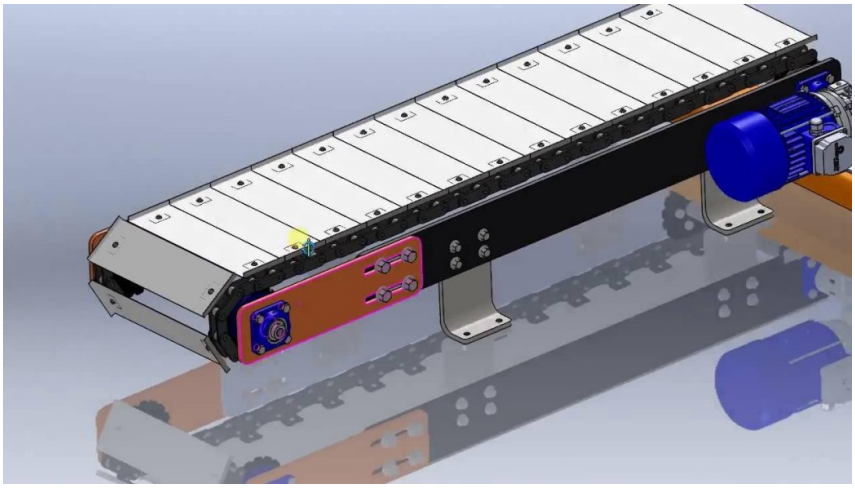


Рисунок 2 – Пластинчатые транспортеры

В связи с крупными размерами перемещаемого материала, скорость движения транспортной ленты ограничена значением не более 1,2 м/с.

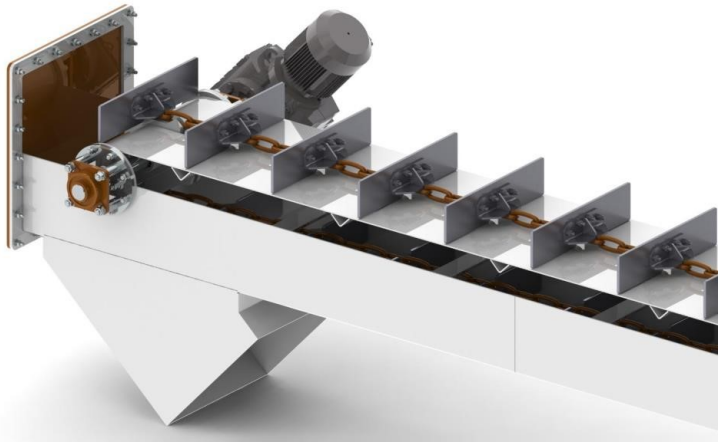


Рисунок 3 – Скребковые транспортеры

Скребковые конвейеры, как правило, применяются для транспортировки сыпучих и кусковых материалов на сравнительно короткие расстояния, не

превышающие 100 метров. Перемещение осуществляется посредством специальных скребков, продвигающихся внутри желоба или трубы (см. рисунок 3). Основными недостатками таких систем являются интенсивный износ контактных поверхностей, в частности желобов, а также высокий риск разрушения и измельчения транспортируемого материала. Кроме того, значительные силы трения, возникающие при работе механизма, обуславливают повышенное энергопотребление.

Современные винтовые (шнековые) транспортеры, согласно актуальным технологическим стандартам, предназначены для перемещения порошкообразных и мелкофракционных грузов. В их конструкцию входит винтовой шнек, заключённый в герметичный металлический желоб, диаметр которого варьируется от 80 до 600 мм, а длина установки может достигать 40 метров. Подобные устройства характеризуются надёжностью и компактностью, что делает их востребованными в различных отраслях промышленности. (Рисунок 4).

Рисунок 4- Винтовые транспортеры

Рисунок 5 – Роликовые транспортеры

Роликовые конвейерные системы предназначены для транспортировки штучных грузов и подразделяются на гравитационные (свободного качения) и приводные (мотор – роликовые) типы. Перемещение грузонесущего полотна обеспечивается роликами, смонтированными на подшипниковых узлах, что позволяет формировать трассы с криволинейными, откидными и поворотными секциями. Конструктивная особенность таких систем заключается в модульности, обеспечивающей адаптацию к пространственным конфигурациям производственных линий. Приводные механизмы оснащаются индивидуальными или групповыми двигателями, в то время как гравитационные системы используют силу тяжести для перемещения грузов по наклонным участкам. (рисунок 5).

Классификация транспортёров в первую очередь основывается на типе применяемого тягового и грузонесущего элемента. В зависимости от конструкции, выделяют транспортёры, оборудованные ленточными, цепными и канатными тяговыми органами, а также системы, не содержащие тягового элемента — такие как гравитационные, винтовые и инерционные (см. рисунок 6).

Для транспортёров с тяговым элементом характерно совместное перемещение груза и исполнительного органа на рабочем участке. К данному типу относятся устройства с различными исполнениями грузонесущей части: ленточные, пластинчатые, ковшовые, люлечные, скребковые и другие. Передача тягового усилия может происходить либо непосредственно через грузонесущую ленту, либо посредством органов, продвигающих груз по неподвижным конструктивным элементам — желобам, трубам, настилам и т. д.

В отличие от них, транспортёры без тягового органа функционируют по принципу разделения движения груза и рабочих органов. Последние совершают либо круговое вращение (как в винтовых или роликовых транспортёрах), либо возвратно-поступательные движения (например, в инерционных системах).

В зависимости от способа приведения в действие, транспортёры могут оснащаться машинным приводом — преимущественно электрическим, хотя в отдельных случаях используется пневматический привод. Также существует разновидность транспортных систем, в которых перемещение груза происходит за счёт действия силы тяжести — это гравитационные транспортёры.

«Ленточно – цепные транспортеры имели следующие основные параметры:

– производительность – 250-300 т/ч,

– длина – свыше 1000 м,

– скорость движения ленты – 1,3 м/с,

– ширина ленты – 1000 мм,

– мощность двигателя (одного привода) – 85 кВт».

Рисунок 6 – Общая классификация транспортеров

Высокая производственная эффективность современных предприятий в значительной степени обеспечивается применением оборудования непрерывного транспортирования. Одним из наиболее востребованных вариантов является ленточный транспортер, отличающийся простой конструкцией, высокой надежностью в эксплуатации и универсальностью — он способен перемещать как сыпучие, так и штучные грузы. Для расширения функциональных возможностей такие системы нередко дополняются вспомогательными устройствами, автоматизирующими процессы подачи и разгрузки материала.

Машины непрерывного действия используются для постоянного перемещения как сыпучих, так и штучных материалов вдоль заранее определённого маршрута. Помимо функции транспортировки, они выполняют задачи по распределению груза по технологическим участкам, формированию складских запасов, а также перемещению между стадиями производственного цикла, обеспечивая его необходимую последовательность и согласованность.

Таким образом, транспортерные системы интегрированы в технологическую структуру современных производств. Они задают и стабилизируют ритм производственного процесса, способствуют его упорядочению, повышают уровень механизации и автоматизации, тем самым увеличивая производительность труда и объёмы выпускаемой продукции. На участках функционирования таких транспортных линий обустраиваются специализированные зоны для загрузки и выгрузки материалов.

В зависимости от способа передачи движущей силы к транспортируемому материалу, машины для перемещения грузов подразделяются на два основных типа: с наличием тягового элемента (например, лента, цепь, канат или штанга) и без такового, к которым относятся винтовые, роликовые установки, а также

системы с вращающимися трубами. Грузонесущие части оборудования могут функционировать в различных режимах движения — прямолинейном, возвратно-поступательном, вращательном или колебательном.

Среди всех разновидностей подобных установок наибольшее распространение получил ленточный транспортер, отличающийся лаконичной конструкцией, устойчивой работой и способностью эффективно перемещать как штучные изделия, так и сыпучие материалы. В модифицированных ленточно-цепных механизмах лента выполняет роль грузонесущего элемента, тогда как одна или две цепи служат в качестве тягового органа. Однако, в условиях горнодобывающих производств, такая конструкция оказалась недостаточно эффективной — в частности, из-за сложности технического обслуживания и ограниченных скоростей движения. Это стало основанием для перехода на более производительные модели.

В процессе разработки технических и эксплуатационных требований особое внимание уделялось сокращению количества типоразмеров и унификации конструктивных элементов ленточных конвейеров. Основу модельного ряда подземных установок составляли два параметра: ширина и прочность ленты. Типоразмеры по ширине определялись согласно системе предпочтительных чисел Б20 (ГОСТ 8032-56), а прочностные характеристики — методическими указаниями НИИ резиновой промышленности.

Классификация транспортёров осуществлялась на основе ширины ленты и условий эксплуатации. Обозначение включало литеру «Л» (ленточный), при необходимости — дополнительные буквенные индексы, отражающие функциональное назначение, и числовое значение ширины ленты в сантиметрах. Это обеспечивало систематизацию типовых моделей.

Распределение моделей по назначению:

- для горизонтальных и слабонаклонных выработок: Л80, Л100, Л120;
- для наклонных выработок (только грузы): ЛУ80, ЛУ100, ЛУ120;
- для транспортировки грузов и людей: ЛЛ100, ЛЛ120;
- для бремсбергов (наклон вниз): ЛБ80, ЛБ100.

«Типоразмер типажного ленточного транспортера определяется прочностью ленты, мощностью унифицированной приводной станции и указывается арабской цифрой слева от обозначения типа, образуя обозначение модели конвейера. Номинальные производительности по углю – в т/ч - составляют ряд, представленный в зависимости от ширины и скорости движения ленты в таблице 1».

Таблица 1 - Рекомендуемы параметры производительности типажных ленточных транспортеров от ширины ленты и скорости

Параметры конвейера	Ширина ленты, мм				
	800	1000		1200	
Производительность, т/ч	270,0	420,0	500,0	850,0	1100,0
Скорость ленты, м/с	1,6	1,6	2,0	2,0	3,15

Ленточные конвейеры классифицируются по углу наклона рабочей трассы:

- горизонтальные и слабо наклонные (0…+10°);
- уклонные (от +7° до +18°);
- бремсберговые (от -4° до -16°).

Допустимая длина зависит от категории наклона:

- горизонтальные и слабо наклонные участки — 500–3000 м;
- уклонные — 250–1000 м;
- бремсберги — 300–1500 м.

В целях унификации привода были разработаны модели 1ЛУ100 и 2ЛУ100 на базе 1Л100 и 2Л100, с сохранением типа ленты и мощности. Также был модернизирован грузо-людской конвейер 2ЛЛ100 с шириной ленты 1000 мм, конструктивно аналогичный 2ЛУ100. Для него применили резинотросовую ленту РТ-2000 (прочность 200 тс), изначально разработанную для КРУ-900. Однако из-за наличия тканевых прослоек и ограничений по радиусу приводных барабанов, была разработана версия без тканевых вставок.

По расчётам СКБ Краснолучского машиностроительного завода был создан бремсберговый конвейер 1ЛБ100 с шириной ленты 1000 мм, длиной до 1600 м при наклоне 4° и приводом 100 кВт. В нём использовалась лента К8-ЗТ с четырьмя тканевыми прокладками и один электродвигатель 100 кВт. Конвейер унифицирован с моделью 1Л100.

Нормативные длины транспортёров с шириной ленты 1200 мм, применяемых в капитальных выработках, приведены в таблице 2. В таблице 3 представлены проектные характеристики подземных магистральных ленточных транспортёров шириной 800, 1000 и 1200 мм [39] .

В настоящем исследовании рассматриваются назначение, области применения, технические и габаритные характеристики ленточных транспортёров, типы лент и их свойства, а также графики применимости оборудования. Дополнительно проводится анализ технологических параметров, влияющих на выбор модели в зависимости от горно-геологических условий, включая:

- минутную приёмную способность транспортёра (Qк.пр), выраженная в м³/мин;

- номинальную техническую производительность (Qк), выраженная в т/ч.

Таблица 2 – Нормирование длины типажных ленточных транспортеров с шириной ленты 1200 мм., для различных уклонов наклона

Нормированная длина конвейера, м	Типы конвейеров с шириной ленты, 1200 мм.	
	Горизонтальные и слабонаклонные	Уклонные
Максимальная (при угле наклона, град).	2500-3500 (0º)	900-1500 (7º)
Минимальная (при угле наклона, град).	700-1000 (10º)	500-700 (18º)

Таблица 3 – Основные технические характеристики подземных магистральных ленточных транспортеров с шириной ленты 800, 1000 и 1200 мм включают следующие параметры

Наименование модели (в скобках старое наименование по типажу)	Ширина ленты, мм	Скорость ленты, м/с	Производительность, т/ч	Максимальная длина, м		Лента				Суммарная мощность привода, кВт	Основное назначение
				при минимальном угле	при максимальном	тип ткани или ленты	Прочность ткани кг на см ширины	Количество	Прочность ленты Т		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1Л80* 2Л80 (Л 801)	800 800	1,6 1,6	270 270	622 1190	170 354	УЛХ УЛХ	120 120	4 5	338,5 48	40 80	Для транспортирования угля по горизонтальным участковым выработкам со средним углом наклона до 10°
1ЛБ80* 2ЛБ80 (ЛБ80)	800 800	1,6 1,6	2270 2270	1260 1500	250 400	УЛХ УЛХ	120 120	4 5	338,5 448,0	70 80	Для транспортирования угля по участковым бремсбергам с углом наклона до 16°
3ЛУ80 (Л80Ш)	800	1,6	70	2540	380	К8-3Т	300	5	120	200	Для транспортирования угля по горизонтальным участковым выработкам и уклонам со средним углом наклона до 10°

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
3ЛУ80 (Л80П)	800	1,6	270	593	312	К8-3Т	300	4	96	100	Для транспортирования угля по участковым уклонам с углом наклона от 7 до 18°

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1Л100 (Л801)	1600	1,6	420	2150	565	К8-3Т	300	4	120	200	Для транспортирования угля по горизонтальным участковым выработкам и уклонам со средним углом наклона до 10°
1ЛБ100 (ЛБ100)	1000	1,6	420	160	450	К8-3Т	300	4	120	100	Для транспортирования угля по участковым и капитальным бремсбергам с углом наклона до 16°
1ЛУ100	1000	1,6	420	600	250	К8-3Т	300	4	120	200	Для транспортирования угля по Участковым и капитальным уклонам с углом наклона от 7до 18°
2Л1100 (1Л100П)	1000	2,0	500	3100	900	К8-3Т	300	6	120	500	Для транспортирования угля по горизонтальным выработкам и уклонам со средним углом наклона до 10°

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2ЛБ100***	1000	2,0	500	-	1200	К8-3Т	300	6	180	250	Для транспортирования угля по капитальным бремсбергам с углом наклона до 16°
2ЛУ100 (2Л100)	1000	2,0	500	1140	585	К8-3Т	300	6	180	500	Для транспортирования угля по участковым капитальным уклонам с углом наклона от 7 до 18°
2ЛЛ100 (3Л100)	1000	2/1	500	1100	570	РТ	2000	-	200	500	То же, для угля и перевозки людей
1Л120П (1Л120П)	1000	2	850	2540	710	К8-3Т	300	6	216	500	Для транспортирования угля по капитальным горизонтальным выработкам и уклонам со средним утлом наклона до 10°
1Л120 (1Л1201)	1000	2	850	970	500	К8-3Т	300	8	290	500	Для транспортирования угля по капитальным уклонам с углом наклона от 7 до 180
2Л120 (2Л120)	1200	3,15	1100	3920	1150	РТ	2000	-	240	1200	Для транспортирования угля по капитальным горизонтальным выработкам и уклонам со средним

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
											углом наклона до 10°
2ЛУ120*	1200	3,15	1100	1500	800	РТ	3000	-	360	1200	Для транспортирования угля по капитальным уклонам с углом наклона от 7 до 18°
2ЛЛ120 (3Л120)	1200	3,15/1	1100	1500	800	РТ	4000	-	480	1200	То же, для угля и перевозки людей
1ЛБ100 (ЛБ100)	1000	1,6	420	160	450	К8-3Т	300	4	120	100	Для транспортирования угля по участковым и капитальным бремсбергам с углом наклона до 16°
1ЛУ100	1000	1,6	420	600	250	К8-3Т	300	4	120	200	Для транспортирования угля по Участковым и капитальным уклонам с углом наклона от 7до 18°
2Л1100 (1Л100П)	1000	2,0	500	3100	900	К8-3Т	300	6	120	500	Для транспортирования угля по горизонтальным выработкам и уклонам со средним углом наклона до 10°
2ЛБ100***	1000	2,0	500	-	1200	К8-3Т	300	6	180	250	Для транспортирования угля по капитальным бремсбергам с углом

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
											наклона до 16°
2ЛУ100 (2Л100)	1000	2,0	500	1140	585	К8-3Т	300	6	180	500	Для транспортирования угля по участковым капитальным уклонам с углом наклона от 7 до 18°
2ЛЛ100 (3Л100)	1000	2/1	500	1100	570	РТ	2000	-	200	500	То же, для угля и перевозки людей
1Л120П (1Л120П)	1000	2	850	2540	710	К8-3Т	300	6	216	500	Для транспортирования угля по капитальным горизонтальным выработкам и уклонам со средним утлом наклона до 10°
1Л120 (1Л1201)	1000	2	850	970	500	К8-3Т	300	8	290	500	Для транспортирования угля по капитальным уклонам с углом наклона от 7 до 180
2Л120 (2Л120)	1200	3,15	1100	3920	1150	РТ	2000	-	240	1200	Для транспортирования угля по капитальным горизонтальным выработкам и уклонам со средним углом наклона до 10°
2ЛУ120*	1200	3,15	1100	1500	800	РТ	3000	-	360	1200	Для транспортирования угля по

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
											капитальным уклонам с углом наклона от 7 до 18°
2ЛЛ120 (3Л120)	1200	3,15/1	1100	1500	800	РТ	4000	-	480	1200	То же, для угля и перевозки людей

«Под приёмной способностью понимается количество угля, которое может принять в единицу времени (минуту) движущаяся лента при наибольшем допустимом заполнении её грузом. Величина приёмной способности устанавливается по ГОСТ Р 51042-97» [40]. Для каждого типоразмера ленточного транспортёра приёмная способность представляет собой фиксированное значение, которое определяется геометрическими параметрами ленты и скоростью её движения. В то же время техническая производительность системы рассчитывается на основе характеристик тягового элемента, включая его мощность и прочность. В отличие от приёмной способности, производительность является переменной величиной и зависит от таких факторов, как общая длина трассы, угол её наклона, а также наличие криволинейных участков на маршруте перемещения.

В таблице 4 представлены основные технические параметры подземных ленточных конвейеров параметрического ряда, разработанных во втором варианте конструктивного исполнения. Приведённые данные отражают ключевые характеристики транспортёров, включая ширину ленты, допустимую длину трассы, скорость движения, производительность, а также типы приводных и натяжных устройств. Данный параметрический ряд был сформирован с учётом условий эксплуатации в подземных горных выработках различного профиля и степени наклонности. [41].

Таблица 4 – Основные параметры подземных конвейеров параметрического ряда

Обозначение модели	Приёмная способность конвейера м3/мин		Ширина ленты, мм	Скорость ленты, м/с	Пределы рационального использования производительности		Суммарная мощность привода, кВт	Основное назначение	Завод изготовитель
	Станционарная установка	Полустационарная установка			Минимум т/ч	Максимум т/ч			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1Л80	7,2 9,3	6,5 6,4	800	1,6 2,0	100 150	330 420	40	Для участковых выработок с углами от - 3 до +6°	Александ- ровский
1ЛТ80	- -	6,5 6,4	800	1,6 2,0	100 150	330 420	40	Для участковых выработок с углами от - I до +6°, непосредственно примыкающих к лаве	--«--
1ЛБ100	7,2 9,3	6,5 8,4	800	1,6 2,0	100 150	330 420	40	Для участковых бремсбергов с углами наклона от -3 До - 16°.	--«--
2Л80	7,2 9,3	6,5 8,4	800	1,6 2,0	100 150	330 420	До 110	Для участковых выработок с углами от - 3 до +6°	--«--

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2ЛТ80	- -	6,5 8,4	800	1,6 2,0	100 150	330 420	До 110	Для участковых выработок с углами от -3 до +6°, непосредственно примыкающих к лаве	--«--
2ЛБ80	7,2 9,3	6,5 8,4	800	1,6 2,0	100 150	330 420	До 110	Для участковых бремсбергов с углами наклона от -3 до -16°,	Александ-ровский
1ЛН80	7,2 9,3	---	800	1,6	50	200	200	Для уклонов с углами наклона от +18 до+25°	--«--
1Л100	7,2 9,3	---	1000	1,6	150	530	200	Для выработок с углами наклона от -6 до +6°	--«--
1ЛТ100	---	10,1 15,7	1000	2,5	150 500	530 840	До 110	Для выработок с углами наклона от -10 до +10°, непосредственно примыкающих к лавам	Красноглучский
1ЛУ100	11,2	---	1000	1,6	200		200	Для уклонов с углами наклона от +6 до+18°	--«--
1ЛБ100	11,2	10,1	1000	1,6	150	530	100	Для бремсбергов с углами наклона от -3 до-16°	--«--
1Л100К	11,2	10,1	1000	1,6	150	530	100	Для участковых выработок с углами от -3 до +18°,	--«--
1ЛУ100	11,2	---	1000	2,0	250	680	500	Для капитальных уклонов с углами наклона от +6 до+180	--«--

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2ЛТ100	---	6,5 8,4	1000	2,5	500	840	500	Для участковых выработок с углами от - 12 до +10°, непосредственно примыкающих к лавам	--«--
2ЛЛТ100	11,2	6,5 8,4	1000	1,6		550	500	Для капитальных укулонов с углами наклона от +6 до +18°,	--«--
1ЛУ120	25	---	1200	2,5	450	1200	500	Для капитальных выработок с углами наклона от 0 до+18°	Александ-ровский
2ЛБ120	31,6	---	1200	3,15	300	1400	1000	Для капитальных выработок с углами наклона от -3 до -16°	--«--
2ЛУ120А	31,6	---	1200	3,15	700	1400	1000	Для капитальных выработок с углами наклона от 0 до+18° И наклонных стволов с углами наклона до 18°	--«--
Б	31,6	---	1200	3,15	700	1400	1500		
В	31,6	---	1200	3,15	700	1400	1000		
2ЛУ160А	53,0	---	1600	3,15	1000	3000	1000	--«--	Сызранский
Б	53,0	---	1600	3,15	1000	3000	1500		
В	53,0	---	1600	3,15	3000	3000	2000		

Примечания. Для конвейеров, устанавливаемых в выработках с углами наклона от - 12° до +10°; от-3 до +18° н от -3 до -16°, в таблние дана приёмная способность при установке в выработках с углам от 0° до +6°. При установке в выработках с большим углом наклона приёмная способность должна быть уменьшена на 5%. Выпускается модификация конвейера 1ЛУ 100 с резпнотросовой лентой, при тех же остальных параметрах с обозначением 1ЛУ 100М.

В отечественной практике проектирования шахтных ленточных конвейеров реализован подход поблочной (модульной) унификации приводных узлов, направленный на повышение технологичности сборки, ремонтопригодности и стандартизации конструктивных компонентов. В рамках данной концепции для всех типов и модификаций транспортёров применяется унифицированная система маркировки, отражающая ключевые параметры оборудования — в частности, ширину ленты (в миллиметрах или сантиметрах), функциональное назначение установки и её типоразмер. Данная система обеспечивает упорядоченность номенклатуры и способствует рациональному подбору технических решений в соответствии с условиями эксплуатации.
Маркировка типа «1Л80У» расшифровывается следующим образом: «1» — типоразмер, «Л» — ленточный транспортер, «80» — ширина ленты в сантиметрах, «У» — предназначен для угольных шахт. Если в обозначении присутствует «П» (например, «1ЛПТ1200»), это указывает на промежуточный привод, а «Т» — на наличие телескопического натяжного механизма, позволяющего изменять длину транспортера. Двойная «П» (например, «2ЛППП1000А») означает возможность применения двух промежуточных приводов, один из которых выполняет функцию разгрузочного барабана («ложный сброс»).

Александровским машиностроительным заводом выпускаются также шахтные ленточные транспортеры серии ЛТА с шириной ленты от 800 до 1400 мм, производительностью 600–2600 т/ч и возможностью телескопического выдвижения ленты до 200 м при угле наклона от -3° до +12°.

Таблица 5 – Основные технические данные ленточных транспортеров ОАО «Александровский машиностроительный завод»

Тип конвейера	Максимал ь- ная произво- дительнос ть, т\ч	Скорос ть движен ия ленты, м/с	Приемная способнос ть, м/мин	Ширин а ленты, мм	Суммарн ая мощност ь привода, кВт	Крупнос ть кусков горной массы, не более, ,мм	Угол наклона установ ки конвейе ра (от до), град
1	2	3	4	5		7	8
1Л80У	420	2,0	8,2	800	55	300/150	-10+10*)
1Л80У	520	2,5	10,2	800	55	300/150	-3…+6
1ЛТ80У (двух модификац ий)	420/520	2,0/2,5	8,2/10,2	800	55	300/150	-3…+6

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5	6	7	8
1ЛТП80У (двух модификаций)	420/520	2,0/2,5	8,2/10,2	800	55	300/150	-3…+6
2Л80У	420	2,0	8,2	800	2х55	300/150	-16+18
2Л80У-01	520	2,5	10,2	800	3х55	300/150	-16+18
2ЛТ80У	420	2,0	8,2	800	2х55	300/150	-10+10
2ЛТ80У-01	520	2,5	10,2	800	3х55	300/150	-3+18
2ЛТП80У (двух модификаций)	420/520	2,0/2,5	8,2/10,2	800	2х55	300/150	-10+10
1Л1000А	710	2,0	14,0	1000	2х55	500/300	-10+10
1Л1000А-01 (с дополинительным приводным блоком)	890	2,5	17,5	1000	3х55	500/300	-3+10
1Л1000А	710	2,0	14,0	1000	2х55	500/300	-10+10
1Л1000А-1 (с дополинительным приводным блоком)	890	2,5	13,4	1000	3х55	500/300	-3+18
2Л1000А; 2ЛК1000А (с жестким или канатным ставом)	710	2,0	14,0	1000	2х110	500/300	-16+18
2Л1000А-01; ЛК1000А-01 (с жестким или канатным ставом и дополнительным приводным блоком)	890	2,5	17,5	1000	3х10	500/300	-3+18
2Л1000А; 2ЛТК1000А(с жестким или канатным ставом)	710	2,0	14,0	1000	2х110	500/300	-10+10*)
2ЛТ 1000А-01; 2ЛТК1000А-01 (с жестким или канатным ставом и дополнительным приводным блоком)	890	2,5	13,4	1000	3х110	500/300	-3+10

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5	6	7	8
3Л1000А	70/840	2,0/2,5	14,0/17,5	1000	2х250	500/300	-3+18
3Л1000А-01 (с дополнительным приводным блоком)	1060	3,15	22	1000	3х250	500/300	-3+18
3ЛЛ1000А	840	2,5	17,5	1000	2х250	500/300	-3+18
3ЛЛ1000А-01 (с дополнительным приводным блоком)	1060	3,15	22	1000	3х350	500/300	-3+18
3ЛН1000А	710	2,0	22	1000	2х250	400/200	+25
3ЛК1000А (двух модификаций)	710/840	2,0/2,5	13,0/16,5	1000	2х250	500/300	-3+18

Также производятся модификации стационарных ленточных транспортёров серии ЛА, предназначенных для промышленного применения. Эти установки комплектуются лентами шириной 1000, 1200, 1400 и 1600 мм, при этом их производительность варьируется в пределах от 1500 до 3200 тонн в час. Конструкцией предусмотрена возможность работы под углами от -10° до +12°, что обеспечивает гибкость применения в различных условиях. Дополнительно предусмотрена установка промежуточного привода типа «ложный сброс», а также интеграция телескопического натяжного механизма, обеспечивающего регулировку длины транспортной трассы.

1.2 Физико-механические свойства транспортируемого сильно засоренного зерна

Зелёные растения преобразуют солнечную энергию в органические вещества посредством фотосинтеза, используя углекислый газ и воду. Этот процесс лежит в основе жизнеобеспечения человека и животных. Особую значимость имеют сельскохозяйственные культуры, формирующие сухие плоды — злаки, бобовые, масличные и др. Созревшие зерновки содержат 7–17 % влаги, остальное приходится на сухие вещества (около 90 % массы), включающие белки, углеводы, жиры, минералы и витамины, жизненно важные для питания.

В аграрной практике под «культурой» понимается вид растения, а под «зерном» — его урожай. Учёт сырья ведётся по партиям, представляющим собой однородную по качеству и количеству массу зерна.

Обобщённо термин "зерно" применяется к семенам злаков и бобовых. При этом понятие «зерновая масса» часто используется для обозначения смеси семян и примесей (вороха), собранной в ходе уборки урожая и поступающей из бункеров зерноуборочной техники. [42]. С позиций обеспечения устойчивого и длительного хранения зерна критически важным является текущее состояние

зерновой массы, определяемое совокупностью её фундаментальных характеристик. К числу таких характеристик относят:

– Физические параметры, включающие геометрические размеры зерновок и примесей, показатель сыпучести, выраженность самосортировки, насыпную плотность и скважистость, обусловленную пористостью зерновой массы;

– Физико-химические свойства, среди которых особую роль играют сорбционная способность, влагоудерживающие характеристики, теплопроводность, температуропроводность, а также показатели термо- и массопереноса, отражающие интенсивность миграции тепла и влаги;

– Физиологическое состояние, выражающееся в интенсивности дыхания, активности послеуборочного дозревания, способности к прорастанию, степени поражённости микроорганизмами и вредителями, а также в склонности зерновой массы к самосогреванию в результате биохимических и микробиологических процессов.

Таким образом, состояние зерновой массы представляет собой комплексное отражение её физико-химического и биологического статуса, зависящего от зрелости и свежести зерна, уровня влажности, засоренности и травмированности, температуры, наличия вредителей и последствий воздействия фитопатогенных факторов, в том числе самосогревания и термического воздействия при сушке. Характеристики зерна могут быть существенно улучшены за счёт целенаправленного применения технологических процедур, таких как сушка и очистка. Именно управление этими параметрами с целью обеспечения надёжного хранения и является одной из приоритетных задач в системе хранения зерновой продукции.

Оценка качества зерна основывается на комплексе технологических и биологических свойств, определяющих соответствие продукции действующим нормативам или прогнозируемым требованиям в условиях хранения и переработки. В зависимости от природы показателей, они группируются по определённым критериям (таблица 6).

Гранулометрические параметры, такие как длина, ширина, толщина и диаметр зерновок, являются основополагающими при разработке и настройке сепарационных систем. В случае, если максимальный размер зерновки составляет менее 3 мм, такое зерно квалифицируется как мелкосеменное. Эти данные играют решающую роль при выборе технических элементов для сортировочного оборудования — в частности, сит зерноочистительных машин и ячеек триерных цилиндров.

Кроме того, объёмные свойства — включая объём одной зерновки, скважистость и насыпную плотность — опосредованно влияют на параметры очистки и переработки. Так, скважистость, обусловленная пористостью зерновой массы, учитывается при проектировании аэрационных систем и корректировке режимов технологической обработки.

Морфологические свойства включают выполненность и щуплость зерна, зависящие от степени налива. Выполненные зерна характеризуются высокой плотностью, крупными размерами и глянцевой поверхностью, что коррелирует с

повышенным содержанием питательных веществ. Щуплые зерна, напротив, имеют уменьшенные размеры, морщинистую поверхность и сниженную биологическую ценность. Причинами щуплости выступают агротехнологические факторы: засуха, термические повреждения (подгар), грибковые и вирусные инфекции, а также фитосанитарные нарушения (вредители).

Таблица 6 – Классификация показателей качества зерна

Ботанико- физиологические показатели	Органолептические и физико- химические показатели	Технологические свойства
- Культура (род растения), вид, форма (озимая, яровая); - Сортовые, морфологические и анатомические особенности; - Цвет, запах, вкус (характерные); - Всхожесть и энергия прорастания.	- Цвет; - Запах: - Вкус; - Влажность; - Форма, крупность; - Выполненность; - Выравненность покрупности; - Скважистость; - Масса 1000 зерен; - Стекловидность; - Натура; - Зольность; - Содержание сорной и зерновойпримеси; - Плотность;Прочность; - Пленчатость илузжистость; - Количество и качество клейковины; - Химический состав и др.	- Мукомольные; - Хлебопекарные; - Крупяные; - Макаронные; - Другие свойств зависимости о назначения зерна как сырья для переработки.

«Выравненность – понятие, характеризующее степень однородности отдельных зерен в зерновой массе (партии зерна) по размерам, цвету, влажности, химическому составу и по другим показателям» [43]. В практической агротехнологии термин «выравненность» трактуется как степень однородности зерновой массы по фракционному составу, то есть по размеру отдельных зерновок. Количественно данный параметр определяется отношением массы фракции, прошедшей сквозь сито, к массе остатка на его поверхности. Существенным морфометрическим показателем, отражающим как размер, так и плотностные характеристики зерна, является масса 1000 зерен. Этот параметр отражает массу стандартной выборки и служит индикатором крупности зерна, демонстрируя заметные колебания даже в пределах одного вида сельскохозяйственных культур.

Стекловидность зерна — важный сортовой признак, особенно для пшеницы. Она определяется генетикой, агроклиматическими условиями и особенностями уборки. По внутренней структуре зерно может быть стекловидным, мучнистым или смешанным с разной степенью стекловидности.

Количественная оценка проводится в процентах содержания стекловидных зерен в исследуемой массе. Данный показатель имеет важное значение в оценке технологических качеств зерна, особенно в аспекте выхода муки и содержания крупитчатой фракции.

Пленчатость и лузжистость — морфологические характеристики, отражающие долю оболочек в составе зерновки. Пленчатость обусловлена цветковыми, плодовыми или семенными оболочками (ячмень, овёс, просо, рис, гречиха, клещевина). У масличных культур, таких как подсолнечник и сафлор, используется термин лузжистость, отражающий содержание шелухи, влияющее на переработку и питательные свойства сырья.

В случае масличных культур (подсолнечник, сафлор) для аналогичной характеристики используется термин «лужжистость». Чем выше содержание этих оболочек, тем ниже пищевая ценность зерна и тем сложнее его переработка. Высокая степень пленчатости затрудняет технологические процессы и увеличивает затраты на производство продуктов переработки.

Плотность и масса оболочек также оказывают влияние на конечный выход крупы: чем тяжелее и толще плёнки, тем меньше доля съедобной части. Количественные значения содержания оболочек в зерне зависят от вида культуры и могут значительно колебаться, что обязательно учитывается при проектировании линий очистки и переработки.

Таблица 7– Морфологические характеристики, отражающие долю оболочек в составе зерновки

Овес	18–46	Рис	16–24
Ячмень	7,5–15	Гречиха	18–28
Просо	12–25	Подсолнечник	35–78

Объёмная масса (натура) зерна представляет собой массу одного литра зерновой массы с учётом объёма, занимаемого межзерновыми пустотами. Этот параметр является одним из ключевых при оценке качества зерна различных сельскохозяйственных культур. Значения натуры по основным культурам представлены в таблице 8.

На величину натуры оказывают влияние целый ряд факторов, включая форму зерновок, степень их крупности, влажность, содержание оболочек (пленчатость), плотность структуры, степень выравненности, а также присутствие посторонних примесей. От этого показателя во многом зависит выход готовой продукции при переработке. При прочих равных условиях, зерно с более высокой натурой считается более ценным с технологической и хозяйственной точки зрения.

Скорость витания зерна. При выполнении технологических операций с зерновой массой — таких как очистка, сушка и вентиляция — необходимо учитывать её аэродинамические свойства. В частности, важным параметром является коэффициент аэродинамического сопротивления, который зависит от

формы, размеров и текстуры поверхности зерна. Одним из ключевых показателей выступает скорость витания — это скорость воздушного потока, при которой сила аэродинамического сопротивления уравновешивает силу тяжести, действующую на зерновку или примесь. Знание этого параметра важно для корректной настройки воздушных сепараторов и других машин, работающих по принципу пневмосортировки.

Таблица 8– Значения натуры по основным культурам

Культура	Натура, г\л		
	высокая	средняя	низкая
Пшеница	Свыше 785	746-785	745 и ниже
Рожь	Свыше 715	676-715	675 и ниже
Ячмень	Свыше 605	546-605	545 и ниже
Овес	Свыше 510	461-510	460 и ниже
Подсолнечник	Свыше 460	431-460	430 и ниже

При уборке, транспортировке и переработке зерно подвергается механическим повреждениям: трещинам, царапинам, деформации зародыша, сплющиванию и разрушению оболочки. Эти дефекты ухудшают посевные и технологические качества, особенно критичны для семенного материала. Даже мелкие, незаметные трещины могут снизить жизнеспособность. Повреждённость измеряется в процентах и влияет на выход готовой продукции.

Зерно всегда содержит примеси, попадающие в массу при уборке, транспортировке и хранении. Они ухудшают перерабатываемость и качество продукции, поэтому подлежат обязательному удалению. Примеси делятся на сорные (непригодные к использованию и вредные) и зерновые (сниженной ценности, пригодные для кормовых или технических нужд).

Нарушение санитарных условий способствует появлению вредителей, которые повреждают зерно, загрязняют его и могут повредить хранилища. Борьба с ними требует системных мер: дезинфекции, санитарной обработки и соблюдения гигиенических норм.

Крысы, мыши и птицы поедают зерно и загрязняют его, распространяя инфекции. Необходимы профилактические меры: герметизация складов, отпугивающие средства и дератизация. Всё это входит в обязательную систему сохранения зерна. Засорённость зерна представляет собой количественный показатель, выраженный в процентах, который отражает содержание различных примесей в общей массе зерна. В эту категорию входят органические и минеральные включения, семена дикорастущих растений и культур, не относящиеся к целевому зерну, повреждённые или испорченные зёрна, а также потенциально опасные (вредные) примеси.

Определение степени засорённости осуществляется путём ручного анализа проб зерна, с применением сита для ускорения и облегчения процесса. Специалисты Алтайского филиала ФГБУ «Центр оценки качества зерна» подчёркивают, что зерновая масса по своей природе неоднородна, так как при

уборке, транспортировке и хранении в неё могут попадать различные посторонние включения. Наличие этих примесей снижает общее качество продукции, увеличивает объёмы технологической очистки и, соответственно, повышает себестоимость переработки.

Кроме того, определённые виды примесей могут содержать токсичные вещества, представляющие опасность для здоровья человека и животных. Именно по этой причине строгое ограничение на содержание посторонних элементов в зерне является важным требованием как с технологической, так и с санитарной точки зрения [44].

Содержание сорных примесей влияет и на количество микроорганизмов в зерне. Зерно после уборки имеет влажность от 7 до 30 процентов, а сорные примеси могут иметь влажность от 40 до 80 процентов, поэтому на их поверхности присутствует очень много микроорганизмов. Эти микроорганизмы могут попадать с примесей на зерно. Кроме того, при транспортировке зерна, особенно при перемещении его на хранение, происходит процесс самосортирования, в результате сорная примесь собирается на периферийных участках зерновой насыпи, то есть около стенок бункера, а именно периферийные участки наиболее подвержены перепадам температур, вследствие которых образуется конденсат. Наличие влаги способствует активному развитию микроорганизмов и самосогреванию (увеличению температуры зерновой массы, связанному с дыханием зерна), – рассказывают специалисты.

Значительная часть примесей в зерновой массе состоит из плодов и семян сорных растений, которые растут на полях среди культурных культур. Сорные растения наносят значительный ущерб, отбирая у ценных культур воду и питательные вещества, что приводит к снижению урожайности.

Несмотря на борьбу с сорняками на полях (агротехнические методы: вспашка, прополка; введение карантина), при сборке урожая плоды и семена сорняков попадают в зерновую массу, что влечет за собой проблемы при хранении и переработке зерна.

«Углом естественного откоса φ насыпного груза называется угол между образующей конуса из свободно насыпанного груза и горизонтальной плоскостью. Этот угол зависит от взаимной подвижности частиц груза. Например, у воды он равен нулю». При транспортировании сыпучих материалов, таких как зерно, наблюдается снижение значения угла естественного откоса вследствие частичного нарушения устойчивого состояния насыпи. Угол естественного откоса в движении (φ_e) определяется как доля угла откоса в состоянии покоя (φ) и количественно выражается в следующем виде:

$$\varphi d=(0{,}45\div 0{,}5)\cdot\varphi \qquad (1)$$

где:
φ_e — угол естественного откоса материала в движении,
φ — угол естественного откоса в покое.

Подвижность частиц сыпучего груза обусловлена совокупностью сил сцепления между отдельными фракциями и силы трения, возникающей при их относительном перемещении. В зависимости от этих характеристик материалы подразделяются на три группы: с высокой, средней и низкой подвижностью. Значения угла естественного откоса φ для различных материалов варьируются в пределах 30–60°.

Для зерновых культур, таких как пшеница, ячмень и рожь, характерны следующие физико-механические параметры:

- Насыпная плотность (ρ): 0,6–0,8 т/м³;
- Угол естественного откоса в покое (φ): 30–35°;
- Коэффициент трения в состоянии покоя:
- по стальной поверхности — 0,6;
- по резиновой поверхности — 0,7;

Абразивность**:** группа А (высокая), что указывает на интенсивное абразивное воздействие на элементы транспортного оборудования.
Указанные характеристики являются ключевыми при проектировании ленточных транспортеров и расчете их эксплуатационных параметров.
«Плотностью груза называется отношение его массы к занимаемому объему. Различают плотность груза свободно насыпанного (разрыхленного), механически уплотненного, а также в естественном плотном массиве». Механическое уплотнение сыпучих материалов может быть достигнуто посредством равномерного обжатия или применения вибрационных воздействий (виброуплотнения). В результате подобных мероприятий плотность материала может возрасти в пределах от 5 до 50 % в зависимости от его физико-механических свойств.

Плотность в естественном массиве отражает состояние груза в его природной, неразрыхлённой форме. Для количественной оценки степени разрыхления материала применяется коэффициент разрыхления (*kp*), определяемый соотношением:

$$k_{рх} = \rho_{м} / \rho \quad (2)$$

где:

ρm — плотность груза в массиве, т/м³;

ρ — плотность груза в разрыхлённом состоянии, т/м³.

Плотность сыпучих грузов зависит от размеров частиц (гранулометрического состава) и их влажности, вследствие чего коэффициент разрыхления для различных материалов принимает индивидуальные значения.

Влажность насыпного груза определяется как отношение массы воды, содержащейся в пробе, к массе абсолютно сухого материала, полученной в результате высушивания при температуре 105 °C. Величина влажности выражается в процентах и рассчитывается по формуле:

$$W_B = (m_B - m_{c)} / m_c * 100\% \quad (3)$$

где:

mB — масса влажного груза, кг;

mC — масса груза после полного высушивания, кг.

Данные параметры играют ключевую роль при расчётах транспортных, погрузочно-разгрузочных и складских операций, влияя на выбор оборудования и режимов его работы.

Термин «зерновая масса» обозначает совокупность зёрен сельскохозяйственных культур (злаковых, бобовых, масличных), а также содержащихся в ней примесей, воздуха (или другой газовой среды), заполняющего межзерновое пространство, и микроорганизмов. Кроме того, в состав могут входить вредители хлебных запасов, продукты их жизнедеятельности и различные инородные включения.

С физической точки зрения зерновая масса является двухфазной сыпучей системой, состоящей из твёрдой фазы (зерна и примесей) и газообразной среды (воздуха), заполняющего межзерновое пространство и активно взаимодействующего с твёрдой составляющей.

Для целей хранения важнейшее значение приобретают физические свойства данной системы. К числу таких характеристик относят:

- сыпучесть — способность массы свободно перемещаться под действием силы тяжести;

- склонность к самосортировке — изменение структуры массы в процессе перемещения, при котором происходит разделение по фракциям;

- скважистость — доля пустот между зернами, влияющая на тепло- и влагообмен;

- аэродинамические свойства — определяют сопротивление движению воздуха внутри зерновой толщи;

-сорбционные свойства — отражают способность зерна и примесей поглощать и отдавать влагу;

-тепло- и массообменные характеристики – описывают поведение зерновой среды. Совокупность этих параметров формирует хранительную способность — способность зерна сохранять свои свойства в течение длительного времени.

Сыпучесть обусловлена структурой массы: зерно состоит из множества подвижных частиц. Например, в одной тонне пшеницы насчитывается около 30–40 млн зерновок, а в таком же объёме проса — до 150–190 млн.

Одним из главных показателей, описывающих поведение сыпучей массы, является угол трения — минимальный угол наклона поверхности, при котором начинается скольжение зерна. Если скольжение происходит «зерно по зерну», то это называется углом естественного откоса — он равен углу между основанием и наклонной стороной насыпи, образующейся при свободном падении зерна на горизонтальную плоскость.

Коэффициент плотности укладки зерна при его загрузке определяется как отношение объёма твёрдой фазы (зерна) к полному объёму, занимаемому зерновой массой, и вычисляется по следующей формуле:

$$К= V_{Т/} V \quad (4)$$

где:

$V_Т$ – объем твердой фазы зерновой массы, м^3;

V – общий объем зерновой массы, м^3.

Скважистость зерновой массы является важным физическим параметром, определяющим объём межзернового пространства и существенно влияющим на процессы хранения, вентилирования и сушки зерна. Степень скважистости обусловлена способом укладки частиц и их геометрическими характеристиками.

Коэффициент скважистости определяется как отношение объёма межзерновых пустот к полному объёму зерновой массы и рассчитывается по следующей формуле:

$$S=(V- V_Т)/ V \quad (5)$$

где:

S – коэффициент скважистости (безразмерная величина);

V – общий объём зерновой массы, м^3;

$V_Т$ – суммарный объём твёрдой фазы (зёрен) внутри данной массы, м^3.

Скважистость зерновой массы формируется под воздействием совокупности факторов, включая геометрические параметры зерновок, характер и объём примесей, а также особенности укладки. Данный показатель отражает степень пористости зерновой насыпи и оказывает существенное влияние на процессы воздухо- и влагообмена, протекающие в толще зерна при хранении и переработке.

Самосортирование представляет собой явление, заключающееся в нарушении исходной однородности зерновой массы, возникающее при её транспортировке (в том числе посредством ленточных конвейеров), а также в процессе загрузки в ёмкости хранения, железнодорожные и автомобильные вагоны, контейнеры и другие транспортные средства. Подобное перераспределение обусловлено различиями в удельной массе, плотности, аэродинамических характеристиках, а также в форме и степени парусности отдельных частиц — как основного зерна, так и примесей. В результате самосортирования происходит фракционное расслоение материала, что может привести к неоднородности технологических и качественных показателей зерна в различных участках насыпи.

Аэродинамическое сопротивление зерновой массы определяет её взаимодействие с воздушным потоком и влияет на толщину обрабатываемого слоя, которая может варьироваться от миллиметров до метров в зависимости от технологических задач.

Сорбционные свойства отражают способность зерна поглощать и выделять влагу, газы и летучие вещества. Обмен влагой прекращается при достижении равновесной влажности — состояния, при котором парциальное давление водяного пара зерна и воздуха уравнивается.

Теплофизические свойства важны при хранении: теплоёмкость характеризует количество тепла, необходимое для изменения температуры зерна, а теплопроводность — его способность передавать тепло. Из-за органической природы и пористой структуры теплопроводность зерна остаётся низкой. При повышении влажности до 18 % она возрастает, но при дальнейшем увлажнении снова снижается.

Температуропроводность определяет скорость нагрева или охлаждения массы. Она увеличивается с ростом теплопроводности и уменьшается при повышении теплоёмкости и плотности зерна.

Термовлагопроводность зерна — это способность перераспределять влагу внутри зерновой массы под воздействием температурного градиента. Влага перемещается из более тёплых областей в холодные, даже при низкой общей влажности, что влияет на равномерность увлажнения и устойчивость зерна в процессе хранения.

Термостойкость зерна определяется биохимическим составом и биологической природой материала. Отдельные вещества, входящие в состав зерна, проявляют высокую чувствительность к температурным воздействиям, демонстрируя различную реакцию на нагревание. Это обстоятельство необходимо учитывать при проектировании процессов сушки и хранения.

Хранительная способность зерна характеризует временной интервал, в течение которого зерновая масса сохраняет свои исходные физико-химические и технологические свойства, позволяющие использовать её по прямому назначению. Данный показатель зависит от уровня зрелости, влажности, микробиологического состояния и условий хранения, и, как правило, оценивается в месяцах или годах.

Жизнедеятельность зерновой массы обусловлена активностью живых организмов, находящихся в её составе. В свежеубранном зерне продолжаются биологические процессы, включая послеуборочное дозревание, которое протекает при благоприятных внешних условиях. Этот этап сопровождается дыханием — аэробным или анаэробным распадом веществ. Научные исследования подтверждают, что свежеубранные партии часто не соответствуют посевным и технологическим требованиям, однако в процессе хранения происходят биохимические преобразования, улучшающие их качество.

Послеуборочное дозревание семян представляет собой совокупность внутренних преобразований, происходящих на молекулярном уровне в свежеубранных семенах определённых видов и сортов растений. Эти процессы обеспечивают переход из состояния покоя к активной жизнедеятельности, включая активацию ферментативной системы и повышение физиологической активности. В то же время, преждевременное прорастание в условиях хранения крайне нежелательно, поскольку оно приводит к значительной потере посевной и питательной ценности зерна.

Микробиологическая обсеменённость зерновой массы является типичным явлением, обусловленным контактом растений с микрофлорой окружающей

среды в период вегетации. При этом значительная часть микроорганизмов сохраняется на поверхности и внутри зерна, оказывая влияние на его хранение.

Одним из критических процессов, развивающихся в условиях хранения, является самосогревание зерновой массы — следствие активации метаболизма зёрен, размножения микроорганизмов, а также жизнедеятельности насекомых и клещей. Эти процессы сопровождаются выделением тепла, что способствует росту температуры внутри насыпи и может привести к потере потребительских свойств. Особую опасность представляет плесневение зерна, сопровождающееся развитием микроскопических грибов. Помимо ухудшения органолептических и технологических характеристик, плесневые грибы продуцируют микотоксины — высокотоксичные соединения, обладающие канцерогенным действием. Их наличие в зерне представляет угрозу как для здоровья человека, так и для животных, что требует строгого контроля условий хранения.

«Единственный способ борьбы с появлением плесеней при хранении – поддержание рекомендуемых режимов (влажность, температура, аэрация, толщина насыпи, профилактика зараженности и др.) в зернохранилищах и постоянный контроль состояния хранящегося зерна» [45].

1.3 Типы хранилищ зерна

«В соответствии с назначением каждое зернохранилище способно выполнять определенный комплекс операций с зерном (рисунок 7).

Рисунок 7 – Основные операции с зерном на зернохранилищах

В общем виде к основным операциям с зерном и семенами масличных культур, осуществляемым на зернохранилищах относятся: приемка; размещение; обеззараживание; очистка; сушка; хранение (наблюдение за зерновыми массами; активное вентилирование; аэрация (охлаждение); перемещение; контроль

качества; обеспыливание; охрана); формирование заданных товарных партий; обогащение (классификация); отпуск; инвентаризация (взвешивание); операции с побочными продуктами и отходами, получаемыми при обработке зерна и семян; другие операции, обусловленные спецификой отдельных культур и качественными характеристиками зерна».

Элеваторно-складской комплекс обеспечивает приём, обработку и надёжное хранение зерна с сохранением его качества и минимизацией потерь.

Промежуточные зернообрабатывающие предприятия предназначены для приёмки, очистки, сушки, хранения и отгрузки оперативных запасов зерна, поступающего с железнодорожного и водного транспорта. Как правило, они размещаются вблизи крупных транспортных узлов и формируют однородные партии продукции для дальнейшего распределения.

К таким объектам относятся и элеваторы, предназначенные для хранения государственных резервов, где предъявляются повышенные требования к качеству зерна, что увеличивает объём операций по его обработке.

Производительность технологических линий и приёмно-транспортного оборудования определяется уровнем загрузки предприятия.

К промышленным объектам относят портовые и распределительные элеваторы, а также базы снабжения.

На всех предприятиях элеваторного типа выполняются основные технологические процессы: очистка, сушка, газация, охлаждение и освежение зерна — преимущественно в поточном режиме, что способствует улучшению качества продукции.

Предприятия элеваторного типа классифицируются в зависимости от способа хранения зерновой продукции и степени механизации технологических процессов. В качестве дополнительного критерия используется продолжительность хранения. Выделяют два основных метода:

– начальное хранение, осуществляемое в напольных складах высотой 5–6 метров;

– силосное хранение, при котором зерновая масса размещается в вертикальных емкостях (силосах) высотой до 40 метров (см. рисунок 8).

В условиях повышенной нагрузки на зернохранилища, характерной для периода массового поступления урожая, применяется также временное хранение, заключающееся в складировании зерна в виде насыпи.

Рисунок 8 – Элеватор для хранения зерна

В зависимости от уровня технического оснащения зерновые склады классифицируются на немеханизированные и механизированные. Основным преимуществом первых является относительно низкая стоимость их строительства. В отличие от них, элеваторы представляют собой высокоавтоматизированные комплексы, отличающиеся высокой степенью технической оснащённости, что позволяет обеспечивать надёжную и долговременную сохранность зерновой продукции.

Рациональное функционирование зернохранилищ предполагает не только достижение высокой производительности труда, но и сокращение временных затрат на выполнение технологических операций, включая очистку и сушку зерна. На производственной территории предусматривается наличие специализированных зон для оперативного управления зерновыми потоками, а также резервных площадок, предназначенных для временного хранения зерна в условиях массового поступления продукции.

Как объекты пищевой промышленности, зернохранилища подчиняются строгим санитарно-гигиеническим нормативам. В частности, в санитарно-защитной зоне запрещается размещение потенциально опасных объектов — бойней, полигонов твёрдых бытовых отходов, складов горюче-смазочных материалов и химических реагентов, кладбищ, медицинских и иных учреждений, способных негативно повлиять на санитарно-экологическое состояние хранилищ.

Элеваторные, хлебоприёмные и зерноперерабатывающие предприятия, как правило, размещаются в пределах населённых пунктов или в непосредственной близости от них, а также вдоль основных транспортных артерий — автомобильных и железнодорожных магистралей, судоходных рек и в морских портах. Такая пространственная организация объясняется масштабами перевозок зерновых грузов, представляющих собой продукцию межрегионального и экспортного значения [46].

Широкое распространение зерновых складов как неотъемлемых элементов зернохранилищ на территории Республики Казахстан обусловило

значительные земельные затраты под инфраструктуру предприятий по приёму, переработке и длительному хранению зерна. Однако в современных условиях рыночной экономики такие пространственные издержки утрачивают экономическую целесообразность и требуют рационализации проектных решений.

Площадки, выделяемые под размещение объектов зернохранения, подлежат обязательному инженерно-геологическому и гидрологическому обследованию. Особое внимание уделяется уровню залегания грунтовых вод — в соответствии с нормативными требованиями он не должен быть менее 2 метров от поверхности земли. При проектировании сооружений в составе проектной документации обязательно предусматриваются мероприятия по устройству дренажной системы, рациональному зонированию территории с учётом функционального назначения объектов (основных и вспомогательных), а также по обеспечению удобного доступа автомобильного и железнодорожного транспорта.

Санитарно-защитная зона между зернохранилищем и ближайшими жилыми либо сельскохозяйственными постройками устанавливается не менее 100 метров. Эта норма призвана обеспечить выполнение требований санитарной и экологической безопасности.

К числу ключевых конструктивных компонентов, формирующих инфраструктуру зернохранилищ, относятся следующие элементы:

1. Зернохранилища (резервуары для хранения):

– Стационарные — представляют собой капитальные сооружения, к которым относятся склады, силосные башни и силосные корпуса, предназначенные для длительного хранения зерновой массы;

– Оперативные — включают бункеры, лари и специализированные контейнеры, используемые для кратковременного хранения и перераспределения зерна в рамках текущего производственного процесса;

– Временные — это открытые площадки и иные приспособленные пространства, предназначенные для временного накопления зерна в периоды повышенного поступления, когда стационарные мощности оказываются недостаточными.

2. Стационарные рабочие башни (РБ):

– Элеваторные рабочие башни (РБЭ) — служат для подъёма и распределения зерна по силосам;

– Приёмно-очистительные и отгрузочные башни (ПОБ) — обеспечивают первичный приём зерна, его очистку и последующую отправку;

– Молотильно-очистительные башни (МОБ) — предназначены для выполнения операций по обмолоту и последующей очистке зерновой массы;

– Перегрузочные (ПБ), сушильно-очистительные (СОБ) и сушильные башни (СБ) — обеспечивают перегрузку, сушку и очистку зерна в процессе технологического цикла;

– Норийные башни (НБ) — оборудованы вертикальными транспортёрами (нориями) для вертикального перемещения зерна;

– Открытые механизированные комплексы зернообработки — применяются для комплексной переработки зерна в условиях открытых пространств с использованием мобильного и стационарного оборудования.

3. Конвейерные галереи:

- наземные и подземные;
- проходные и непроходные;
- секционно-разборные конструкции.

4. Приёмные устройства, обеспечивающие поступление зерна:

– с автотранспорта;
– с железнодорожных платформ;
– с водного транспорта.

5. Отгрузочные системы, предназначенные для отпуска зерна:

– на автомобильные средства;
– на железнодорожные вагоны;
– на речные и морские суда.

6. Склады для хранения отходов (включая цеха и отдельные участки).

7. Лаборатория, осуществляющая контроль качества поступающего и хранящегося зерна.

8. Электроподстанция для обеспечения электроснабжения всех технологических узлов.

9. Подсобно-вспомогательные помещения, необходимые для обслуживания и ремонта оборудования.

10. Противопожарные объекты, включающие системы обнаружения, тушения и аварийного оповещения.

11. Административно-управленческий блок, обеспечивающий руководство и контроль за функционированием объекта.

В дополнение к основным конструктивным элементам зернохранилищ в их комплектацию включаются различные передвижные и стационарные технические средства, такие как установки активной вентиляции, зерносушильное оборудование, вспомогательные агрегаты, специализированный инвентарь и приборы контроля. Эти устройства предназначены для осуществления операций по перемещению, обработке, хранению зерна, а также для оперативного мониторинга его качественных характеристик и текущего состояния.

Ключевое значение в структуре зернохранилищ имеют рабочие башни, которые выполняют функцию центральных технологических узлов. В их пределах размещается основное технологическое оборудование: вертикальные транспортёры (нории), головные и хвостовые части ленточных и других видов конвейеров, системы автоматического взвешивания (в том числе ковшовые весы), устройства для очистки зерновой массы, интегрированные зерносушильные установки, элементы управляющей автоматики, аспирационные агрегаты, вентиляторы, электрооборудование, противопожарные системы и сигнализационные устройства.

Таким образом, рабочие башни формируют центральное звено в технологической цепочке, обеспечивая высокую степень механизации и автоматизации производственных процессов, связанных с приёмом, первичной обработкой, перераспределением и подготовкой зерна к длительному хранению.

Транспортная доступность и подъездные пути. Нормальное функционирование объектов элеваторной промышленности невозможно без эффективно организованной транспортной инфраструктуры. От работы автомобильного, железнодорожного и водного транспорта напрямую зависит своевременное поступление зерна на предприятие. Поэтому при разработке генеральной схемы размещения зданий и сооружений особое внимание уделяется удобству подъезда всех видов транспортных средств.

Организация транспортной инфраструктуры предприятий элеваторного типа играет ключевую роль в обеспечении эффективного функционирования систем приёма, обработки и хранения зерна. Автомобильные дороги, предусмотренные на территории предприятий, проектируются с надёжным дорожным покрытием, обеспечивающим круглогодичную эксплуатационную пригодность. В непосредственной близости от въездных ворот, как правило, располагается лаборатория оперативного контроля качества, осуществляющая предварительную оценку поступающего зерна.

Задолго до начала приёмной кампании разрабатываются схемы размещения зерна, что позволяет рационализировать логистику и исключить заторы автотранспорта. В пределах 10–12 метров от въездной зоны устанавливаются автомобильные весы, предназначенные для контроля массы транспортных средств до и после разгрузки. Проектирование подъездных путей к приёмным узлам осуществляется с учётом необходимости обеспечения высокой пропускной способности в условиях наибольшей транспортной загрузки. Автомобильные дороги на территории предприятия прокладываются таким образом, чтобы исключить пересечение транспортных потоков. При этом их ширина определяется исходя из возможности одновременного движения колонн в обоих направлениях и составляет, как правило, не менее 5–6 метров.

Железнодорожные пути также проектируются с необходимой пропускной способностью, обеспечивающей бесперебойную подачу и отгрузку вагонов. Планировка включает достаточную протяжённость путей, наличие сигнального оборудования и технических сооружений, что обусловливает относительную дороговизну железнодорожной инфраструктуры. Перевозка зерна осуществляется преимущественно маршрутными поездами, направляемыми от пунктов погрузки к конечным потребителям без промежуточной перегрузки.

При размещении производственных объектов в непосредственной близости от водных путей сообщения необходимо учитывать нормативные требования к гидротехнической инфраструктуре. К таким требованиям относятся обеспечение безопасного подхода и швартовки судов, наличие причальных сооружений достаточной длины, а также оснащение причалов соответствующими средствами механизации, позволяющими одновременно осуществлять операции по приёму и отгрузке грузов с водного транспорта.

1.3.1 Механизированные склады

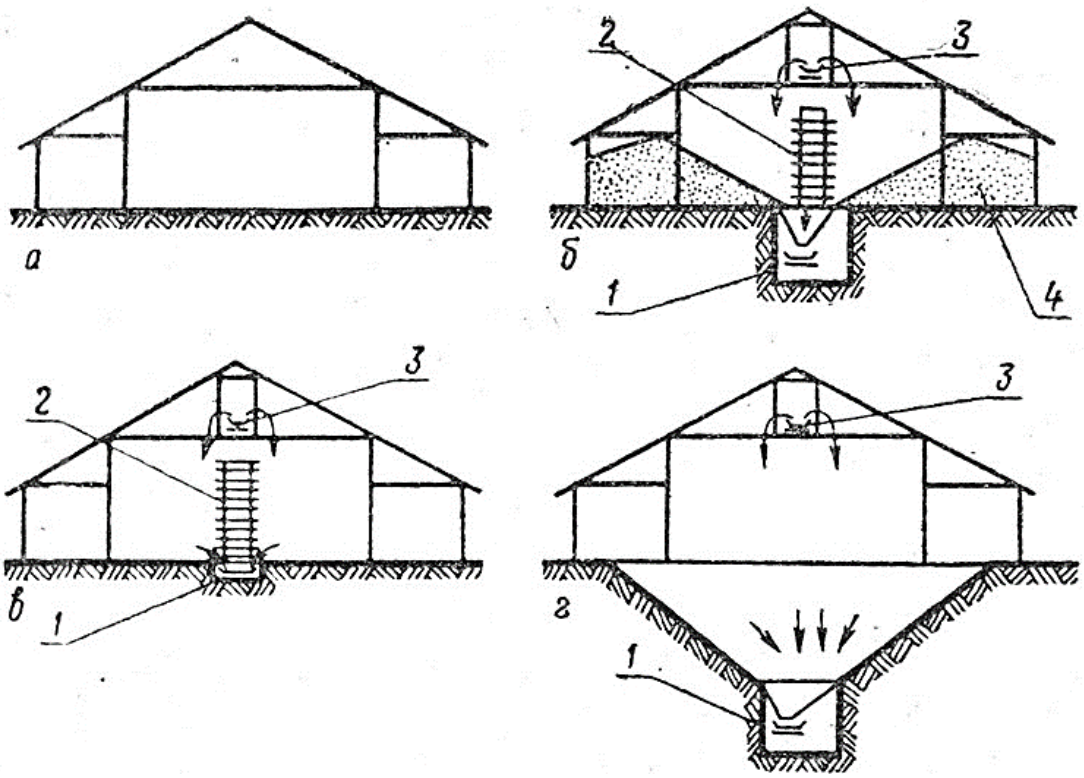
Зерносклады представляют собой специальные хранилища, в которых зерновая масса размещается непосредственно на полу, прилегающем к стенам, с возможностью укладки в насыпь на горизонтальной либо наклонной поверхности. Эти сооружения классифицируются по нескольким параметрам: способу загрузки и выгрузки зерна, уровню механизации технологических операций, продолжительности хранения, а также типу строительных конструкций и используемых материалов.

На практике преимущественно применяется линейная схема размещения зданий, обеспечивающая упрощённую логистику и удобство перемещения зерна между отдельными элементами производственного комплекса. При этом между параллельно расположенными хранилищами прокладываются реверсивные ленточные конвейеры, позволяющие организовать поток зернового материала от любого склада к технологическим узлам — очистке, сушке или погрузке — через центральную механизированную башню.

Технологические процессы осуществляются с применением как стационарного, так и мобильного оборудования. В частности, использование передвижных разгрузчиков и конвейеров позволило оптимизировать размещение технических средств и обеспечить их максимальную эффективность на всех этапах работы. При засыпке зерно укладывается естественным откосом, формируя устойчивую насыпь, а в процессе выгрузки продукт самотёком поступает к нижним транспортёрам, откуда перемещается посредством механизированных устройств — таких как механические скребки или пневмотранспортные каналы, что позволяет свести к минимуму применение ручного труда.

Стоит подчеркнуть, что в настоящее время строительство новых зерноскладов ведётся крайне редко. Существующие сооружения постепенно заменяются более компактными и технологичными металлическими силосами, что обеспечивает сокращение занимаемой территории хранения в 2–3

В составе комплекса механизации предусмотрены устройства для приёмки зерна, организованные в виде технологически взаимосвязанных систем с одинаковой производительностью. Реализация принципов комплексной механизации сопровождается внедрением дистанционного управления и элементов автоматизации, что обеспечивает высокую согласованность технологических операций.



а – немеханизированный; б – механизированный с проходной галереей; в – механизированный с непроходной галереей; г – с наклонными полами; 1 – разгрузочный транспортер; 2 – предохранительная колонка; 3 – верхний разгрузочный транспортер; 4 – зерно.

Рисунок 9 – Типы складов для зерна

Основные эксплуатационные требования, предъявляемые к приёмным устройствам для зерна, доставляемого автотранспортом, включают высокую пропускную способность, предотвращающую образование очередей и задержек, возможность изолированного приёма различных партий без их взаимного смешения, а также максимально рациональное использование установленных технологических средств. Соблюдение этих условий обеспечивает бесперебойную работу логистической и перерабатывающей инфраструктуры зернохранилища.

Среди конструктивных решений приёмных устройств, применяемых на элеваторах, широкое распространение получили системы с промежуточными накопительными ёмкостями. Такие бункеры позволяют последовательно подавать индивидуальные партии зерна в основное технологическое здание посредством одного ленточного транспортёра, соединённого с загрузочной норией башни. Альтернативной конфигурацией является устройство с четырьмя-шестью приёмными линиями и малогабаритными бункерами, откуда зерно транспортируется с помощью ленточных конвейеров к двум основным вертикальным подъёмникам.

Процедура разгрузки автотранспорта, доставляющего зерно, осуществляется при помощи высокопроизводительных автомобилеразгрузчиков, способных обеспечить подачу материала с производительностью до 175 т/ч.

Разнообразие технических решений, реализуемых в приёмно-разгрузочных устройствах, позволяет адаптировать их к различным условиям размещения: они могут быть установлены у механизированных башен, вдоль торцевых участков складов или вблизи элеваторных корпусов. Для передачи зерна в рабочее здание элеватора используется система подземных ленточных транспортёров, обеспечивающих устойчивый поток зерновой массы в поточной технологической схеме.

Важным технологическим решением является поточечная очистка зерна при приёме, позволяющая значительно сократить затраты времени, трудовых ресурсов и финансовых средств, так как зерно не требует повторного перемещения для очистки.

Приемка зерна с водного транспорта, в том числе с барж, реализуется двумя основными способами — механическим и пневматическим. Механический метод включает использование стационарных отпускных норий, передвижных норий для барж и грейферных кранов. Пневматическая разгрузка осуществляется с помощью стационарных установок, создающих разрежение и транспортирующих зерно по трубопроводам. Во всех случаях организация приёма зерна должна соответствовать санитарно-гигиеническим нормативам, обеспечивающим безопасность хранения и дальнейшей переработки продукции.

1.3.2 Конструктивные схемы элеваторов

Отличительной чертой элеваторных сооружений по сравнению с другими промышленными объектами является их конструктивная интеграция с технологическим и транспортным оборудованием, что обеспечивает единую функциональную архитектуру и устойчивое выполнение производственных операций. Элеватор можно охарактеризовать как полностью автоматизированное хранилище зерновых культур, в котором последовательно реализуются процессы приёмки, транспортировки, обработки и длительного хранения зерна. В этом смысле он представляет собой комплексную систему, включающую:

– здание технологического назначения, оснащённое основными механизмами и транспортными системами;

– блок силосов, объединённый с инженерной инфраструктурой и средствами перемещения материала;

– узлы приёма зерна с различных видов транспорта (автомобильного, железнодорожного, водного), а также оборудование для выгрузки и подачи на переработку;

– секции для обработки отходов и побочной продукции;

– системы аспирации и удаления загрязняющих компонентов.

Элеватор функционирует как единый производственный организм, в котором строительные элементы, оборудование и инфраструктура взаимосвязаны и работают в рамках согласованной технологической схемы.

Перемещение зерна осуществляется по установленным логистическим маршрутам. Ключевую роль в организации всего процесса играет центральное рабочее здание (башня), выполняющее функции координационного центра для всех технологических блоков, включая ёмкости, бункеры и очистные устройства.

Основным средством вертикального транспортирования в элеваторе служат нории, посредством которых реализуется вся совокупность технологических перемещений. Для каждого этапа технологической цепи предусмотрена своя последовательность операций и движение зерновой массы по ёмкостям и оборудованию. Эта траектория обозначается как маршрут перемещения зерна [47].

Технологическая структура работы элеваторного комплекса базируется на принципе последовательной обработки зерна от момента его поступления до размещения в хранилищах или направления на последующую переработку (см. рисунок 10). При несоответствии производительности транспортного оборудования возможностям по очистке и сушке в схеме предусмотрено применение промежуточных накопительных ёмкостей, выполняющих роль буферов. Также в состав схемы входят устройства, обеспечивающие измерение количественных и качественных параметров зерновой массы.

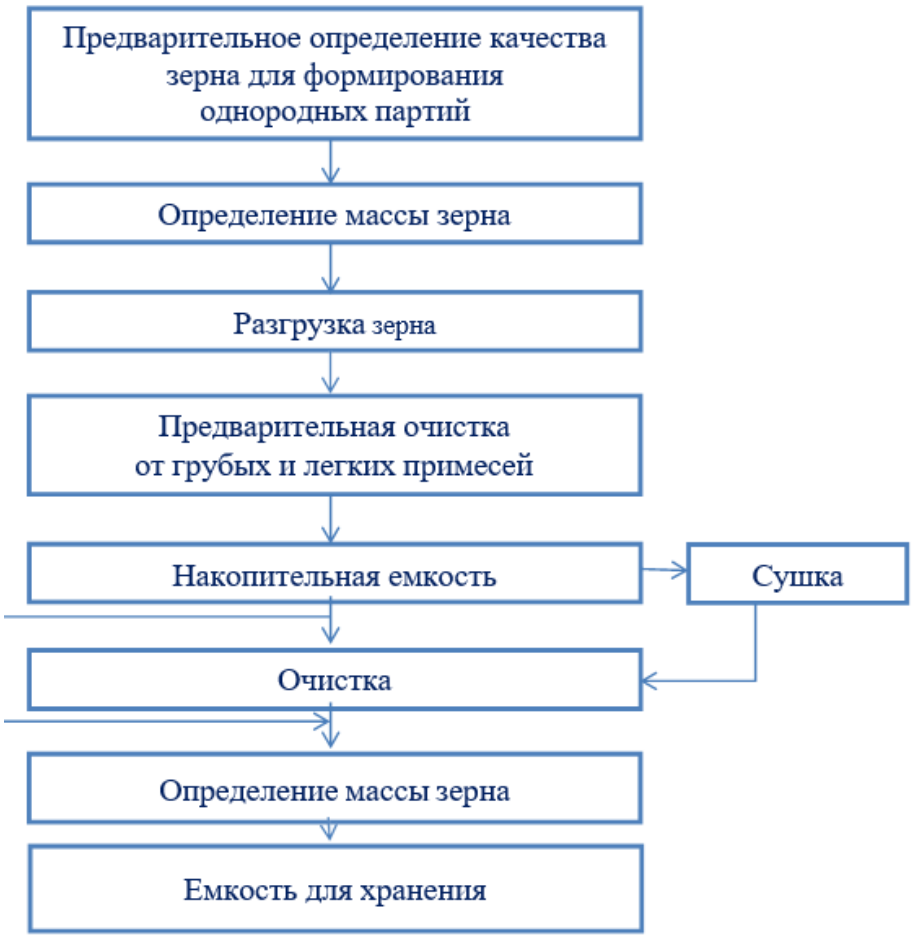


Рисунок 10 – Последовательность основных этапов технологического процесса на предприятиях по приёму, очистке, сушке и хранению зерна

1.3.3 Аспирация элеваторов, конвейеров, зерносушилок, зернохранилищ

«Сохранение зерна – принципиальная задача, которая позволяет повысить его экономическую ценность» [48]. Во время активной фазы уборочной кампании закупочные цены на зерновые культуры, как правило, находятся на минимальном уровне. В таких условиях становится экономически целесообразным направить собранный урожай на хранение, чтобы реализовать его позднее, в период наивысших рыночных цен. Однако для сохранения качества зерна и недопущения потерь необходимо строго соблюдать технологические мероприятия и условия хранения. Ключевым элементом этой системы выступает вентиляционное оборудование, обеспечивающее поддержание требуемых параметров среды.

При соблюдении оптимального температурного режима (в пределах 10–25 °С) и поддержании постоянной влажности зерна на уровне 10–13 %, продукция может храниться длительное время, сохраняя всхожесть до 5–10 лет. Обеспечение стабильности микроклимата внутри зерносклада — основная задача системы вентиляции. Помимо основной функции, такие системы также:

– обеспечивают охлаждение и консервирование зернового материала;

– способствуют снижению влажности;

– поддерживают необходимую циркуляцию воздуха;

– удаляют загрязнённый воздух и пылевые остатки, образующиеся при хранении.

В отличие от большинства промышленных и сельскохозяйственных объектов, где вентиляция является одной из инженерных коммуникаций, в зерноскладах вентиляционная система выступает в роли главного элемента обеспечения технологического режима. Нарушение температурно-влажностного баланса может привести к резкому ухудшению качества зерна из-за активизации микроорганизмов, начала прорастания, слеживания массы и поглощения посторонних запахов.

Особенность вентиляции зернохранилищ заключается в сочетании общеобменной принудительной вентиляции с аспирационными системами, предназначенными для удаления из помещения мелкодисперсной пыли. Такая пыль представляет потенциальную взрывоопасность при достижении определённой концентрации, что требует её своевременного удаления из среды.

Правильная организация начального этапа хранения зерна после уборки имеет решающее значение. В этот период зерно находится в нестабильном состоянии, и его подготовка к длительному хранению занимает от нескольких недель до одного месяца. В этот временной промежуток происходит естественное дозревание продукта, связанное с регулированием влажности (до 13–14 %) при температуре воздуха в пределах 20–30 °С.

Параллельно с процессом дозревания осуществляется естественное обеззараживание зерновой массы. За счёт снижения влажности активность микроорганизмов снижается до минимального уровня, они переходят в анабиотическое состояние. Такой метод является предпочтительным, так как полное уничтожение микрофлоры сопряжено с риском повреждения самого зерна.

Для регулирования температурных условий в хранилищах также применяется вентиляционное оборудование с рекуперацией тепла. В таких системах тёплый отработанный воздух используется для предварительного нагрева приточного потока, поступающего в склад. Это позволяет значительно снизить энергозатраты на подогрев, тем самым делая процесс сушки более экономически выгодным.

Несмотря на то, что в современных многофункциональных зерновых хранилищах материал подвергается двум основным типам обработки – механической и термической – именно аспирация пыли и сорных частиц играет критическую роль, и вот почему:

Удаление мелкой пылевой (зерновой / злаковой) фракции и крупной сорной механики (камушки, песок, грязь и другие включения) регламентируется стандартами и обуславливает качество сырья, а следовательно, и цену на отгружаемую продукцию, (аспирация имеет важное значение и в разрезе фертильности / всхожести семян, если речь идет о заготовке материала на посевную);

Взрывоопасность пыли – внедрение обеспыливающей вентиляции сводит к минимуму возможность детонации микродисперсных частиц, которое может привести к разрушению систем элеватора, увечьям и жертвам среди персонала;

Системы аспирации зерноочистителей, зернохранилищ и очистка пыли элеватора значительно увеличивает ресурс работы механических узлов, исключает пылевую «забивку» технологических сочленений транспортировочного и иного оборудования;

Фильтрация зернового материала перед его подачей на сушку драматически увеличивает удельный и общий КПД зерносушителей – в силу сепарации влагосодержащего «балластного» сора, который так же забирает на себя часть энергии нагрева. Таким образом, просушка очищенного от нежелательных примесей зерноматериала происходит более быстро и эффективно, улучшается качество / класс и выход чистого зерна и – как следствие – прибыльность производства.

Выводы по разделу 1

1. Проведена классификация типов транспортирующих машин, на основе которой обоснованы преимущества применения ленточных транспортеров для транспортировки зерновых культур.

2. Рассмотрены проблемы процесса транспортировки сыпучих материалов с сильно засоренными зерновыми культурами, выявлены недостатки в эксплуатации ленточных транспортеров, такие как потеря сыпучих материалов, ограничения при перемещении пылевидных, горячих или тяжелых штучных грузов, а также при транспортировке по наклонным трассам.

3. В работе подробно проанализирован состав примесей сильно засорённой зерновой массы с целью выявления направлений модернизации и технического совершенствования ленточных транспортеров.

4. На основе результатов анализа источников литературы предложены меры по усовершенствованию хранения: модернизация конструкций зернохранилищ, механизированных складских комплексов и элеваторных установок, а также оптимизация работы систем аспирации.

2 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КОНСТРУКТИВНО-РЕЖИМНЫХ ПАРАМЕТРОВ ЛЕНТОЧНОГО ТРАНСПОРТЕРА И ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ ЗЕРНА

2.1 Производительность ленточного транспортера

Производительность машин, используемых в транспортно-технологических процессах, определяется количеством материала, перемещаемого за единицу времени. Эта характеристика может выражаться в объемных или массовых показателях в зависимости от задач расчета. Основополагающими параметрами, влияющими на производительность, являются удельный объем транспортируемого материала (q, м³/м), удельная масса (m = ρ·q, кг/м) и скорость перемещения (V, м/с).

В инженерной практике производительность подразделяется на техническую и эксплуатационную. При расчёте эксплуатационного значения учитываются дополнительные факторы: коэффициент загрузки транспортирующего органа, степень использования оборудования по времени, а также физико-механические свойства перемещаемого материала.

Объёмную техническую производительность при перемещении зерна с высоким содержанием примесей можно определить по выражению:

$$Q_{то}=3600*q_{сз}V, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (6)$$

где:

$q_{сз}$– удельный объем перемещаемого груза, $м^3/м$;

V– линейная скорость движения, м/с.

Соответственно, массовая техническая производительность рассчитывается следующим образом:

$$Q_{тм}=3600*q_{сз}*\rho\ V, \text{ т/ч} \quad (7)$$

где:

$q_{сз}$ – удельный объем перемещаемого сильно засоренного зерна (на 1 метр длины),$м^3/м$;

ρ - плотность перемещаемого груза, $т/м^3$;

V – скорость перемещения груза, м/с.

Для учёта реальных условий эксплуатации (таких как уклон транспортной трассы, трение и прочие факторы), вводится поправочный коэффициент *kэ* (<1), снижающий теоретическое значение производительности:

$$Q_{эм}= к_э *Q_{тм}, \text{ т/ч} \quad (8)$$

В общем случае, производительность транспортного оборудования определяется как функция двух переменных: удельной нагрузки по длине грузонесущего

органа и его скорости. При заданных требованиях к производительности и известной скорости можно переходить к проектному определению параметров ленты — ширины, формы и геометрии.

Транспортировка сыпучих материалов может осуществляться как в горизонтальной, так и в вертикальной плоскости, при этом конечная точка перемещения может находиться выше или ниже начальной. Для количественной оценки сопротивлений в таких системах применяется коэффициент сопротивления движению:

$$к_c=W_c/G \quad (9)$$

где:

W_c – суммарная сила сопротивления движению грузонесущегооргана, кН;

G – сила тяжести перемещаемого груза, кН.

Использование данного коэффициента позволяет раздельно учитывать затраты энергии на преодоление трения и на изменение высоты положения груза. В зависимости от направления перемещения по вертикали соответствующий компонент может быть положительным, отрицательным или нулевым.

Совокупная мощность привода ленточного транспортёра определяется как сумма двух составляющих:

$$N_{пр}=N_n+N_c \quad (10)$$

где:

N_n – мощность, затрачиваемая на подъём груза, кВт;

N_c – мощность, необходимая для преодоления сопротивления движению транспортной ленты, кВт.

Мощность привода, необходимая для подъема груза, рассчитывается по формуле:

$$N_{пр}= Q_{эм}*H/3.6,кВт \quad (11)$$

где:

$Q_{эм}$ - эксплуатационная массовая производительность, т/ч,

H – высота подъема, м.

Мощность, затрачиваемая на преодоление сопротивлений движению, определяется по формуле:

$$N_c=W_c*V \quad (12)$$

где:

W_c – суммарное сопротивление движению ленты (кН), учитывающее трение и сопротивление в узлах транспортёра.

V – рабочая скорость транспортировки, то есть скорость перемещения ленты, м/с.

Сопротивление движению ленты определяют как:

$$W_c=9,8*q*\rho*L_{kc}, кН \quad (13)$$

где:

q- удельный объём транспортируемого материала, м³/м (объём, приходящийся на один метр длины ленты);

ρ- плотность перемещаемого груза, т/м³;

L – общая протяжённость трассы транспортёра, м;

$к_c$ – коэффициент сопротивления движению, учитывающий потери на трение и сопротивление механических узлов.

В случае, если начальная и конечная точки транспортировки расположены на одном уровне, т.е. транспортёр работает в горизонтальной плоскости, работа по подъёму груза не требуется. Следовательно, вся мощность привода направляется исключительно на преодоление сил сопротивления движению, вызванных трением, механическими потерями и другими факторами, не связанными с изменением высоты. В этом случае расчётная мощность привода определяется только по сопротивлению движения.

$$N_{пр} = N_c. \quad (14)$$

На практике расчет необходимой мощности привода ленточного транспортёра осуществляется с учетом условий его эксплуатации. В соответствии с установленной классификацией, различают пять основных режимов функционирования: очень лёгкий, лёгкий, средний, тяжёлый и крайне тяжёлый. При определении режима учитываются следующие параметры: продолжительность работы оборудования (разделяется на пять классов), уровень производительности, а также диапазон тяговых усилий, подразделяемый на три категории. Такой подход позволяет обеспечить надёжную и энергоэффективную работу транспортной системы с учётом её фактической загрузки и условий применения.

$$Q_{уд.}= Q_{ТМ}/N_{пр} \quad (15)$$

После преобразований, подстановки промежуточных формул в конечную, приравняв промежуточное число 35,28 к 36 получаем конечную зависимость:

$$Q_{уд.}= Q_{ТМ}/N_{пр}\approx 360/(100к_э+к_c), \quad (16)$$

т.е «производительность, приходящаяся на 1 кВт энергии привода зависит от коэффициента сопротивления движению и эксплуатационного коэффициента,

учитывающего условия транспортирования такие как угол наклона транспортера, коэффициент трения и другие» [49].

Определение необходимой ширины грузонесущей ленты производится с учётом расчётной производительности транспортной установки, физико-механических свойств транспортируемого груза, а также специфики условий эксплуатации оборудования. При транспортировке штучных предметов данный параметр вычисляется по следующему выражению:

$$B=L+2(75\ldots..100) \quad (17)$$

где:

L – максимальный поперечный размер перемещаемого объекта, мм.

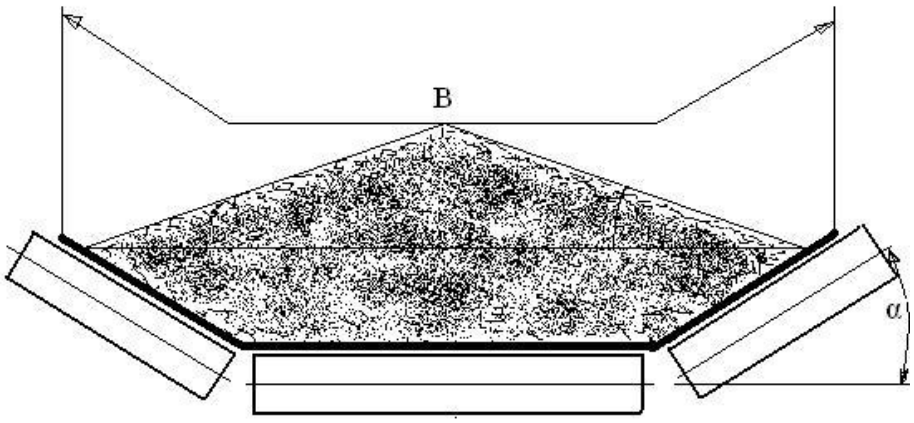


Рисунок 11– Профиль поперечного слоя транспортируемого материала при использовании желобчатых роликоопор.

«При расположении ленты на опорах в виде желоба площадь поперечного сечения груза складывается из суммы площадей равнобедренного треугольника и трапеции, стороны которой определяются шириной ленты B, длиной роликов B_1 и углом их наклона α» (рисунок 11,12) [50].

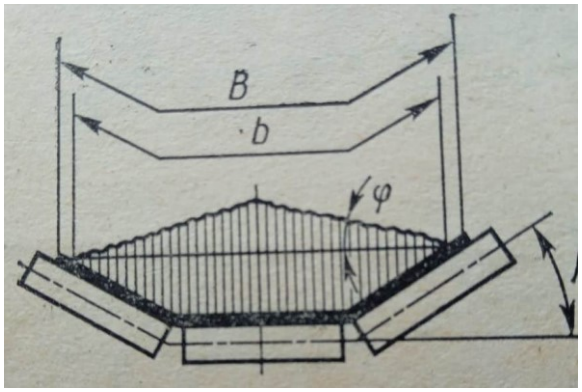


Рисунок 12. – Профиль транспортера и ширины ленты

Поперечное сечение насыпанного материала на ленте конвейера проектируется таким образом, чтобы его ширина была меньше полной ширины ленты. Это необходимо для предотвращения просыпания груза за пределы ленты в процессе транспортирования и обеспечения надёжности работы транспортной системы.

$$b=(0,9B-0,05),\ м \tag{18}$$

Используя формулу (7) и формулу для определения производительности транспортера:

$$Q=3600*S_{гр}*\ V*\rho*K_{\beta}, \tag{19}$$

где:

$S_{гр}$ - площадь поперечного сечения слоя транспортируемого груза на ленте, $м^2$;

V – скорость перемещения ленты, м/с;

ρ – насыпная плотность материала, $т/м^3$;

K_{β}- коэффициент, учитывающий влияние угла наклона транспортирующей трассы, обозначив произведение $3600*\ S_{гр}/b^2$, как $k_п$ – отражающий взаимосвязь между площадью поперечного сечения груза, шириной ленты, её конфигурацией и физико-механическими свойствами материала, можно записать формулу для определения требуемой ширины ленты.

$$B = 1,1\left(\sqrt{\frac{Q}{V\cdot\rho\cdot K_п\cdot K_\beta}} + 0,05\right) \tag{20}$$

где:

Q – требуемая производительность ленточного транспортёра, т/ч;

V – линейная скорость движения транспортирующей ленты, м/с;

ρ – насыпная плотность перемещаемого материала, $т/м^3$.

$k_п$ – параметрический коэффициент, учитывающий взаимосвязь между геометрическими характеристиками поперечного сечения потока материала и шириной ленты, а также влиянием формы ленты и физико-механических свойств груза;

k_{β} - поправочный коэффициент, отражающий влияние уклона трассы на рабочие параметры транспортёра.

Фактическая расчётная производительность транспортной установки определяется с учетом эксплуатационных поправок по следующей зависимости:

$$Q_р = Q*К_н\ /К_в*К_г \tag{21}$$

где:

Q– расчетная (номинальная) производительность транспортёра, т/ч;

$К_н$= 1,25…2,0 - коэффициент, учитывающий колебания интенсивности подачи материала и степень неравномерности загрузки;

$К_в$= 0,8…0,95 - коэффициент, характеризующий фактическое время использования оборудования по отношению к его потенциальной продолжительности работы;

$К_г$= 0,96 - коэффициент технической готовности, отражающий надёжность и работоспособность транспортного средства в заданных условиях эксплуатации.

$$b = 0{,}9 * B - 0{,}05.$$ [50, с.369]

Уравнения для определения производительности для частных случаев приняты из [50] (таблица 9)

Таблица 9- Определение производительности транспортера

Угол наклона боковых роликов, град.	Уравнения для расчета производительности транспортера Q, т/ч	Производительность транспортера Q, т/ч
20	Для B_1=0,18 B=0,5183 $b^2 к \rho \nu (245+840 tg\ \varphi)$	58,07
	Для B_1=0,23 B=0,662	99,83
	Для B_1=0,30 B=0,8638	177,2
30	Для B_1=0,18. B=0,492 $b^2 к \rho \nu (345+770 tg\ \varphi)$	60,45
	Для B_1=0,23 B=0,628	104,36
	Для B_1=0,30 B=0,8196	185,7
45	Для B_1=0,18. B=0,4345 b2кρν(470+610tg φ)	52,48
	Для B_1=0,23 B=0,555	91,15
	Для B_1=0,30 B=0,724	163,348
60	Для B_1=0,18 B=0,36 b2кρν(505+430tg φ)	33,14
	Для B_1=0,23 B=0,46	53,32
	Для B_1=0,30 B=0,6	106,04

B_1-ширина (м) транспортера по краю роликов, определяется на основании законов тригонометрии из рисунков 11,12.

к-коэффициент характеризует степень подвижности в зависимости от угла наклона транспортера к горизонтали (таблица 10). Для зерна, относящегося к средней группе насыпной плотности (ρ=0,6-1,6 т/м^3) [50, с.365]:

Таблица 10- коэффициента степень подвижности

Группа подвижности частиц насыпного груза	Угол наклона транспортера				
	$1\text{-}5^0$	$6\text{-}10^0$	$11\text{-}15^0$	$16\text{-}20^0$	$21\text{-}24^0$
Средняя	1,0	0,97	0,95	0,9	0,85

φ-угол естественного откоса в движении, град. (φ примем 15 град.)

V- скорость движения ленты, м/с;

ρ– насыпная плотность груза, т/м^3 ;

Используя исследования Александрова М.П. и законы подобия функций определим промежуточные значения производительности (Таблица 11)

Таблица 11- Определение расчетной производительности транспортера

Угол наклона боковых роликов, град.	Уравнения для расчета производительности транспортера Q, т/ч	Производительность транспортера Q, т/ч
27	Для B1=0,30 B=0,8346 b^2кρν(315+791tg φ)	172,694
28	Для B1=0,30 B= 0,8298 b^2кρν(325+784 tg φ)	185,154
29	Для B1=0,30 B=0,825 b^2кρν(335+777tg φ)	185,566
30	Для B1=0,30 B=0,8196 b^2кρν(345+770tg φ)	187,7
31	Для B1=0,30 B=0,8142 b^2кρν(353,3+759,3tg φ)	184,923
32	Для B1=0,30 B=0,808 b^2кρν(361,66+748,66 tg φ)	1841,1
33	Для B1=0,30 B=0,803 b^2кρν(370+738 tg φ)	183,155

Максимум производительности при угле наклона роликов α=30 градусам (рисунок 13).

Таблица 12 – Рекомендуемые значения скорости ленты при перемещении сыпучих материалов

Характер груза	Скорость движения ленты, м/с при ее ширине, м			
	0,4	0,5, 0,65	0,8, 1,0	1,2
Группы абразивности А, В; допускается их крошение (торф, уголь, глина, песок)	1,0...1,6	1,25...2,0	1,6..2,5	2,0...4,0
Зерновые и бобовые (рожь, пшеница, горох)	1,25..1,6	1,6..2,5	2,5...3,0	3,0...4,0

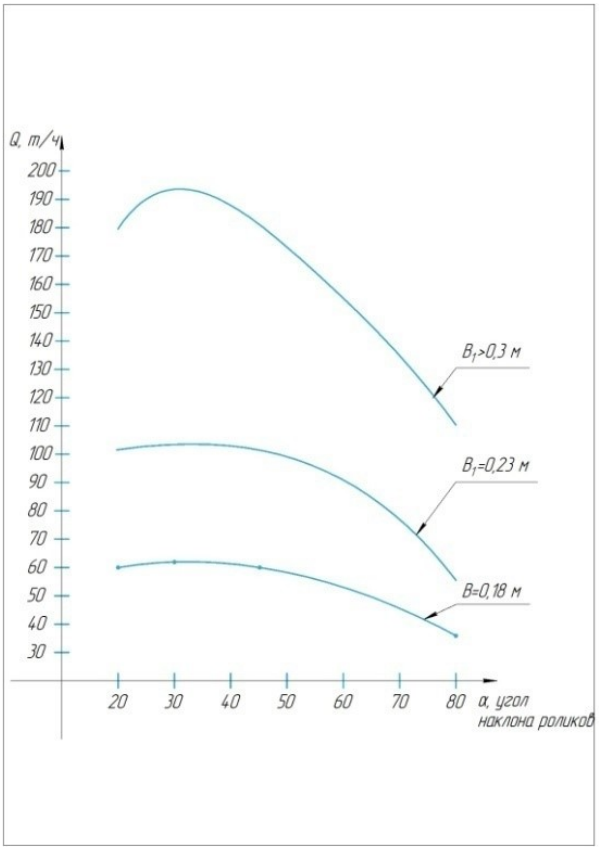


Рисунок 13-Графическая зависимость производительности ленточного транспортера от угла наклона роликов

Из рисунка 11:

$$B=B_1*(1+2\cos\alpha), \quad (22)$$

где:

B_1-длина ролика

φ-угол естественного откоса в движении, град. (φ = 15 град.)

Таблица 13 - Значения коэффициента k_β

Угол откоса в движении $\varphi_д$, град.	Подвижность частиц грузаа	Угол наклона конвейера β, град.				
		1…5	6…10	11…15	16…20	21…24
10…15	Легкая	0,95	0,9	0,85	0,8	-
15…20	Средняя	1,0	0,97	0,95	0,9	0,85
20…25	Малая	1,0	0,98	0,97	0,95	0,9
Примечание: угол естественного откоса материала в движении (φд) рассчитывается как доля от угла откоса груза в состоянии покоя (φ) и обычно составляет 45–50% от его величины, т.е. φд = (0,45…0,5) × φ, где φ — угол естественного откоса материала в покое.						

Таблица 14 - Значения коэффициента $k_п$

Роликоопора	Угол наклона боковых роликов $\alpha_р$, град.	Подвижность частиц груза		
		легкая	средняя	малая
Прямая	0	158	240	328
Желобчатая трёхроликовая	20	393	470	550
	30	480	550	625
	45	580	633	692

2.2 Выбор типа и материала ленты

Выбор типов конвейерных лент для эксплуатации в различных условиях осуществляется в соответствии с регламентом, установленным нормативным документом ГОСТ 20–76. Основные характеристики универсальных лент, а также информация о материалах, применяемых в их изготовлении, систематизированы в таблице 15.

Определение подходящего типа ленты зависит от физических свойств транспортируемого груза и его категории. Например, ленты, относящиеся ко второму типу, оптимально применяются для транспортировки сыпучих материалов с мелкой и средней степенью дисперсности, относящихся к группам абразивности A, B, C и D.

Таблица 15 – Технические характеристики резинотканевых транспортерных лент универсального применения

Тип ленты	Характеристика ленты	Вид тягового каркаса		Прочность тягового каркаса, Н/мм ширины каркаса	Класс прочности резины наружных обкладок	Предел прочности резины обкладок на разрыв, МПа
		Основа и уток из комбинированных нитей (полиэфир и хлопок)	Основа и уток из полиамидных нитей			
2	Двусторонняя резиновая обкладка	БКНЛ-65 БКНЛ-65-2 БКНЛ-100 БКНЛ-150 -	- - ТА-100, ТК-100 ТА-150, ТК-150 ТК-200-2	65 100 100 150 200	 Б В	 20 15
3	Односторонняя резиновая обкладка	БКНЛ-65 БКНЛ-65-2 БКНЛ-100	- - -	65 100 100	В	15
4	Двусторонняя резиновая обкладка, одна или две прокладки каркаса	БКНЛ-65 БКНЛ-65-2 БКНЛ-100	- ТА-100, ТК-100 ТА-100, ТК-100	65 100 100	С	10

Предварительная оценка общей толщины транспортерной ленты

После выбора соответствующего типа транспортерной ленты и задания её конструкционного материала, осуществляется расчет её полной толщины с использованием следующего соотношения:

$$\delta = t*i + \delta_1 + \delta_2, \text{ мм} \quad (23)$$

где:

t - расчетное значение толщины одного слоя тканевой тяговой прокладки, мм (уточняется по данным таблицы 16);

i - число тканевых слоёв, обеспечивающих прочность каркаса ленты (определяется по таблице 17);

δ_1, δ_2- толщина защитных резиновых покрытий с внешней (рабочей) и внутренней (тыльной) сторон ленты соответственно, мм (значения выбираются из таблицы 18 в зависимости от условий эксплуатации).

Такой подход позволяет с высокой точностью определить конструкционную толщину ленты, соответствующую условиям её эксплуатации и предполагаемым нагрузкам.

Таблица 16 - Номинальные значения толщины тканевых прокладок, применяемых в каркасах транспортерных лент

Номинальная прочность прокладки на основе, Н/мм, не менее	Толщина тканевой прокладки *t,* мм	
	с резиновой прослойкой	без резиновой прослойки
	Основа и уток из синтетического волокна	Основа и уток из комбинированных нитей
200	1,4	1,6
150	1,3	1,4
100	1,2	1,3
65	1,2	1,2

Таблца17 - Количество тяговых прокладок в составе каркаса лент различных типов

Ширина ленты *B,* мм	Количество тяговых прокладок *i* для лент типов 2,3,4 при различной удельной номинальной прочности, Н/мм							
	2				3		4	
	200	150	100	65	100	65	100	65
300…500	-	-	3	3…5	-	3…5	1…2	1…2
650	-	3…4	3…5	3…6	3…4	3…6	1…2	1…2
800	3…6	3…6	3…8	3…8	3…5	3…8	1…2	1…2
1000	3…6	3…8	3…8	3…8	3…6	3…8	1…2	1…2

Таблица 18 - Толщина наружных резиновых обкладок конвейерной ленты

Тип ленты	Поверхность ленты	Номинальная толщина наружных обкладок для различных классов прочности резины, мм									
		Б				В			С		
2	рабочая	8,0	6,0	4,5	3,0	6,0	4,5	3,0	3,0		
	нерабочая	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	1,0	1,5		
3	рабочая	-				2,0			3,0; 2,0		
4	рабочая	-				-			3,0	2,0	1,0
	нерабочая								1,0	1,0	1,0

2.3 Выбор опорных узлов ленточного транспортера

Конструктивные решения опорных элементов ленточного транспортёра. В конструкции ленточных конвейеров для поддержки ленты вдоль трассы применяются различные опорные элементы: роликовые устройства, сплошной настил либо их комбинации. При транспортировке сыпучих материалов на рабочей ветви преимущественно используют желобчатые роликоопоры, состоящие из трёх или пяти роликов, число которых выбирается исходя из ширины ленты. В частности, при ширине конвейерной ленты 300–400 мм применяются двухроликовые опоры.

На холостой ветви, а также в зонах разгрузки — например, при использовании плужковых сбрасывателей — целесообразно применение прямых (горизонтальных) роликоопор. Такие опоры также используются при небольшой производительности транспортной системы (до 25 м³/ч), где применение желобчатых конструкций может быть нецелесообразным.

Для обеспечения устойчивости положения ленты на протяжённых транспортёрах (длиной более 40–50 м) в конструкции предусматриваются центрирующие роликоопоры. Эти устройства выполняют функцию автоматического выравнивания положения ленты в случае её смещения относительно центральной оси роликоопорной системы.

Обобщённые сведения о видах роликоопор и их функциональном назначении приведены в таблице 19, а характеристики используемых роликов — в таблице 20.

Таблица 19 – Типы роликоопор

Роликоопора		Обозначение ролика	Назначение	Область применения в конвейерах
тип	обозначение			
1	2	3	4	5
Верхняя: прямая	П	Г	Для поддержания рабочей ветви ленты	С плоской лентой шириной В=300…2000мм
Желобчатая	Ж			С желобчатой лентой шириной В=400…3000мм
Желобчатая центрирующая	ЖЦ			С желобчатой лентой шириной В=400…3000мм для центрирования хода ленты

Продолжение таблицы 19

1	2	3	4	5
Нижняя: прямая	Н, НЛ	Н и НЛ	Для поддержания холостой ветви	С лентой шириной В=300…2000мм
Прямая центрирующая	НЦ, НЛ			С лентой шириной В=400…2000мм для центрирования хода ленты
Желобчатая	НЖ НЖЛ			С лентой шириной В=800…3000мм
Дисковая	НД НДЛ	Д и ДЛ		С лентой шириной В=400…3000мм

Амортизирующие роликоопоры специального назначения монтируются в зоне размещения загрузочных устройств и предназначены для поглощения ударных нагрузок, возникающих при падении груза на ленту, с целью снижения механического воздействия на конструктивные элементы конвейера.

Таблица 20 - Основные типы роликов (по ГОСТ 22646-77)

Тип	Исполнения		Обозначение
	по рабочей поверхности	по концам оси	
Верхний	Гладкий Футерованный	Со сквозной лыской	Г Ф
Нижний	Гладкий Футерованный Дисковый	Со сквозной лыской	Н НФ Д
	Гладкий Футерованный Дисковый	С глухой лыской	НЛ НФЛ ДЛ

Расстояние между роликоопорами (см. рисунок 14) определяется исходя из характеристик транспортируемого материала.

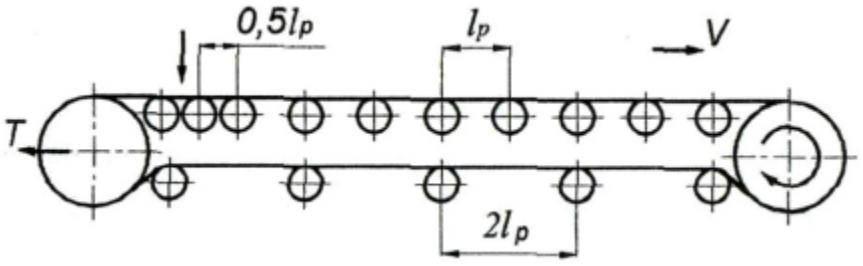


Рисунок 14 – Конфигурация трассы горизонтального ленточного транспортёра

«При транспортировании насыпного груза расстояние между роликами принимают по таблице 21. Расстояние между роликоопорами в зоне загрузки

ленты принимают . На холостой ветви расстояние между роликоопорами обычно равно , рекомендуется принимать» .

Таблица 21 - Максимально допустимое межосевое расстояние между роликами, установленными на рабочей ветви ленточного конвейера при транспортировке сыпучих материалов

Насыпная масса груза ρ, т/м^3	Расстояние l_p, мм, при ширине ленты B, мм					
	400	500	650	800	1000	1200
≤1	1600	1500	1400	1300		1200
1…2	1500	1400	1300	1200		1100
≥2	1400	1300	1200	1100		1000

Для корректной работы системы центрирования ленты на магистральных конвейерах рекомендуется установка центрирующих роликоопор с межосевым интервалом в пределах 20–25 метров. При этом начальная опора центрирующего типа должна располагаться на расстоянии 3–4 метров от приводного барабана, что обеспечивает своевременное устранение возможных отклонений ленты от заданного положения и минимизирует риск её схода.

Геометрические параметры роликоопор подбираются в соответствии с нормативными регламентами и техническими рекомендациями, обеспечивающими их надёжную эксплуатацию. Выбор диаметров роликов осуществляется с учётом условий транспортирования, массы ленты и транспортируемого материала, данные об этом представлены в таблице 22. Ключевые габаритные характеристики роликоопорных узлов, приведённые в соответствии с рисунком 15, обобщены в таблице 23, что позволяет унифицировать конструктивные решения при проектировании ленточных конвейеров.

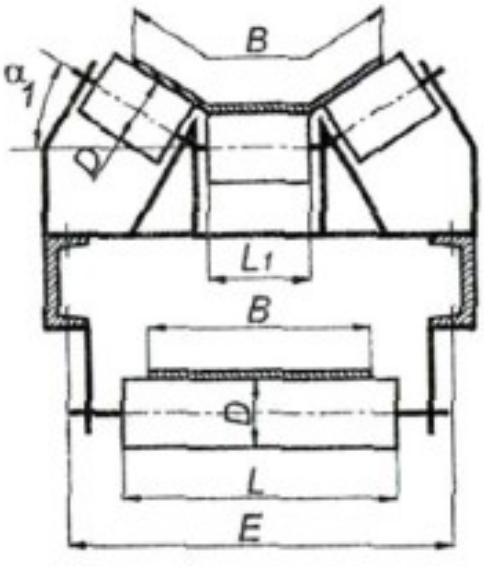


Рисунок 15 – Конструкции роликоопор

Таблица 22 – Диаметры роликов

Диаметр ролика D, мм	Ширина ленты B, мм	Насыпная масса транспортируемого груза ρ, т/м^3 , не более	Скорость движения ленты V, м/с, не более
63	300-800	≤1,00	≤1,25
89	400…650 800	1,60 1,60	2,00 1,60
108	400…650 800…1200	2,00 1,60	2,5 2,5
133	800…1200	2,00	2,5
159	800…1200	3,5	4,0

Таблица 23 – Основные размеры роликоопор

Ширина ленты B, мм	Диаметр ролика D, мм	Длина ролика		Ширина конструкции E, мм	Угол наклона боковых роликов α_1, град	Масса роликоопоры (ориентировочно) m_p, кг	
		L, мм	L_γ, мм			желобчатая	Прямая
300	63	400	-	600	-	15	10
400	63,89,108	500	160	700	10,20,30	15…22	12
500		600	200	800		18…24	12…15
650	63,89,108,133	750	250	950		20…35	15…24
800	89,108,133,159,194	950	315	1150		35…95	25…36
1000	89,108,133,159,194	1150	380	1350	10,20,30,45	48…108	32…48
1200		1400	465	1600		50…132	38…52

2.4 Расчет вместимости бункеров и силосов

Силосы располагают рядами в зависимости от вместимости силосного корпуса, увязки его с рабочим зданием и максимального числа над- и подсилосных транспортеров. Высота силосов для типовых проектов принята 30 м. Объём силоса складывается из трёх составляющих:

– E_1- объёма верхней части, образующейся естественным путём за счёт насыпного конуса с углом естественного откоса α_1;

– E_2- объёма средней, цилиндрической части;

– E_3- объёма нижнего выпускного конуса с углом забутовки α_2.

Обычно выпускные конуса силосов изготавливаются из металлического листа сравнительно небольшой толщины. Для увеличения прочности полость под ним заполняют бетоном. Раньше её заполняли бутовым камнем - отсюда и такое название угла нижнего конуса [51].

– При проектировании силосного корпуса стараются максимально использовать его объём. В местах примыкания силосов между собой и к стенам корпуса образуются дополнительные полости, которые используются как оперативные ёмкости. Их называют силосами-звёздочками (рисунок 16).

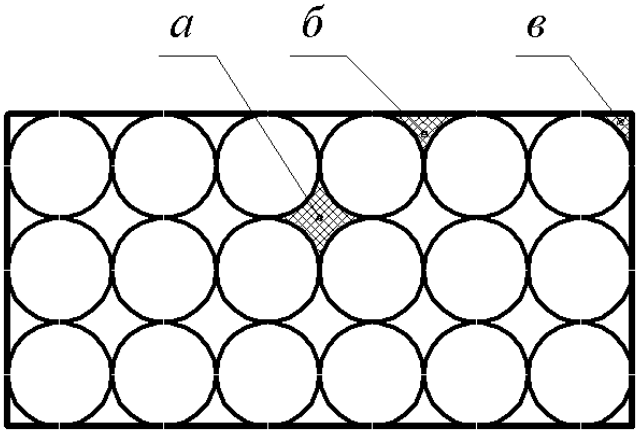


Рисунок 16 - Пример сетки силосного корпусаа - внутренний силос-звёздочка; б - краевой силос-звёздочка; в - угловой силос-звёздочка

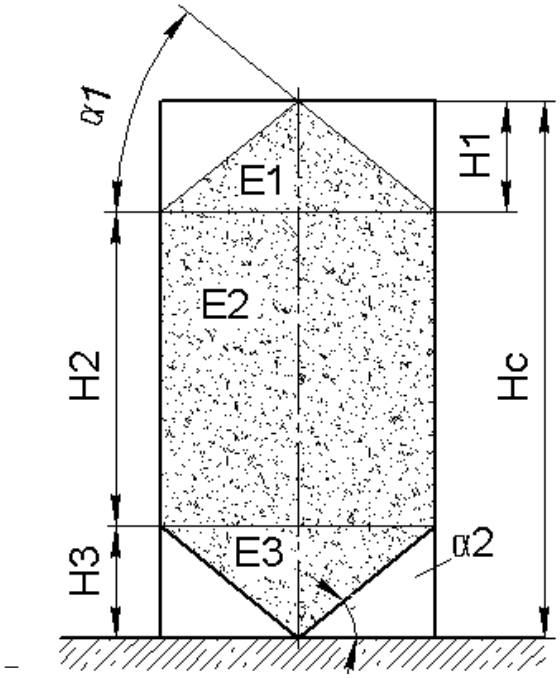


Рисунок17 - Расчётная схема ёмкости силоса

Вместимость (т) силоса определяют но формуле:

$$Ec=\gamma*[F_c*H_c-(V_1+V_3)], \quad (24)$$

где:

γ- насыпная плотность зернового материала, т/м³. Для различных культур она варьируется в следующих пределах: пшеница — 0,68…0,82; рожь —

0,58…0,78; кукуруза в початках — 0,45…0,65; кукуруза в зерне — 0,70…0,80; ячмень — 0,48…0,72; овёс — 0,54…0,67; рис (зерно) — 0,56…0,65; гречиха — 0,46…0,58; просо — 0,70…0,80; горох — 0,80…0,83; подсолнечник — 0,30…0,45;

F_c- площадь поперечного сечения внутреннего объёма силосной ёмкости, м²;

H_c- вертикальное расстояние от перекрытия надсилосного пространства до выпускного отверстия, м;

V_1- объём верхней части силоса, не занятый зерновой массой, м³;

V_3- объём нижней засыпной части силоса (так называемой «забутки»), м³.

При угле естественного откоса зерна α= 26 значения V1 следующие:

- для круглого силоса $V_1 = К_1 \cdot D_3$;

при угле наклона днища силоса α= 36 значения V_3 следующие:

- для круглого силоса $V_3 = К_2 \cdot D_3 - Δ$;

где $К_1$, $К_3$- коэффициенты, зависящие от расположения загрузочного отверстия в плане; $К_2$, $К_4$- коэффициенты, зависящие от расположения выпускного отверстия в плане (таблицы 2...4); D- внутренний диаметр силоса, м; Δ- поправка на действительный размер выпускного отверстия круглого силоса; d- диаметр разгрузочного отверстия, м.

$$Δ=0,285535\ d\ldots..D-0,0951\ d^3 \qquad (25)$$

Геометрические соотношения, по которым находятся соответствующие коэффициенты в таблицах 24-26, вычисляются по схемам расположения выпускных отверстий на рисунках 18 и 19.

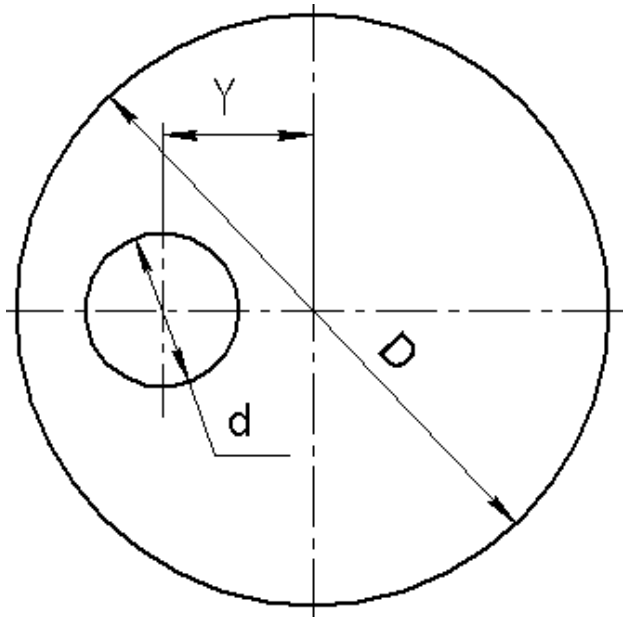


Рисунок 18- Схема расположения выпускного окна для круглых силосов

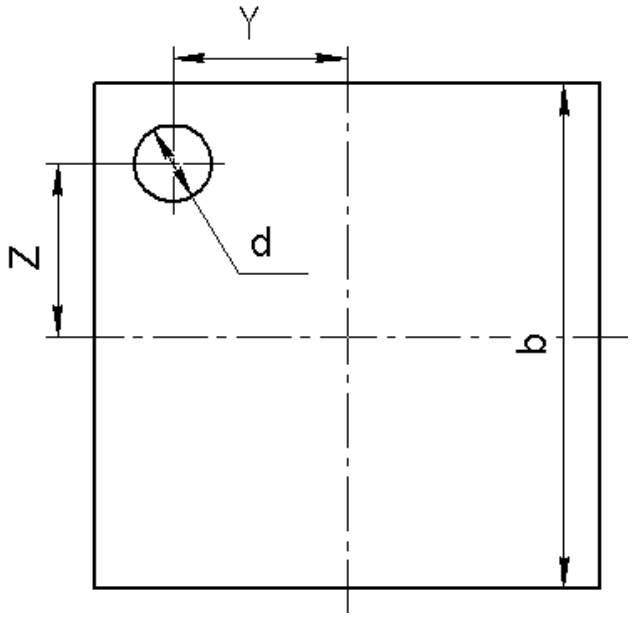


Рисунок 19- Схема расположения выпускного окна для квадратных силосов

Таблица 24 - Значение коэффициентов $К_1$ и $К_2$

Y/D	K1(α1)	K2(α2)	Y/D	K1(α1)	K2(α2)
0,00	0,1278	0,1902	0,30	0,1614	0,5404
0,05	0,1288	0,1917	0,35	0,1731	0,2579
0,10	0,1315	0,1959	0,40	0,1864	0,2776
0,15	0,1364	0,2031	0,45	0,2010	0,2993
0,20	0,1429	0,2125	0,50	0,2167	0,3229
0,25	0,1512	0,2253			

Примечание: (α_1= 26 (для $К_1$) - угол естественного откоса зерна вверху силоса; α_2= 36 (для $К_2$) - угол наклона днища силоса в градусах.

Таблица 25-Значение коэффициента $К_3$

Z	Значение величины Y					
	0,0..1,0	0,1..0,9	0,2..0,8	0,3..0,7	0,4..0,6	0,5
0,0..1,0	0,373	0,344	0,321	0,303	0,293	0,289
0,1..0,9	0,344	0,313	0,287	0,269	0,258	0,254
0,2..0,8	0,321	0,287	0,260	0,241	0,229	0,225
0,3..0,7	0,303	0,269	0,241	0,220	0,208	0,203
0,4..0,6	0,293	0,258	0,229	0,208	0,195	0,191
0,5	0,289	0,254	0,225	0,203	0,191	0,187

Таблица 26 - Значение коэффициента $К_4$

Z	Значение величины Y					
	0,0..1,0	0,1..0,9	0,2..0,8	0,3-0,7	0,4..0,6	0,5
0,0..1,0	0,556	0,613	0,478	0,452	0,436	0,430
0,1..0,9	0,513	0,466	0,428	0,400	0,384	0,378
0,2..0,8	0,476	0,428	0,388	0,359	0,341	0,335
0,3..0,7	0,452	0,400	0,359	0,328	0,310	0,302
0,4..0,6	0,436	0,384	0,3419	0,310	0,292	0,285
0,5	0,430	0,378	0,335	0,302	0,285	0,276

Вышеприведенными формулами пользуются, если силос имеет загрузку в выпуск не по центральной части. При подаче и выпуске зерна из силоса по центральной части вместимость силоса можно определить по формуле:

$$E_c=E_1+E_2+E_3, \quad (26)$$

$$E_1=\gamma*\pi*R^2H_1/3 \quad (27)$$

$$E_2=\gamma*\pi*R^2H_2 \quad (28)$$

$$E_3=\gamma*\pi*R^2H_3/3 \quad (29)$$

Здесь R- внутренний радиус силоса, м; H_1, H_2, H_3- соответственно высота верхней конусной, цилиндрической и нижней конусной частей силоса, м.

$$H_1=R*tg\ \alpha_1, \quad (30)$$

$$H_2=R*tg\ \alpha_2, \quad (31)$$

где α1- угол естественного откоса зерна при заполнении силоса зерном (α_1=26°); α_2- угол забутки днища (для сухого зерна α_2=36°, для сырого α_2= 45°)[51].
Если α_2= 45°, то формула вместимости силоса принимает вид:

$$E_c=\gamma\cdot\pi\cdot R^2\cdot\left(\frac{H1}{3}+H2+\frac{H3}{3}\right). \quad (32)$$

Вместимость силоса - звёздочки можно определить по формулам:
Для центрального расположения выпуска:

$$E_{зв}=(4\cdot\pi-1/4)\cdot H_c\cdot R^2; \quad (33)$$

Для любого расположения выпуска:

$$E_{зв}=\gamma\cdot\pi\cdot R_з^2\cdot\left(\frac{H1'}{3}+H2'+\frac{H3'}{3}\right), \quad (34)$$

где Rэ- эквивалентный радиус (Rэ= 0,262D); H_1', H_2', H_3'- высота верхней, средней и нижней частей силоса, м.

$$H_1' = R_э * tg\ \alpha_1; \quad (35)$$

$$H_2' = H_c * R_э * (tg\ \alpha_1 + tg\ \alpha_2); \quad (36)$$

$$H_3' = R_э * tg\ \alpha_2 \quad (37)$$

Вместимость бункеров вычисляется по формуле:

$$Е_б = \varphi' * \gamma * F_б * H_б \quad (38)$$

где φ'- коэффициент использования объема (таблица 27); $F_б$- площадь поперечного сечения бункера в снегу (этот термин эквивалентен выражению "площадь поперечного сечения бункера", но в начале прошлого века крестьянин был поголовно неграмотен и выражение "сечение в снегу" для него было намного понятнее), м; $H_б$- высота забутки, м^2.

Таблица 27 - Значение коэффициента φ'

a	Значения b						
	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0
Нб=6м							
2,0	0,83	0,82	0,80	0,76	0,72	0,67	0,61
2,5	0,82	0,78	0,76	0,73	0,69	0,64	0,58
3,0	0,80	0,76	0,74	0,70	0,66	0,61	0,56
3,5	0,79	0,74	0,72	0,67	0,63	0,58	0,52
4,0	0,76	0,73	0,70	0,65	0,61	0,56	0,50
Нб=8м							
2,0	0,90	0,87	0,85	0,82	0,79	0,75	0,70
2,5	0,87	0,84	0,83	0,79	0,76	0,72	0,67
3,0	0,85	0,83	0,81	0,77	0,73	0,68	0,63
3,5	0,84	0,82	0,80	0,74	0,70	0,65	0,60
4,0	0,82	0,80	0,78	0,73	0,67	0,61	0,58
Нб=10м							
2,0	0,91	0,90	0,88	0,86	0,84	0,82	0,76
2,5	0,90	0,88	0,86	0,84	0,82	0,78	0,72
3,0	0,88	0,86	0,84	0,82	0,80	0,74	0,70
3,5	0,87	0,85	0,83	0,80	0,78	0,70	0,67
4,0	0,86	0,84	0,82	0,76	0,74	0,67	0,64
Нб=12м							
2,0	0,92	0,91	0,90	0,89	0,88	0,86	0,84
2,5	0,91	0,90	0,88	0,87	0,86	0,84	0,82
3,0	0,90	0,89	0,87	0,85	0,83	0,81	0,80
3,5	0,89	0,88	0,86	0,83	0,81	0,77	0,75
4,0	0,88	0,87	0,85	0,80	0,79	0,74	0,70

2.5 Определение суммарного расхода воздуха аспирационной системы

Общий расход воздуха находят как сумму расходов воздуха всего аспирируемого оборудования [52]:

$$Q_{сети} = Q_{общ} = \sum_{i=1}^{n} Q_i \text{ , м}^3\text{/час,} \quad (39)$$

где *Qi* - расход воздуха от i –ой машины (точке отсоса), м^3/час или м^3/мин; n – количество точек отсоса входящих в аспирационную установку (сеть). С учетом 5% подсоса воздуха в воздухопроводах запишем выражение (39) в следующем виде

$$Q_{сети} = Q_{общ} = 1{,}05\,(Q_1 + Q_2 + Q_3 + \ldots . Q_n) \quad (40)$$

В формуле (40): 1,05 – подсос воздуха в воздухопроводах принимают ориентировочно 5 % от полезного расхода $\sum_{i=1}^{n} Q_i$. Величина Q_i – расход воздуха от i – ой машины (точки отсоса) принимается из справочной литературы согласно нормативам, установленным для каждого вида оборудования индивидуально [53,54]

2.6 Математическая модель для определения производительности ленточного конвейера

Математическая модель описывает расчёт производительности ленточного транспортёра Q в зависимости от геометрических, физических и технологических параметров. В основе лежит определение массы сыпучего материала, перемещаемого лентой за единицу времени, с учётом формы насыпи, создаваемой под действием боковых роликов.

Для начала определяется эффективная ширина зоны насыпи груза b, которая приближённо выражается через полную ширину ленты B следующим образом:

$$b = 0{,}9 \cdot B - 0{,}05$$

где B — ширина ленты в метрах. Это приближённое значение учитывает уменьшение полезной площади из-за загиба ленты боковыми роликами.

Затем определяется производительность транспортёра через выражение, учитывающее:

- сечение насыпи,
- коэффициент заполнения k,
- насыпную плотность материала ρ,
- скорость движения ленты v,
- угол естественного откоса материала φ,
- угол наклона боковых роликов β, который влияет на форму насыпи через эмпирические коэффициенты.

Общая формула производительности в тоннах в час имеет вид:

$$Q = b^2 \cdot k \cdot \rho \cdot v \cdot \left(A(\beta) + B(\beta) \cdot \tan \varphi \right)$$

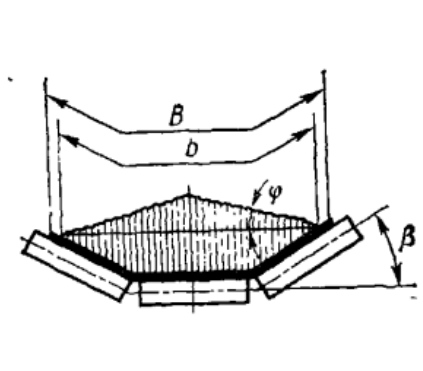
где:

- Q производительность транспортёра (т/ч),
- b эффективная ширина (м),
- k коэффициент заполнения (доли от 0 до 1),
- ρ насыпная плотность (т/м³),
- v скорость ленты (м/с),
- φ угол естественного откоса материала (°),
- tgφ тангенс угла откоса,
- A(β) и B(β) эмпирические коэффициенты, зависящие от угла наклона боковых роликов

Значения коэффициентов A(β) и B(β) для основных углов наклона даны в таблице:

Таблица 28 - Значения коэффициентов A(β) и B(β)

Угол наклона β, °	A(β)	B(β)
20	245	840
30	345	770
45	470	610
60	505	430



20	b^2kpv (245+840 tg φ)
30	b^2kpv (345+770 tg φ)
45	b^2kpv (470+610 tg φ)
60	b^2kpv (505+430 tg φ)

Рисунок 20 – Схема для определения промежуточных значений угла наклона роликов

Эта модель позволяет быстро рассчитать производительность транспортёра при заданных параметрах, а также использовать её в задачах оптимизации — например, для выбора оптимального угла наклона роликов или

ширины ленты при заданной цели (максимальная производительность, ограничение по ширине и т.д.).

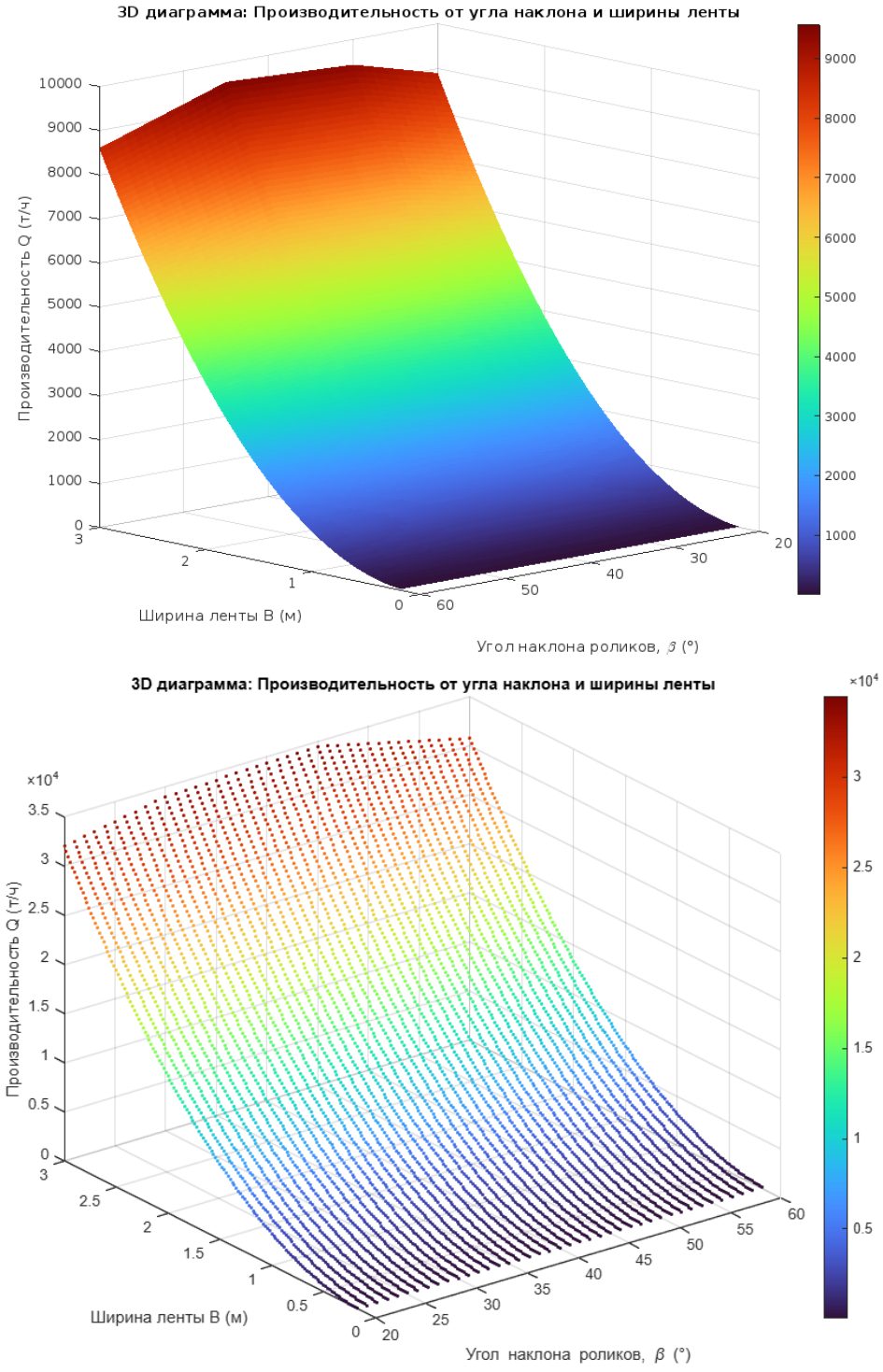


Рисунок 21 - Диаграмма производительности от угла наклона и ширины ленты ленточного транспортера

На диаграмме представлена зависимость производительности ленточного транспортёра Q от ширины ленты BBB и угла наклона боковых роликов β. Ось X отображает ширину ленты в диапазоне от 0,18 до 3 м. Ось Y показывает угол

наклона роликов от 20° до 60°. Ось Z отражает расчётную производительность Q в тоннах в час, масштабированную до $\times 10^3$, то есть максимальные значения достигают около 3600 т/ч. Цветовая шкала указывает на уровень производительности: от фиолетового цвета для наименьших значений до красного для наибольших.

Поверхность диаграммы отражает взаимодействие двух факторов: при увеличении ширины ленты B наблюдается устойчивый рост производительности, так как площадь поперечного сечения слоя материала увеличивается квадратично. Влияние угла наклона роликов β выражается по-другому: при малых значениях B угол оказывает заметное влияние — существует оптимальный диапазон углов (около 30–35°), при которых производительность максимальна. При дальнейшем увеличении угла роликов жёлоб становится слишком острым, и полезная площадь начинает снижаться. Для широких лент (например, B>1.5 м) влияние угла становится менее значимым, так как основной прирост обеспечивается увеличенной шириной.

Таким образом, диаграмма демонстрирует, что производительность Q возрастает с ростом ширины ленты, и для каждой ширины существует предпочтительный угол наклона роликов. Максимальные значения достигаются при ширине B≈3м и угле β≈30∘. Такая визуализация позволяет определить наиболее эффективные параметры ленты и роликовой опоры, оптимизировать проект с точки зрения производительности, а также понять, в каких зонах параметров производительность резко падает или перестаёт расти.

2.7 Моделирование напряженно-деформированного состояния роликовых опор ленточного конвейера

На изображении представлена карта суммарных перемещений (URES, мм) конструкции роликоопорной рамы ленточного конвейера, полученная с использованием метода конечных элементов в SolidWorks Simulation. Конфигурация конструкции включает три ролика: два боковых, расположенных под углом 30° к горизонтали, и один центральный, установленный горизонтально. Цветовая шкала, расположенная справа, отображает значения перемещений от минимальных (синий цвет) до максимальных (красный цвет), где максимальное перемещение составляет около 0,76 мм. Центральный ролик окрашен в красный цвет, что указывает на наибольшую деформацию в данной зоне, связанной с концентрацией нагрузки. Боковые ролики и их опоры демонстрируют средний уровень перемещений (зелёные и жёлтые оттенки), что свидетельствует об их участии в восприятии нагрузки. Основание конструкции, включая монтажную плиту и нижние части стоек, окрашено в синий цвет, что указывает на жёсткое закрепление и отсутствие значительных смещений. Распределение перемещений по всей конструкции при угле 30° остаётся сбалансированным: деформации сосредоточены преимущественно в верхней части конструкции, а опорные элементы остаются неподвижными. В целом, при угле наклона роликов 30° наблюдается умеренный уровень деформаций: выше, чем при 20°, но ниже или на уровне 45°, при этом нагрузка распределяется между

центральным и боковыми роликами, что способствует более равномерному поведению всей системы.

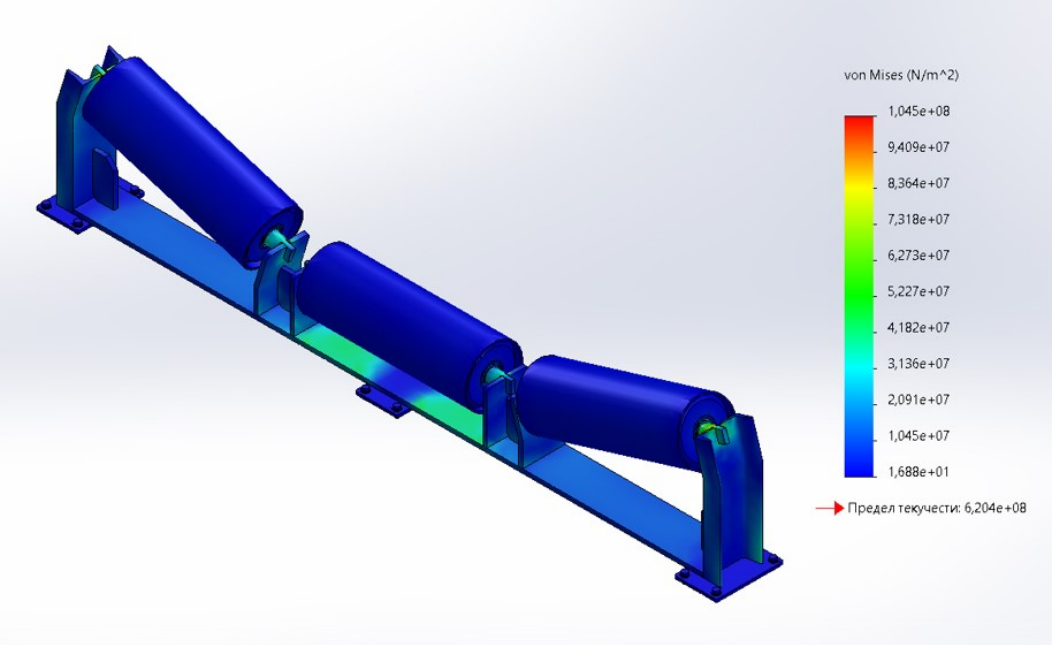


Рисунок 22 - Карта эквивалентных напряжений по Мизесу (von Mises stress) в конструкции роликоопорной рамы ленточного конвейера (30 градусов)

На изображении представлена карта эквивалентных напряжений по Мизесу (von Mises stress) в конструкции роликоопорной рамы ленточного конвейера, полученная в результате статического прочностного анализа в SolidWorks Simulation. Цветовая шкала справа отображает распределение напряжений в единицах Н/м² (Па), от минимальных значений (синий цвет) до максимальных (красный цвет), с учётом предела текучести материала конструкции.

Максимальное значение напряжений составляет порядка 1,045e+08 Н/м² (104,5 МПа), что значительно ниже обозначенного красной стрелкой предела текучести материала, равного 6,240e+08 Н/м² (624 МПа). Это означает, что конструкция работает в пределах упругой деформации и запас прочности составляет более чем в 6 раз.

Основные зоны повышенных напряжений локализуются: в области соединения центрального ролика с кронштейнами (зелёные и жёлто-зелёные зоны),в местах контакта между боковыми роликами и их опорами.

Большая часть конструкции окрашена в тёмно-синий цвет, что свидетельствует о низком уровне напряжений в этих зонах (порядка 10^4–10^5 Н/м²), то есть они не подвергаются значительным нагрузкам.

Таким образом, анализ показывает, что конструкция роликоопоры при выбранной нагрузке работает с большим запасом прочности, и разрушения или пластической деформации не произойдёт. Это подтверждает её безопасность и надёжность при эксплуатации.

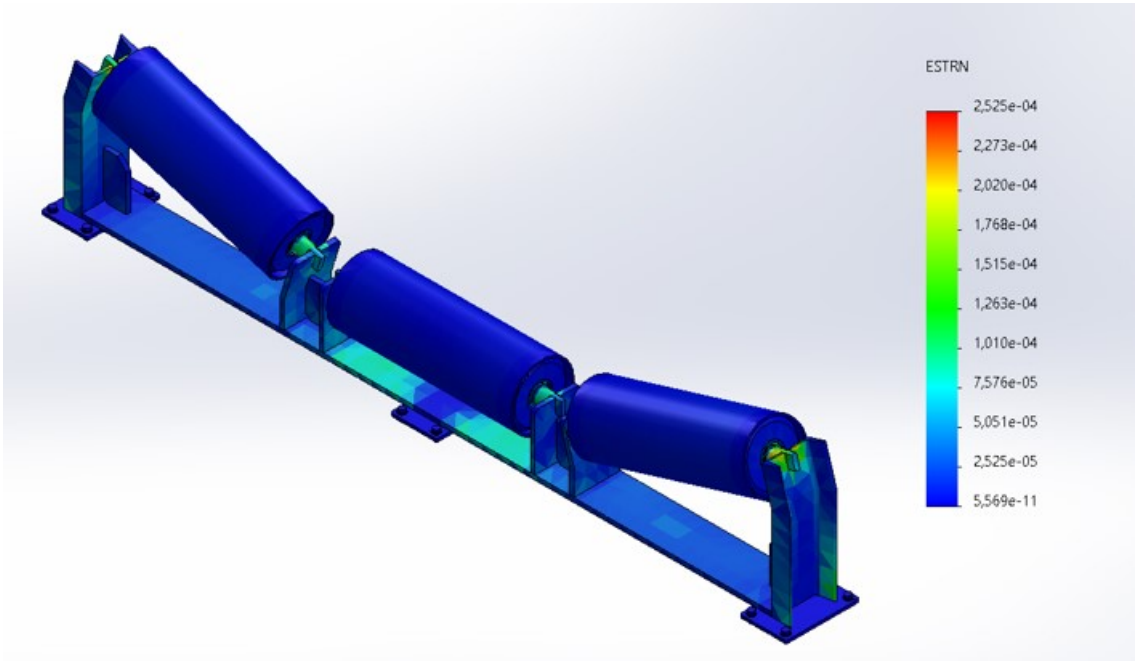


Рисунок 23 - Карта распределения относительных деформаций (ESTRN) в конструкции роликоопоры ленточного конвейера

Данная диаграмма иллюстрирует распределение деформаций под действием эксплуатационной нагрузки и показывает, какие участки конструкции подвергаются наибольшим растяжениям или сжатиям. Цветовая шкала справа отражает диапазон деформаций от минимальных значений, близких к нулю (5,56e-11), обозначенных синим цветом, до максимальных — около 2,52e-4 (0,0252%), показанных красным цветом. Максимальные деформации наблюдаются в зонах крепления роликов, особенно в местах соединения центрального горизонтального ролика с кронштейнами, где напряжённое состояние достигает пиковых значений. Эти области окрашены в жёлто-красные оттенки, указывающие на локальные растяжения. Боковые ролики и их опоры демонстрируют умеренные деформации, преимущественно в зелёно-жёлтом диапазоне. В то же время основание конструкции и её нижняя часть остаются практически недеформированными и окрашены в тёмно-синий цвет, что свидетельствует о жёстком закреплении и отсутствии заметного удлинения или сжатия. Общая картина показывает, что структура работает в пределах упругости материала: максимальные относительные деформации составляют менее 0,03%, что подтверждает её высокую жёсткость и надёжность. Деформации имеют ярко выраженный локальный характер, сосредотачиваясь в функционально нагруженных зонах и не распространяются на основные несущие элементы рамы, что говорит о корректном конструктивном решении и эффективной передаче нагрузок.

Далее можно рассмотреть анализ ленты конвейера при выбранном угле наклона боковых роликов 30°, что позволит более полно оценить её поведение в условиях реальной эксплуатации. Такой анализ включает как прочностную, так и кинематическую и эксплуатационную оценку, с учётом особенностей

транспортируемого материала (в данном случае — сильно засорённых зерновых культур).

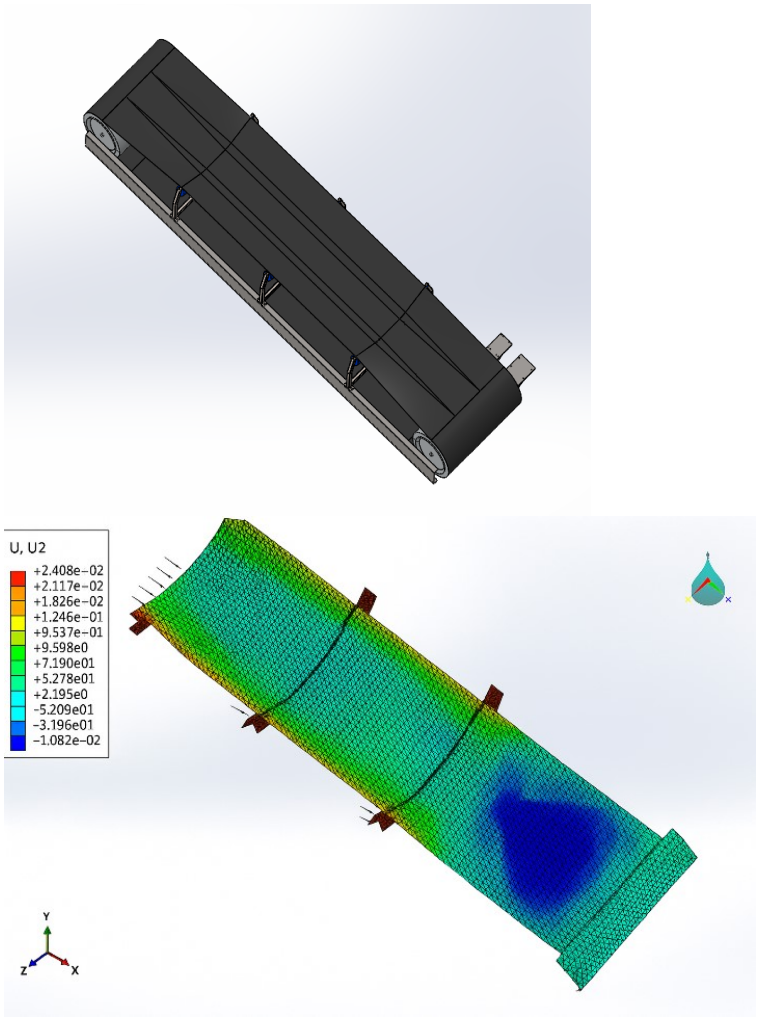


Рисунок 24 - Визуализация результатов конечно-элементного анализа (FEA) перемещений ленты конвейера под нагрузкой

На изображении представлена визуализация результатов конечно-элементного анализа (FEA) перемещений ленты конвейера под нагрузкой, выполненного по компоненте перемещения вдоль оси U_2, которая соответствует вертикальной или поперечной оси Y. Цветовая шкала слева отражает диапазон значений перемещений от –108,2 до +240,8 мм. Зоны, окрашенные в тёмно-синий цвет, указывают на максимальные отрицательные перемещения, то есть участки максимального прогиба вниз, тогда как красные и оранжевые зоны демонстрируют наибольшие положительные смещения вверх или в сторону. Лента зафиксирована в нескольких точках с помощью опорных элементов, между которыми возникает свободный прогиб. В правой части конструкции наблюдается концентрированная область прогиба (сине-фиолетовая зона), что свидетельствует о наличии сосредоточенной нагрузки или ослабленного участка. Сетка расчётной модели построена из треугольных элементов, что характерно для анализа гибких поверхностей. Векторное поле, представленное чёрными

стрелками, указывает направление и величину перемещений узлов. В целом, модель демонстрирует реалистичную картину поведения ленты под нагрузкой с отчётливо выраженной зоной деформации, что позволяет оценить её жёсткость, устойчивость к прогибу и пригодность к дальнейшей эксплуатации в условиях неравномерной загрузки.

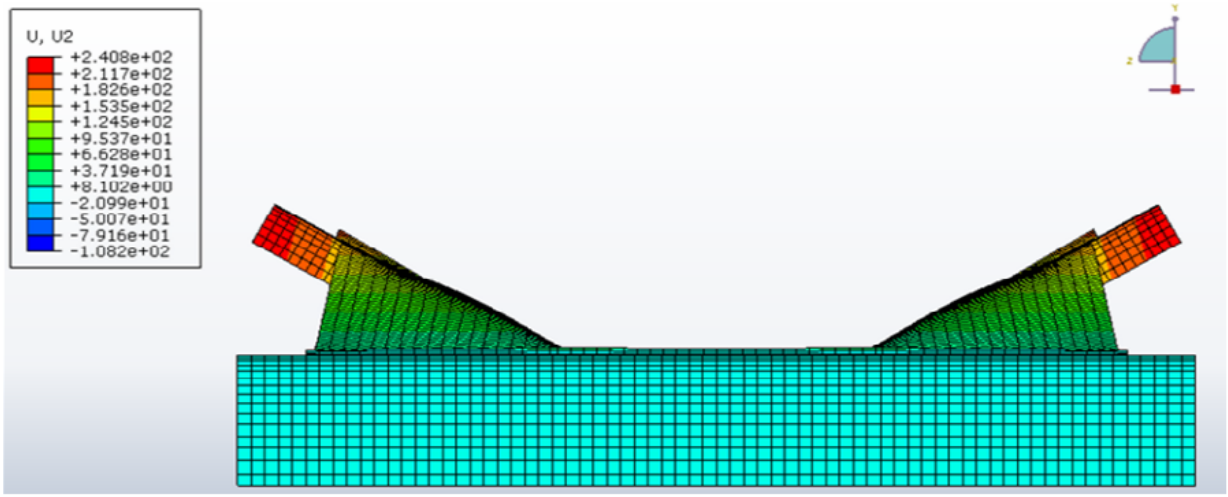


Рисунок 25 - Фронтальная проекция результатов конечно-элементного анализа перемещений

Выводы по разделу 2

1. Определение производительности ленточного транспортера опирается на разработанную, в достаточной степени теоретическую базу, однако в диссертации разработан новый подход, опирающийся на исследования Александрова М.П. и законы подобия функций. Это позволило пошагово определить связь производительности и угла наклона роликов.

2. Обоснованы параметры конструкции роликовых опор для оптимального режима работы ленточного транспортера. Опредлена зависимость производительности транспортера от угла наклона боковых роликов.

3. Уточнен выбор типа и материала ленты и опорных устройств. Представлен расчет вместимости бункеров и силосов и определение суммарного расхода воздуха аспирационной системы для работы с сильно засоренным зерном.

4. Разработана математическая модель для определения производительности ленточного конвейера в зависимости от ширины ленты и угла наклона боковых роликовых опор. Разработанная модель показывает, что производительность конвейера возрастает с ростом ширины ленты, и для каждой ширины существует предпочтительный угол наклона роликов. Максимальные значения достигаются при ширине B≈3м и угле β≈30∘.

5. Определено напряженно-деормированное состояние роликовых опор конвейера с использованием метода конечных элементов в SolidWorks Simulation. Результаты анализа показывает, что конструкция роликоопоры при

выбранной нагрузке работает с большим запасом прочности, и разрушения или пластической деформации не произойдёт.

6. Проведен анализ ленты конвейера при выбранном угле наклона боковых роликов 30°, что позволит более полно оценить её поведение в условиях реальной эксплуатации. Такой анализ включает как прочностную, так и кинематическую и эксплуатационную оценку, с учётом особенностей транспортируемого материала (в данном случае — сильно засорённых зерновых культур).

3 МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1 Определение технологических свойств транспортируемых зерновых масс

3.1.1 Определение насыпной плотности сильно засоренных зерновых культур

В емкость объемом 1 литр насыпаем чистое зерно, после взвешивания на электронных весах получаем вес груза и в результате деления на объем имеем плотность ρ_1. Тоже самое осуществляем для сильно засоренного зерна, получаем ρ_2.

$$\rho_2/ \rho_1=k_{с.з}. \quad (41)$$

Здесь $k_{с.з.}$-коэффициент снижения плотности сильно засоренного зерна.

Рисунок 26 - Весы

Каждое испытание проводилось с пятикратной повторяемостью для повышения достоверности результатов. Масса материала измерялась с использованием электронных весов модели *WeiHeng WH-B09*, оснащённых высокоточным сенсорным датчиком. Конструкция прибора выполнена из прочного пластика, устойчивого к механическим повреждениям. Весы снабжены цифровым дисплеем и двумя функциональными кнопками: для включения/выключения и обнуления тары, а также для выбора единиц измерения. Предусмотрена функция автоматического отключения при бездействии через 2 минуты, а также режим калибровки.

Основные технические характеристики модели:

- Максимальная нагрузка — 7 кг;
- Точность измерения — 1 г;
- Материал корпуса — пластик;
- Цвет — белый;
- Конфигурация чаши — круглая (овальная);
- Источник питания — две батарейки формата AAA;
- Габаритные размеры — 18×15×5 см.

Экспериментальная часть исследований была выполнена в лабораторных условиях предприятия по производству элеваторного оборудования «Астык». Завод зарегистрирован как правообладатель товарного знака РЖ №84918, подтверждённого уведомлением о регистрации №113133 от 15 декабря 2022 года (см. Приложение 1). Лабораторный комплекс предприятия, на базе которого проводились опыты, представлен на рисунке 27 (см. Приложение А).

Рисунок 27-Лаборатория завода элеваторного оборудования «Астык»

Кроме взвешивания лаборатория проводит все виды анализа зерновой продукции на анализаторе качества зерна Infratec 1241 (рисунок 28), Сертификат о поверке анализатора качества зерна (рисунок 29)

Рисунок 28-Анализатор качества зерна Infratec 1241

Северо-Казахстанский филиал АО "НаЦЭкС"
(наименование подразделения государственной метрологической службы или метрологической службы юридического лица)
Аттестат аккредитации № KZ.P.15.E0535 от 17.09.21 г.
(номер аттестата аккредитации)

KZ.P.15.E0535
VERIFICATION LABORATORY

СЕРТИФИКАТ О ПОВЕРКЕ № BJ-01-09-01249

Анализатор качества зерна
наименование средства измерений (эталона)

Тип, обозначение: Infratec 1241 заводской № 12415283

Протеин(белок) от 4 до 28%, влажность в зерне от 4 до 50 %
(диапазон измерений средства измерений)

Изготовитель: Швеция

Дата изготовления: 2007 г.

Пользователь: ТОО "ММК", г. Мамлютка

Поверка проведена в соответствии: (наименование и адрес)

KZ.04.02.00458-2003 Анализатор качества зерна Infratec 1241 с аналитическими модулями Cervitec 1625, InfraXact 7500. Методика поверки.
(обозначение и наименование методики поверки)

с использованием следующих средств поверки: ГСО № 12-СП-01

(массовая доля влаги 11,0 %,массовая доля белка 15,9 %).
(обозначение эталона и вспомогательного оборудования, использованного при поверке)

На основании результатов поверки средство измерений (эталон) признано годным и допущено к применению по классу - , разряду -

с учетом неопределенности измерений U=+-0.29 % при к=2 P=95%

Дата поверки "11" Августа 2023 г. Действителен до "11" Августа 2024 г.

Руководитель отдела (лаборатории) подпись М.К. Тлеужанов
инициалы, фамилия

Поверитель подпись О.А. Степанищева
инициалы, фамилия

СЛ : 2274349

ДКП: 03-П-01.BJ

Рисунок 29- Сертификат о поверке анализатора качества зерна Infratec 1241

3.1.2 Определение влажности зерна

Определение первоначального уровня влажности зернового сырья проводилось в соответствии с требованиями стандарта ГОСТ 13586.5–93. Метод основан на термической обработке навесок исследуемого материала в лабораторной сушильной установке типа СЭШ-3М при температуре 130 °C в течение 40 минут.

Расчёт влажности осуществлялся путём определения разности массы образца до и после сушки, что позволяет с высокой степенью точности оценить содержание влаги в исходной пробе.

Отбор проб корма осуществлялся в соответствии с требованиями ГОСТ 13586.3. Из объединённой средней пробы отделяли навеску массой 300±10

граммов, которую помещали в герметичный сосуд, заполняя его примерно на две трети объёма. Перед началом анализа содержимое сосуда интенсивно встряхивали в различных направлениях для обеспечения равномерного распределения материала.

Для последующего определения влажности отобранное зерно перемешивалось и из него выделялась навеска массой 20 г. Этот материал подвергался измельчению в течение 30 секунд. Параллельно из эксикатора извлекались две чистые, предварительно просушенные металлические бюксы, которые взвешивались с точностью до второго знака после запятой.

Измельчённый корм сразу помещали в подготовленные бюксы, доводя массу навески до 5,00 г. После этого бюксы герметично закрывались и помещались в эксикатор. Электрический сушильный шкаф настраивался на температуру 130 °С, после чего бюксы размещались внутри шкафа: сначала устанавливалась крышка в гнездо, затем на неё ставилась бюкса. Оставшиеся гнёзда заполнялись пустыми бюксами. Процесс сушки продолжался в течение 40 минут с момента достижения заданной температуры.

По завершении временного интервала бюксы с образцами извлекались, закрывались крышками и помещались обратно в эксикатор до полного охлаждения, что обычно занимает около 20 минут. После охлаждения бюксы взвешивались с высокой точностью, и далее оставлялись в эксикаторе до окончания всех вычислений. [55, 56].

Рисунок 30 - Влагомер зерна «Wile 55»

В целях дополнительного контроля влажности зерна были проведены измерения с использованием электронного влагомера. Перед началом основной части эксперимента влажность зернового материала оценивалась цифровым влагомером модели «Wile 55» (см. рисунок 30), соответствующим требованиям

ГОСТ 2874–82 [57]. Принцип работы прибора основан на определении ёмкостного сопротивления исследуемого образца. Устройство представляет собой микропроцессорный электронный измерительный прибор, который обеспечивает прямое отображение процентного содержания влаги на цифровом дисплее.

Технические параметры влагомера «Wile 55» приведены в таблице 29.

Таблица 29- Техническая характеристика влагомер зерна «Wile 55»

№ п/п	Наименование показателей	Единица измерения	Значение
1	Влажности зерновых и зернобобовых	%	8…35
2	Влажности масличных	%	5…25
3	Погрешность измерения влажности	%	±0,5
4	Время измерения	С	50
5	Габаритные размеры	Мм	180×80×65
6	Рабочая температура	ºС	+5…+40
7	Напряжение питания	В	батарея 9
8	Масса	Кг	0,75

Запуск влагомера осуществлялся посредством однократного нажатия кнопки «Р», после чего на дисплее отображался номер шкалы измерения, соответствующий определённой сельскохозяйственной культуре.

Измерение проводилось в автоматическом режиме, по завершении которого на дисплее отображалось значение влагосодержания в процентах от массы образца. По окончании измерительного цикла прибор автоматически отключался.

Для повышения достоверности результатов процедура измерения повторялась трижды, после чего рассчитывалось среднеарифметическое значение показателей.

Кроме названных методов и приборов использовались представленные ранее сертифицированные лаборатории Infratec 1241 (Рисунок 22), проба зерна для анализа представлена на рисунке 31.

Рисунок 31-Анализ зерна

Согласно основам теории погрешностей, количество повторных опытов или измерений одной и той же величины определяется в зависимости от принятого стандарта измерений и требуемого уровня надёжности результата. Под надёжностью в данном контексте понимается вероятность воспроизводимости результатов при повторных измерениях той же величины или проведении эксперимента в аналогичных условиях.

Чем выше разброс получаемых значений и строже требования к достоверности, тем большим должно быть число повторностей.

Наиболее строгая и обоснованная зависимость между количеством измерений, заданной относительной ошибкой и уровнем надёжности была установлена В. И. Романовским [58]. В таблице 30 приведена взаимосвязь между необходимым числом повторов, надёжностью (Н) и допустимой ошибкой (Δ), выраженной в долях стандарта δ.

Абсолютное значение стандарта напрямую связано с точностью применяемых измерительных приборов, что означает, что итоговая достоверность результатов зависит как от характеристик оборудования, так и от количества повторных измерений. На практике, для достижения требуемой надёжности чаще оказывается более рациональным повысить точность измерительного устройства, чем многократно увеличивать объём измерений.

Таблица 30 – Необходимое количество опытов (измерений)

Ошибка	Надежность опыта, Н							
Δ	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	0,95	0,99	0,999
3,0	1	1	1	1	2	3	4	5
2,0	1	1	1	2	3	4	5	7
1,0	2	2	3	4	5	7	11	17
0,5	3	4	6	9	13	18	31	50
0,4	4	6	8	12	19	27	46	74
0,3	6	9	13	20	32	46	78	127
0,2	13	12	29	43	70	99	171	277
0,1	47	72	169	266	273	387	668	1089
0,05	183	285	431	659	1084	1540	2659	4338
0,01	4543	7090	10732	16436	27161	38416	66358	108307

Жёстко установленных требований к выбору уровня надёжности в экспериментальных исследованиях не существует. В практических условиях величина надёжности подбирается в зависимости от целей и характера выполняемых измерений.

Так, при качественной оценке общих закономерностей, например, при анализе формы и направления изменения исследуемых кривых, достаточно принять уровень надёжности порядка 0,67, что соответствует значению $H \approx 0,7$ согласно таблице 3.

Если речь идёт о прикладных измерениях, связанных с машиностроительными конструкциями, то для обеспечения приемлемой достоверности результатов обычно принимается уровень $H = 0,9$.

Однако при определении ключевых количественных закономерностей и величин, на основе которых впоследствии будут выполняться инженерные расчёты, целесообразно использовать высокий уровень надёжности – $H \approx 0{,}99$.

Ход работы и функционирование ленточного транспортера в процессе экспериментальных испытаний представлены на рисунках 32 и 33.

Рисунок 32-Работа ленточного транспортера

Рисунок 33-Работа в зернохранилище

3.2 Обоснование и расчет основных элементов емкости для хранения сильно засоренных зерновых культур

В данной диссертационной работе предусмотрен расчёт ключевых конструктивных элементов хранилища, предназначенного для приёма и хранения зерновых культур с высоким содержанием засоряющих примесей, а также разработка новых инженерных решений для повышения надёжности подобных сооружений.

Эксплуатационный анализ силосов из стали и железобетона показал, что при уменьшении толщины стенок в результате коррозионного или абразивного износа, а также под действием неблагоприятных технологических факторов или конструктивных дефектов, существует вероятность разрушения узлов сопряжения между стальной воронкой и железобетонной цилиндрической частью конструкции [59, 60].

Такие повреждения в ряде случаев провоцируют опасные аварийные ситуации, включая прогрессирующее (лавинообразное) разрушение, вызванное разрушением элементов крепления воронки. На сегодняшний день предложено несколько схем соединения стальной воронки с цилиндрическим железобетонным корпусом, включая методы, предусматривающие установку крепёжных элементов в месте контакта этих конструктивных частей.

Целью исследования является повышение эксплуатационной надёжности узла сопряжения за счёт улучшения схемы крепления, особенно в условиях реконструкции существующих объектов. Анализ исходных проектных решений показал, что применяемая конструктивная схема требует жёсткой анкеровки стальных элементов (так называемых "языков") в бетон стенки силоса, а также обеспечения надежного сцепления с бетонной поверхностью по всей длине контакта. Это возможно при условии качественного армирования, корректного выполнения бетонирования и отсутствия дефектов стенки в зоне крепления.

Инженерное обследование показало наличие существенных повреждений бетона, включая отслоение слоёв глубиной до 80–200 мм, а также коррозионное разрушение арматуры с потерей до 30% её сечения. Кроме того, в отдельных зонах выявлен рыхлый крупнопористый бетон, что отрицательно сказывается на надежности заделки крепёжных элементов. Это может вызывать люфты в местах установки "языков", неравномерное распределение нагрузок и, как следствие, повышенный риск вырыва полосовых элементов из тела бетона.

Дополнительно отмечено, что в рассматриваемых силосах, используемых на угольных складах закрытого типа, применено нетиповое техническое решение узла подвески воронки, которое не описано в нормативной и справочной литературе, а также не встречалось в инженерной практике оценки подобных объектов [61, 62].

Основные параметры и методика расчёта представлены в разделе п. 2.4, а предлагаемые технические инновации – в Приложении Д.

3.3 Обоснование и расчет основных элементов вентилятора

Постоянный рост объемов производства зерновых культур требует создания разветвленной и эффективной инфраструктуры, способной обеспечивать прием, технологическую обработку и долговременное хранение значительных партий зерна. Особая роль зерна в народном хозяйстве объясняется его способностью сохраняться длительное время без значительной потери качества и потребительских свойств при соблюдении соответствующих условий хранения.

На современном этапе развития зерноперерабатывающей отрасли важнейшее значение приобретает послеуборочная подготовка зернового материала. Эта стадия технологического процесса обеспечивает достижение необходимых стандартов качества продовольственного зерна. В связи с этим вопрос сохранности продукции приобретает приоритетное значение, опираясь на научно обоснованные подходы и практики.

С целью обеспечения требуемых условий хранения на хлебоприемных и перерабатывающих предприятиях активно применяются методы сушки и вентиляции зерна. По статистике, ежегодно порядка 70–90% собранного урожая подвергается указанным процедурам.

Среди доступных решений в сфере хранения наиболее выгодными с экономической точки зрения являются металлические вентилируемые силосы. Их строительство требует существенно меньших сроков (в 2–3 раза быстрее железобетонных аналогов) и снижает затраты примерно на 15%. В Республике Казахстан преимущественно возводят силосы вместимостью от 2000 до 10000 тонн, оснащённые системами активной вентиляции, позволяющими эффективно охлаждать зерновую массу и предотвращать процессы самосогревания, а также бороться с вредителями.

Аспирационные установки обеспечивают направленное продувание зерна воздушным потоком — холодным или подогретым. В отличие от естественной вентиляции, аспирация позволяет контролировать параметры микроклимата в объёмных хранилищах, тем самым снижая потери и улучшая использование хранилищ. Следует учитывать, что при одинаковом объёме зерна в силосе, изменение его массы будет вызывать различия в скорости проходящего воздуха. Если относительная влажность внутри силоса превышает уровень внешнего воздуха, рекомендуется организовать вентиляцию над поверхностного пространства.

Таблица 31 - Аэродинамические параметры воздуха, нагнетаемого в силос

Расход воздуха, нагнетаемый вентилятором Q, $м^3/ч$	Перепад давления в слое толщиной 2950 мм, ΔP, Па	Расход воздуха в слое зерна Q_3, $м^3/ч$	Учечки воздуха ΔQ		Удельные подачи воздуха, q, $м^3/ч·т$	
14400	270	13040	1360	9,7	9,6	8,7
11700	220	11300	400	3,4	7,8	7,5
9720	160	9050	670	6,9	6,5	6,0
9360	140	8300	1060	10,3	6,2	5,5

Потери воздуха в результате утечек через неплотности силосной конструкции достигают порядка 10% от общего объема воздуха, подаваемого вентилятором. Фактическая удельная подача воздуха в зерновую массу составляет не более 8,7 $м^3/т·ч$, что является ниже установленного нормативного значения, равного 10 $м^3/т·ч$.

Для достижения необходимого уровня аэрации, при котором соблюдаются нормативные требования по воздухообмену, необходимо обеспечить подачу воздуха в объеме 15 000 $м^3/ч$ на тонну зерна. При таких условиях в зерновом слое толщиной 2950 мм должен создаваться перепад давления около 350 Па.

Подобные условия удалось реализовать в том случае, когда масса хранящегося зерна в силосе была снижена до 1400 тонн, что соответствует 70% от его полной загрузки. При такой загрузке обеспечивалась удельная подача воздуха на уровне 10,7 $м^3/ч·т$, что соответствует нормативу.

Электродвигатель, используемый в вентиляционной системе, имел номинальную мощность 8,5 кВт, а удельное энергопотребление при указанных условиях было рассчитано следующим образом:

$$\Delta g = 8500 / 1400 = 6{,}07 \text{ Вт/т}$$

Таблица 32 - Сравнение силосов по удельным затратам электроэнергии на аспирацию зерна

№	Культура	Удельная подача воздуха, м3/ч·т	Скорость фильтрации, см/с	Утечка воздуха, %	Удельные затраты электроэнергии, Вт/т	Масса зерна	
						в % к вместимости	в тоннах
1	пшеница	8,7	2,9	9,6	-	75	1500
2	пшеница	10,7	3,4	8,0	6,07	70	1400
3	пшеница	11,8	3,1	нет	5,33	60	6000
4	соя	11,4	3,9	нет	4,27	75	7500

Для контроля работы вентилятора во время аспирации воздушного потока в силосе применили сертифицированный измеритель параметров микроклимата «Метеоскоп-М» [63,64]. Измеритель предназначен для измерения параметров микроклимата в режиме однократных или периодических замеров при проведении контроля санитарно-гигиенических требований к воздуху рабочей зоны и жилых помещений на удовлетворение требованиям норм по параметрам микроклимата в соответствии с ГОСТ 12.1.005-88, ГОСТ 30494-96 , СанПиН 2.2.4.548-96, СНиП 2.01.01 и СНиП 2.04.95-91.

Основная область применения: контроль окружающей среды в части параметров микроклимата органами Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Роспотребнадзор) [65-67].

Рабочие условия эксплуатации:

Условия эксплуатации измерительно-индикаторного блока:

Диапазон температуры окружающего воздуха, °С	от -20 до +55
Относительная влажность воздуха при 25 °С, %	до 90

Условия эксплуатации сенсометрического щупа:

Диапазон температуры окружающего воздуха, оС	от -40 до +85
Относительная влажность воздуха при 25 °С, %	до 97

Контрольно-измерительное устройство предназначено для:

– фиксации текущих значений параметров микроклиматических условий;

– автоматического усреднения результатов измерений за интервал времени, задаваемый пользователем в диапазоне от 1 до 30 минут;

– хранение в памяти процессора средних значений параметров микроклимата

суммарным количеством до 2000 результатов.
Основные технические характеристики Измерителя приведены в таблице 33.

Таблица 33 - Основные технические характеристики Измерителя

Диапазон измерений температуры, ºС	от минус 40 до плюс 85
Диапазон измерений относительной влажности, %	от 3 до 97
Диапазон измерений скорости воздушного потока, м/с:	от 0,1 до 20
Диапазон измерений давления воздуха, кПа (мм.рт.ст.):	от 80 до 110 (от 600 до 825)
Пределы допускаемой абсолютной погрешности прибора:	
- канал измерений температуры, °С	±0,2
- канал измерений относительной влажности, %	±3,0
- канал измерений скорости в диапазоне от 0,1 до 1 м/с, м/с:	±(0,05+0,05V)
- канал измерений скорости в диапазоне св.1 до 20 м/с, м/с:	±(0,1+0,05V), где V – значение измеряемой скорости, м/с
- канал измерений давления воздуха, кПа (мм.рт.ст.):	± 0,13 (±1)
Время установления рабочего режима, с	60
Время непрерывной работы измерителя без подзарядки аккумуляторной батареи, часов:	8
Масса прибора, г	650
Габаритные размеры, мм: - измерительно-индикаторного блока - сенсометрического щупа	 200x110x100 500x20
Максимальная потребляемая мощность, Вт	1,25

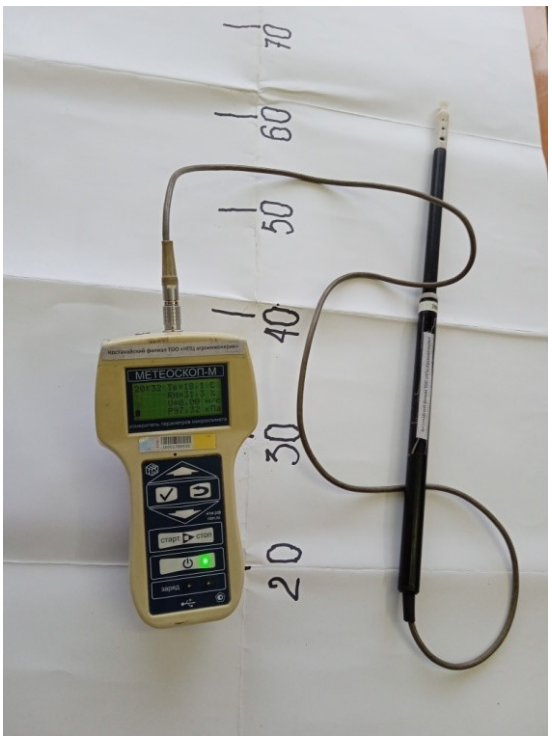


Рисунок 34- Измеритель параметров микроклимата «Метеоскоп-М»

Сертификат на измеритель параметров микроклимата «Метеоскоп-М» представлен на рисунке 35.

Алматинский филиал АО "НаЦЭкС"
(наименование подразделения государственной метрологической службы или метрологической службы юридического лица)
Аттестат аккредит NkKZ.P.02.0687 от 18.11.2020 г.
(номер аттестата аккредитации)

KZ.P.02.0687
VERIFICATION LABORATORY

СЕРТИФИКАТ О ПОВЕРКЕ № ВА10-01-33039
Измеритель параметров микроклимата
(наименование средства измерений (эталона))
Тип, обозначение: Метеоскоп-М заводской № 216016
t = (минус 40-85) °С, V=(0,1-20,0) м/с, P=(80-110)кПа
(диапазон измерений средства измерений)
Изготовитель: ООО НТМ " Защита " Россия
Дата изготовления: 2016 г.
Пользователь: Костанайский филиал ТОО "Научно-производственный центр агроинженерии"
Поверка проведена в соответствии: (наименование и адрес)
KZ.04.02.06162-2011 Измеритель параметров микроклимата "МЕТЕОСКОП-М". Методика поверки МП 32014-11
(обозначение и наименование методики поверки)
с использованием следующих средств поверки: барометр типа БОП-1М,
термостат водяной,калибровочный термостат,климатическая камера, эталонные термометры,
акустический анемометр АПА1-3,приемник полного и статического давления ПП
(обозначение эталона и вспомогательного оборудования, использованного при поверке)
На основании результатов поверки средство измерений (эталон) признано годным и допущено
к применению по классу согл. паспорта , разряду в кач-ве раб.СИ
с учетом неопределенности измерений 0,28 °С; 0,064м/с, 0,17 кПа (k=2,P=0,95)
Дата поверки " 23 " Ноября 2022 г. Действителен до " 23 " Ноября 2024 г.
Руководитель отдела (лаборатории) подпись Ж.Ш.Карахожаев (инициалы, фамилия)
Оттиск поверительного клейма
Поверитель подпись К.М.Мухаметкали (инициалы, фамилия)
СЛ 18 : 0672231
ДКП: .НМ.ВА.ВА

Рисунок 35- Сертификат на измеритель параметров микроклимата «Метеоскоп-М»

3.4 Определение основных параметров ленточного транспортера на экспериментальной установке

В рамках проведения экспериментальных исследований были изготовлены модели транспортеров, оснащённые роликоопорами, у которых угол наклона боковых роликов αр составлял 20°, 30°, 45° и 60°, а длина каждого ролика — 0,3 м.

В процессе проведения экспериментальных исследований ленточные транспортеры запускались и доводились до устойчивого, равномерного режима работы. После стабилизации системы и установления постоянного уровня энергопотребления электроприводом осуществлялся отбор зернового материала в течение регламентированного временного интервала, равного 10 минутам.

Извлечённое за этот период зерно взвешивалось с использованием технических весов, обладающих допустимой погрешностью измерения не более ±24 кг. По результатам трёх повторных измерений определялось среднеарифметическое значение массы, на основе которого рассчитывалась часовая производительность транспортёра для каждого исследуемого режима эксплуатации.

Каждое испытание проводилось трижды (трехкратная повторность). Для вычисления производительности опытной установки использовались весы (см. рисунок 36) и секундомер (ТУ 25-27-20 63 1819.0021). Весы автомобильные электронные ВСА-60 разработаны для организации системы учета и контроля на предприятиях с небольшим грузопотоком. Весы могут быть использованы в различных климатических зонах, защищены от воздействия агрессивных сред и предназначены для больших механических нагрузок. Весы автомобильные электронные ВСА-60 выпускаются по ГОСТ OIML R 76-1-2011 и внесены в Государственный реестр средств измерений под Регистрационным номером 63931-16. Весы автомобильные электронные ВСА-60 задекларированы согласно требованиям ТР ТС 020/2011 "Электромагнитная совместимость технических средств" и ТР ТС 004/2011 "О безопасности низковольтного оборудования". Весы прошли необходимую сертификацию (рисунок 37). Процесс взвешивания представлен на рисунке 26.

Рисунок 36-Весы автомобильные

"Ұлттық сараптау және сертификаттау орталығы" АҚ-ның
мемлекеттік метрологиялық қызмет бөлімшесінің немесе заңды тұлғаның метрологиялық қызметінің атауы
2021 ж.17.09 № KZ.P.15.E0535 аккредиттеу аттестаты
(аккредиттеу аттестатының нөмірі)

KZ.P.15.E05[illegible]
VERIFICATION LABORATORY

САЛЫСТЫРЫП ТЕКСЕРУ ТУРАЛЫ СЕРТИФИКАТ № BJ-02-04586

Весы автомобильные электронные
(өлшеу құралының (эталонның) атауы)

Типі, белгіленуі ВСА 60 зауыттық № 027

(200-60000) кг
(өлшеу құралының өлшеу ауқымы)

Дайындаушы ТОО "Стандарт"

Дайындалған жылы 2008 г.

Пайдаланушы ТОО "Мамлютский мукомольский комбинат" г.Мамлютка
(атауы және мекен-жайы)

Салыстырып тексеру ГОСТ 29329-92; ГОСТ 8.453-82 сәйкес
(салыстырып тексеру әдістемесінің белгіленуі мен атауы)

Мынадай салыстырып тексеру құралдарын Весоповерочная лаборатория ВЛ-2

(Салыстырып тексеру кезінде пайдаланылған эталонның және қосалқы жабдықтың белгіленуі)

пайдаланып жүргізілді
Салыстырып тексеру нәтижелерінің негізінде өлшеу құралы (эталон) среднему класы,
разряды бойынша. U=+/-24кг при k=2 P=95%

өлшеу белгісіздіктерін есепке алып, қолдануға жарамды және қолдануға жіберілді деп танылды

Салыстырып тексерілген жылы " 19 " Сәуір 2023 г. "19 " Сәуір 2024 г. дейін жарамды

Бөлімнің (зертхананың) басшысы _____ қолы М.К. Тлеужанов
аты-жөні, тегі

Салыстырып тексеру таңбасының бедері

Салыстырып тексеруші _____ қолы Е.С. Тәрғанбаев
аты-жөні, тегі

СЛ : 2273072

ДКП: 003.064.НМ.BL.BJ

Рисунок 37-Сертификат поверки весов

Рисунок 26-Процесс взвешивания автомобиля

Основой экспериментальной установки было новое техническое решение, техническая новизна исследований закреплена патентом на полезную модель № 8458 (Рисунок 38, 39) (приложение Б)

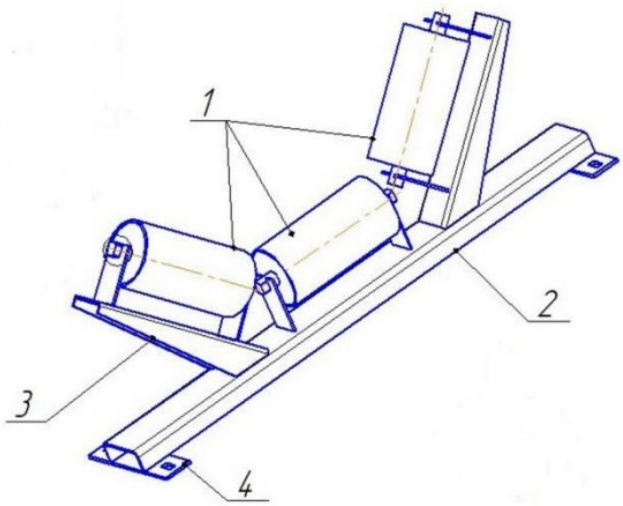


Рисунок 38-Роликовая опора в сборе

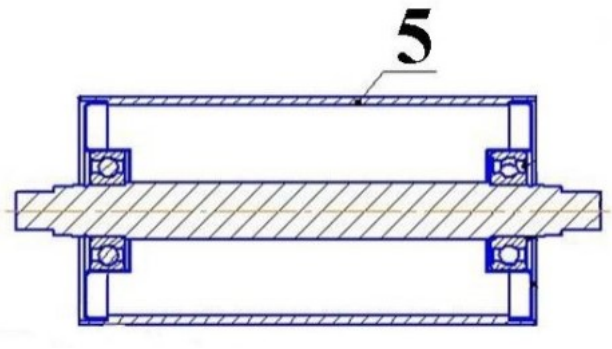


Рисунок 39-Ролик

Роликовая опора желобчатая, опора состоит из одной поддерживающей ленты роликов, которые закреплены на раме и крыле, при этом она крепится посредством пластин к ленточному транспортеру, отличающаяся тем, что рама изготовлена цельной из стального штампованного профиля. На рисунке 39 – ролик с транспортной лентой. Роликовая опора, представленная на рисунке 38, состоит из роликов 1, которые закреплены на крыле 3 и раме 2, которая представляет собой цельнометаллическую конструкцию. И крепятся посредством пластин 4 к ленточному транспортеру. Перед началом работы лента сохраняет заданную желобчатость. При работе транспортерная лента 5, перекатываясь по постели из роликов 1, с определенным натяжением образует желобчатую емкость для расположения в ней транспортируемого материала. Рама представляет собой гнутый швеллер с 2-мя выдавленными ушками под крепление центрального горизонтального ролика, приваренными к нему по краям пластинам, которые соединяют роликовые опоры с ленточным транспортером и 2-мя крыльями приваренные под 45 градусов для установки на них боковых роликов. Детали рамы изготавливаются из стального, листового проката стали 3 с толщиной 3мм. Конструкция роликовой опоры, состоящая из 3-х роликов, поддерживает и придает должную форму эластичной транспортерной ленте (приложение В).

Новизна заключается изготовлении рамы цельной из стального штампованного профиля с установкой крыльев под 45 либо 60 градусов. Преимущества штамповочного производства:

-Высокая консервация стали по сравнению со сплошным прямоугольным или квадратным сечением.

-Универсальность- может использоваться для большинства приложений несущих элементов.

-Наличие широкого диапазона определенных сечений в руководствах по проектированию стали, позволяет оптимизировать конструктивный дизайн.

-Обеспечивает хорошую совместимость для подключений к другим основным или дополнительным участникам.

-Высокая производительность процесса, возможность массового производства.

-Хорошая точность размеров и качество поверхности штампованных деталей.

-Компактность заготовки, минимум отходов материала.

-Получения сложных форм деталей, в том числе с выступами, впадинами, профилями.

-Хорошие механические свойства штамповок за счет упрочнения металла.

Уменьшение угла наклона роликов симметрично расположенных друг другу, способствует центрированию ленты и облегчает ее возврат в первоначальное положение. Изготовлены ролики (рисунок 40), роликоопоры с рамой, а так же транспортеры с указанными ранее характеристиками.

Рисунок 40-Экспериментальные ролики

Рисунок 41-Экспериментальные роликовая опора желобчатая с рамой

Рисунок 42-Экспериментальные ролики и роликовые опоры желобчатая с рамой

Рисунок 43-Экспериментальные транспортер с углом наклона боковых роликов $\alpha_p = 20^0$

Рисунок 44-Экспериментальные транспортер с углом наклона боковых роликов $\alpha_p = 30^0$

Рисунок 45- Конвейер с экспериментальными роликами с углом наклона боковых роликов $\alpha_p = 45^0$

Также выглядят и транспортер с углом наклона боковых роликов $\alpha_р = 60^0$ град., из-за схожести фото не приводится.

3.4.1 Определение частоты вращения приводного барабана

Для измерения частоты вращения приводного барабана, а, следовательно, и линейной скорости движения ленты транспортёра (рисунок 46), использовался тахометр ТЧ10-Р, соответствующий требованиям ГОСТ 21339–82 (рисунок 47).

Перед началом измерений прибор устанавливался строго по центру приводного вала (см. вал на рисунке 35) и надёжно фиксировался. После активации установки проводились замеры скорости вращения вала.

Каждое измерение выполнялось трижды. Полученные значения вносились в таблицу экспериментальных результатов, по которым затем рассчитывалось среднеарифметическое значение частоты вращения.

Рисунок 46 - Приводной вал

Рисунок 47-Тахометр ТЧ10-Р

3.4.2 Определение энергоемкости процесса транспортирования

Для анализа энергетических затрат при транспортировке зернового материала с высоким уровнем засорённости применялся лабораторный измерительно-аналитический комплекс «ВП ТОЭ», функционирующий на

основе интегрированного программного обеспечения. Использование данного оборудования способствовало повышению точности регистрации параметров, автоматизации процессов сбора данных и устранению необходимости ручного ввода информации в компьютер.

Фиксация электрических характеристик (напряжения и силы тока) осуществлялась посредством виртуальных измерительных модулей, реализованных в программной среде LabVIEW. Эти модули работали в комплексе с персональным компьютером, оснащённым интерфейсной платой ввода-вывода PCI 6023(24) производства компании National Instruments.

Подключение измерительной системы к ПК обеспечивалось посредством разъёма типа 330, соединённого с устройством плоским кабелем. Конфигурация разъёма включала восемь дифференциальных аналоговых каналов: ACH0–ACH8, ACH1–ACH9, ACH2–ACH10, ACH3–ACH11, ACH4–ACH12, ACH5–ACH13, ACH6–ACH14, ACH7–ACH15, соответствующих номерам каналов от 0 до 8.

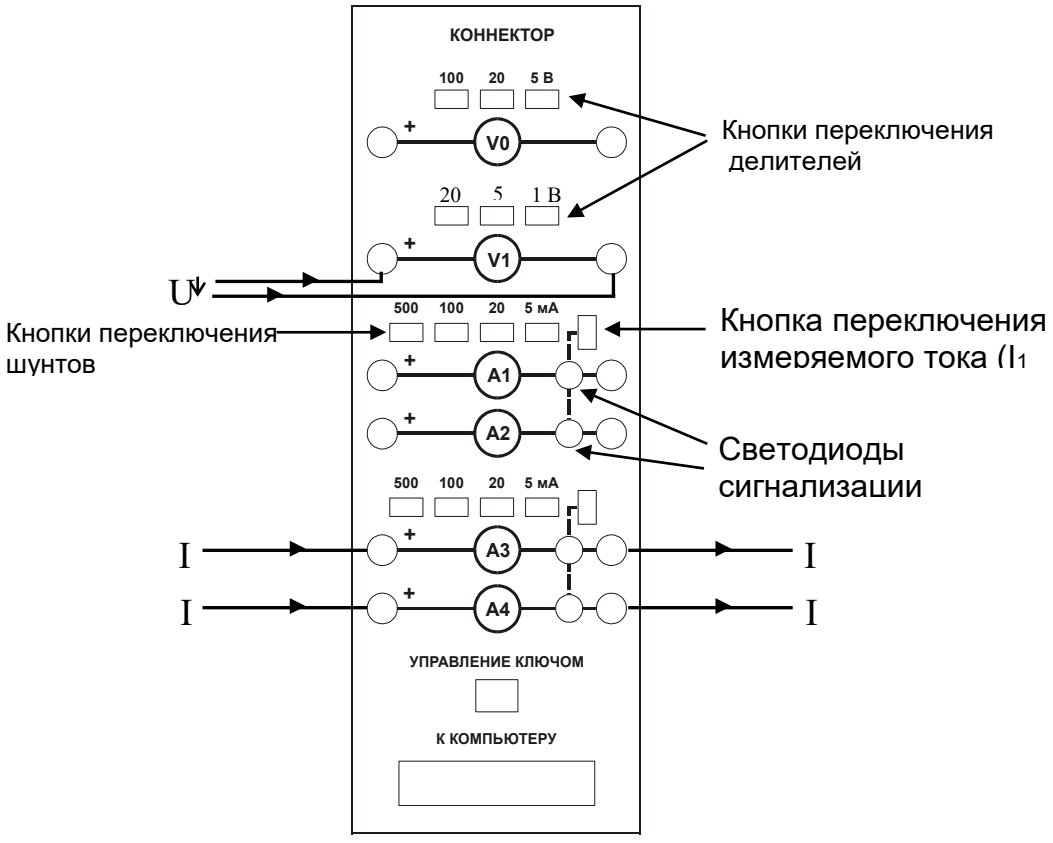


Рисунок 48 – Общий вид лицевой панели коннектора

Устройство содержит:

- два канала регистрации электрического напряжения;
- два канала для измерения силы тока;
- схемы делителей напряжения и шунтирующие элементы для корректного ввода сигналов;

- блоки гальванической развязки, обеспечивающие фильтрацию и защиту измерительных цепей;

- интерфейсный модуль для подачи управляющих импульсов на электронный ключ; - коммуникационный интерфейс для подключения к ПК через плоский кабель.

Схема подключения представлена на рисунке 48.

Для осуществления регистрации электрических параметров использовалось специализированное виртуальное приложение, разработанное в графической среде программирования LabVIEW. Данное программное решение позволяет в автоматическом режиме вычислять значения электрического сопротивления, углы сдвига фаз, а также активную и полную мощность, опираясь на текущие значения токов и напряжений, поступающих на вычислительное устройство через интерфейсный модуль подключения.

Графический интерфейс программной среды обеспечивает наглядное отображение результатов измерений в режиме реального времени. Визуальное представление параметров измерения приведено на рисунке 49.

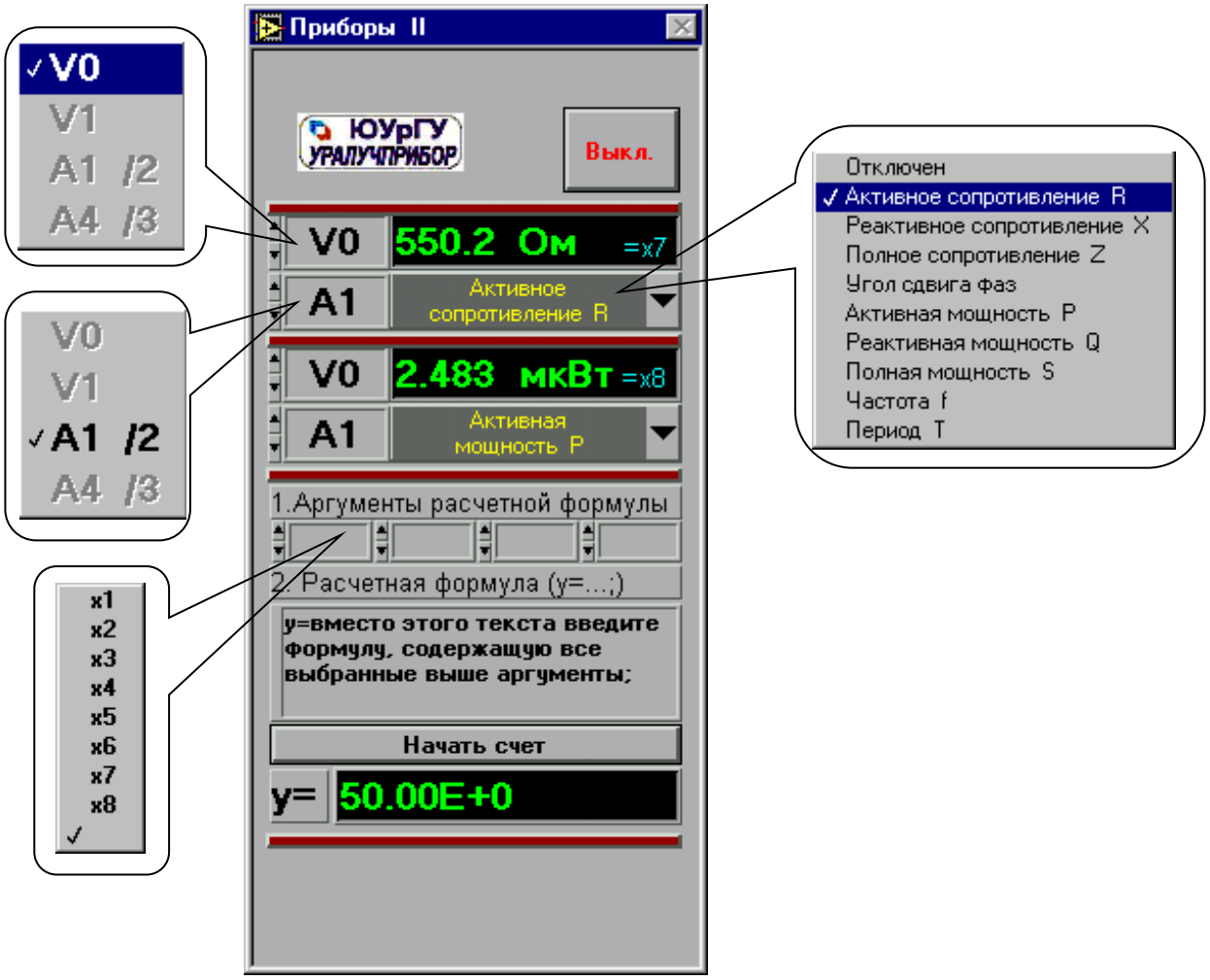


Рисунок 49 – Внешний вид программной оболочки

Выводы по разделу 3

1. Разработана методика определения производительности работы ленточного конвейера сильно засоренного зерна с обоснованием угла наклона желобчатых роликоопор.

2. Изготовлены экспериментальные установки с углами наклона роликоопор 20,30,45 и 60 градусов. Подготовлено сертифицированное оборудования для контроля параметров: Анализатор качества зерна Infratec 1241, весы автомобильные, измеритель параметров микроклимата «Метеоскоп-М». а также многопрофильная лаборатория завода элеваторного оборудования «Астык».

3. Эмпирическим путем определена скорость транспортера с помощью измерения частоты вращения приводного барабана.

4. На лабораторном комплексе «ВП ТОЭ» с соответствующим программным определены энергоемкость процесса транспортирования. Установленная мощность электродвигателя 15 кВт, однако изменения в затратах энергии при выполнении экспериментов не выходили за 5%, т.е. предел ошибки, по этой причине в расчетах не использовали.

5. Определение влажности зерна осуществлено по двум методикам для более точного получения этого показателя, т.к. это важно для сохранности материала низкого качества.

6. Для разработки нового оборудования произведен расчет основных элементов емкости для хранения сильно засоренных зерновых культур и основных элементов вентилятора.

4 РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

4.1 Насыпная плотность сильно засоренных зерновых культур

В результате проведенных исследований плотности сильно засоренных зерновых культур после пересчета и учета влажности, в тоннах на 1 м^3 получаем значения (Таблица 34)

Таблица 34 - Результаты определения плотности сильно засоренных зерновых культур ρ, кг/м^3

Показатель	Количество замеров				
	1	2	3	4	5
ρ, кг/м^3	547,2	548,9	551,3	549,2	548,8

Среднее значение плотности сильно засоренных зерновых культур ρ= 549,08 кг/м^3.

4.2 Определение влияния угла наклона боковых роликовых опор на производительность ленточного транспортера

После проведения экспериментов установлено, что значение потребляемой мощности электроприводом не превышает 5%, т.е. входит в ошибку опыта, по этой причине считаем только производительность ленточного транспортера. После трехкратных замеров и перерасчета на тонны в час получили производительность в зависимости от угла наклона роликоопор (таблица 35).

Таблица 35 - Результаты экспериментальных исследований влияния угла наклона роликоопор на производительность ленточного конвейера

Повторность №1				
Показатель	Угол наклона роликоопоры, град.			
α, град.	20	30	45	60
Q, т/ч	172,3	186,7	160,3	104,5
Повторность №2				
α, град.	20	30	45	60
Q, т/ч	173,9	184,3	159,3	102,2
Повторность №3				
α, град.	20	30	45	60
Q, т/ч	170,2	187,3	158,1	100,7

4.3 Результаты сравнения теоретических и экспериментальных исследований

Анализ согласованности между теоретически рассчитанными и экспериментально полученными данными, характеризующими влияние угла наклона роликоопор на производительность транспортёра при перемещении сильно засорённого зерна, осуществлялся посредством расчёта коэффициента корреляции. [68,69]:

$$К_{кор} = \frac{\sum(y_1-\overline{y_1})\cdot(y_2-\overline{y_2})}{\sqrt{\sum(y_1-\overline{y_1})^2\cdot\sum(y_2-\overline{y_2})^2}}, \quad (43)$$

где:

Y_1-средняя производительность теоретических исследований (157,572);

Y_2- средняя производительность экспериментальных исследований (154,98);

Y_1,Y_2-текущие значения теоретических и экспериментальных исследований.

Таблица 36 - Расчет коэффициента корреляции

Показатель	Угол наклона роликоопоры, град.			
α, град.	20	30	45	60
Q ср.экс. т/ч (Y_2)	172,13	186,1	159,23	102,47
Q ср.теор. т/ч (Y_1)	177,2	185,7	163,348	104,04

$К_{кор}$ равен 0.9, что свидетельствует о тесной корреляции экспериментальных и теоретических результатах.

Из проведенных исследований установлен оптимальный угол наклона роликоопор-30 градуса, производительность при этом равен 186,1 тонн в час.

4.3.1 Прочие результаты экспериментальных исследований

-Скорость воздушного потока 6 м/с;

-Влажность воздуха 26-27%;

-Температура воздуха в силосе 21-22 градуса;

-Влажность зерна-14,5 %;

-Скорость движения ленты транспортера-1,6 м/с;

4.4 Производственные испытания

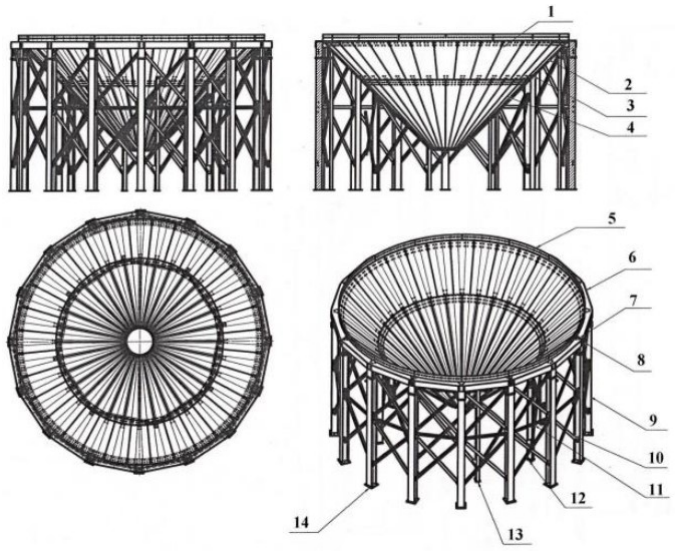
Для проведения производственных испытаний была изготовлена экспериментальная установка (Рисунок 50)

Рисунок 50-Экспериментальная установка для производственной проверки

В результате проведенных производственных испытаний установлена оптимальное расположение роликовых опор- 30 градусов, при этом производительность составила 186,1 т/ч. (Приложение П)

4.5 Разработка новых устройств технологических процессов сильно засоренных зерновых культур

4.5.1 Опорная рама силоса



1-конус рамы, 2-сектор первого ряда, 3-место сборки конуса болтовыми соединениями, 4-сектор второго ряда, 5-кольцевая форма обода рамы из 16 сегментов, 6-сегмент кольца в форме полумесяца, 7-соединение стойки с соединителем, 8-соединение полой стойки с сегментом обода болтовыми соединениями, и двумя прокладками, 9-стойка рамы силоса, 10-диагональная связь стойки подрамника, 11-горизонтальная связь стойки подрамника, 12-пластины стойки подрамника, 13-вертикальная опора подрамника, 14-пластина-пятка.

Рисунок 51-Опорная рама силоса

В диссертации разработана новая опорная рама силоса (патент на полезную модель №8464), (приложение 3) из профильного металлопроката и листового металлопроката, состоящая из стоек рамы в количестве шестнадцати штук, соединителя, подрамника, двух пластин, опорного обода из шестнадцати сегментов, пластины-пятки, двух прокладок, опорных стоек, сегментов кольца в форме полумесяца, отличающаяся тем, что для усиления нижнего конуса дополнительно содержит восемь вертикальных опор подрамника, изготовленных из двутавра, с двумя диагональными связями на каждой опоре подрамника. Опорная рама силоса показана на рисунке 51.

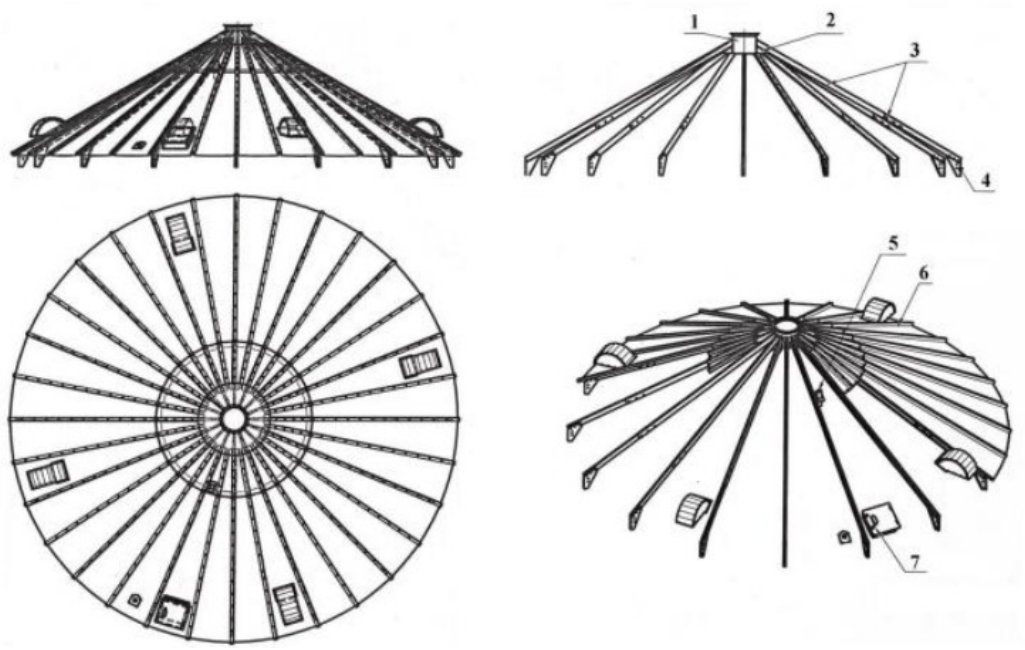
Опорная рама силоса изготавливается с помощью лазерного станка и листогибочного оборудования и представляет собой металлическую конструкцию из профильного металлопроката, стали 20 и листового металлопроката стали S350 350-450Zn. Стойки рамы изготавливаются из профильного двутавра 20К1, в количестве 16 штук. Соединяя между собой части диагональными и горизонтальными связями, на нижнюю опору стойки приваривается пластина пятка из листа толщиной 14мм. Для соединения стойки с соединителем используется лист толщиной 10 мм. Стойка полая соединяется с сегментом обода болтовыми соединениями и двумя прокладками. В опорную раму силоса входят дополнительно восемь вертикальных опор подрамника для усиления нижнего конуса с двумя диагональными связями на каждой стойке подрамника. Стойка подрамника имеет две пластины толщиной 10 мм приваренных к торцам стойки подрамника. Стойка подрамника изготавливается из двутавра 18У. Опорный обод рамы представляет собой кольцевую форму, состоящую из 16 сегментов, собранных между собой пластинами и опорными стойками. Сегмент кольца имеет форму полумесяца для соединения с конусом и цилиндром силоса. Детали сегмента изготавливаются из листа толщиной - 10 мм, 8 мм, 5 мм. Конус рамы размером 7000х930 мм высотой 3100 мм. Сборной конструкции из сектора в два ряда по 32 шт., толщиной каждого сектора – 3 мм стали S350 мм Zn 350-450. Конус собирается болтовыми соединениями М10х30 класса прочности 8,8 мм10.9.

4.5.2 Крыша силоса

Разработана новая крыша силоса, она дана на рисунке 52 (патент на полезную модель №8465) (приложение 4).

Крыша силоса, выполненная из оцинкованных элементов, состоящая из рамы и секторов, скрепляемых ребрами жесткости, высотой 200 мм, отличающаяся тем, что крыша имеет конусную форму под углом 32 градуса у основания, крыша выполняется из прогонов швеллера телескопического исполнения и накладываемых на опорные кронштейны приемной горловины диаметром 400 мм из листа толщиной 4 мм в виде цилиндра, сектора крыши изготавливаются из листа толщиной-1,2 мм в количестве 32шт., в два ряда лазерной резкой и гибки на листогибочном станке, на крыше предусмотрен загрузочный канал, а также смотровой люк и фиксаторы термоподвесок,

соединения обеспечиваются болтами, в которых закладываются уплотнительные прокладки.



1-приемная горловина крыши, 2-опорные кронштейны приемной горловины крыши силоса, 3-прогоны швеллера, 4-ребра жесткости крыши силоса, 5- фиксаторы термоподвесок, 6-сектора крыши из листа толщиной-1,2 мм в количестве 32шт, 7- смотровой люк, 8- угол 32 градуса крыши.

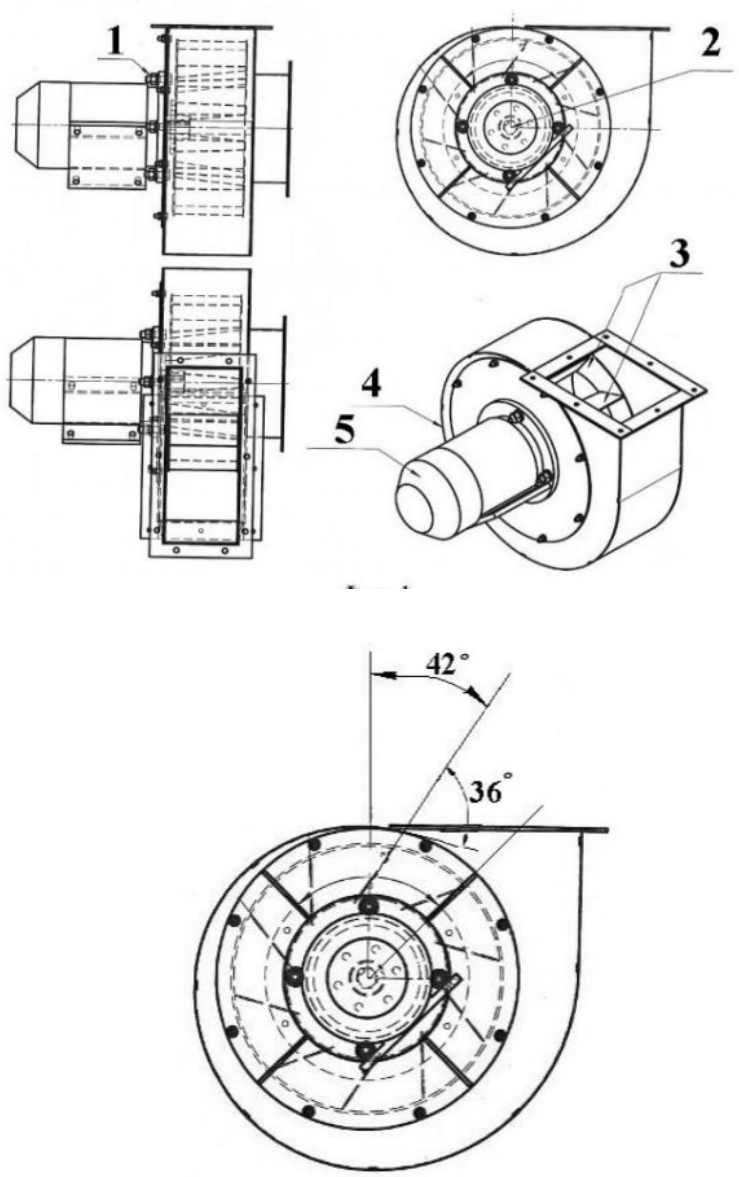
Рисунок 52 - Крыша силоса

Задача предлагаемой полезной модели заключается в создании надежного простого способа изготовления и монтажа конструкции силосного комплекса различных емкостей с высокой герметичностью соединений и атмосферостойкостью из типовых деталей – панелей листового проката и типовых сборочных элементов, не требующих сложной обработки при их изготовлении, а при монтаже - специального, дополнительного оборудования при оптимизации металлоемкости конструкции и снижения трудоемкости изготовления и монтажа. Крыша силоса собирается из специальных секторов, скрепляемых ребрами жесткости, высота которых достигает 200 мм. Сектора выполняются из стали, прошедшей оцинковку. С точки зрения защитных качеств материала, крыша является наиболее требовательной частью конструкции. Дополнительно металлические силосы для хранения зерна - это конструкции, которые, помимо содержания, должны обеспечивать и возможность загрузки продукции. В предлагаемом способе производства силоса, крыша имеет конусную форму под углом 32 градуса у основания, и крыша выполняется из прогонов швеллера телескопического исполнения накладываемых на опорные кронштейны приемной горловины диаметром 400 мм из листа толщиной 4 мм в виде цилиндра. Детали сектора крыши изготавливаются из листа толщиной-1,2

мм в количестве 32шт. в два ряда лазерной резкой и гибки на листогибочном станке. Вертикальная лестница высотой 16330 мм собирается из профилей, гнутых на листогибочном станке и лазерном станке. На крышке предусмотрен загрузочный канал, а также смотровой люк и фиксаторы термоподвесок. Корпус представляет собой конструкцию из панелей с волнистой текстурой. Соединения обеспечиваются болтами, в которых закладываются уплотнительные прокладки. Как и в случае с металлом крыши, основа выполняется из оцинкованных элементов. Благодаря этому решению силосы для хранения зерна не ржавеют и обладают повышенными свойствами стойкости к внешним воздействиям. В зависимости от требований, силос может представлять собой типовой резервуар или многофункциональную систему, позволяющую обеспечивать несколько циклов в обращении с зерном. Монтаж крыши силоса производят следующим образом. К приемной горловине диаметром 400 мм по окружности прикручиваются опорные кронштейны в количестве 16 штук болтовыми соединениями М12. Следующий этап – это подготовка ригелей (на фигуре не показано) к ребрам жесткости, методом наложения по плоскости прикручиваются прогоны швеллера телескопического исполнения внахлест друг другу, образуя телескопический прогон. Данный этап необходимо повторить 15 раз. Сборка крыши производится зеркально, устанавливая, друг к другу прогоны швеллера с установленными ребрами, прикручивая их боковой стенкой к опорным кронштейнам, прикрученным к приемной горловине. В процессе сборки образуется крыша. К крыше методом наложения скрепляются специальные сектора (настил крыши), соединяясь друг с другом методом замка. Закрепление секторов крыши производится как между собой, так и с каркасом крыши. Получив каркас крыши силоса производится установка смотрового люка и фиксатора термоподвески. Для дальнейшей сборки силоса подъемным механизмом (автокран), просунув ветви стропа (грузоподъемного механизма в приемную горловину), зацепив крюком за цилиндр, поднять всю конструкцию на 1,5 м и к ребрам жесткости методом нахлеста прикручиваются стеновые панели цилиндра силоса в количестве одного яруса последнего ряда. Приподняв конструкцию с последним рядом цилиндра на высоту не менее 2000 мм., устанавливают вертикальные силовые стойки в количестве 16 штук. К данным стойкам прикручивают кронштейны подъема силоса зеркально друг к другу в количестве 4 штук, отступая друг от друга на расстоянии через три стойки, опустив конструкцию на площадку, отцепив ветви стропов от цилиндра силоса и перецепив 4-ветвевым стропом за кронштейны подъема, установленным на вертикальных силовых стойках.

4.5.3 Вентилятор для силоса

Разработан новый вентилятор для силоса, показанный на рисунке 53 (патент на полезную модель №8670) (приложение Ж).



Фигура 1-общий вид, фигура 2 -угол установки лопастей, угол между лопатками оси X и Y. где позициями обозначены: 1- болтовое соединение электродвигателя с корпусом улитки, 2-вал электродвигателя, 3- крыльчатка с лопастями, 4-корпус улитки, 5- электродвигатель.

Рисунок 53-Вентилятор для силоса

Вентилятор для силоса, выполненный из металлического листа, с крыльчаткой и лопастями, с корпусом в виде улитки, соединяемым болтами к электродвигателю, в котором лопасти в количестве десяти штук изготовлены из листа стали 3пс. толщиной 3 мм., угол установки лопастей на крыльчатке диаметром 400 мм равен 42 градусам от оси X и Y, угол между лопастями равен 36 градусам, ширина лопастей 155 мм. Вентилятор для силоса направлен на повышение производительности обработки семян и снижения энергозатрат за счет обеспечения более равномерного распределения воздуха, подаваемого вентилятором в пространство силоса. Он позволяет остужать зерновую массу

после сушки зерна, а также очищать зерно от мелкой пыли при загрузке на временное хранение в силосе. Вентилятор для силоса имеет десятилопастную крыльчатку диаметром 400мм шириной 155мм установленном на валу электродвигателя под углом 42 градуса от оси X и Y, и угол между лопатками, то есть между собой равен 36 градусов. Соединение электродвигателя с корпусом улитки производится болтовыми соединениями. Покраска вентилятора имеет антикоррозийное покрытие. Преимуществом такого вентилятора является малогабаритность, вес и производительность. Технические характеристики вентилятора:1)производительность - 2300 $м^3$/ч; 2) напряжение – 230 (380) В; 3) мощность - 95 Вт; 4) скорость вращения -1450 об/мин; 5) корпус выполнен из металлического листа толщиной - 3мм стали 3пс; 6) крыльчатка и лопасти изготовлены из листа толщиной - 3мм стали 3пс. Зерно подается через приемную горловину в силос сверху с помощью нории или цепного транспортера верхней галереи, после процесса сушки и очистки зерна для остужения и проветривания от мелких примесей. Также проветривание от мелких примесей может производиться перед засыпкой на временное хранение, перед очисткой и перед сушкой зерна. После заполнения силоса вентилятор продолжает работу, пронизывая воздушным потоком слой зерновых культур и выводя наружу мелкую примесь и тепло.

4.6 Экономическая эффективность научных исследований

Годовой удельный экономический эффект получили по экономии приведенных затрат [70-72]:

$$Э_{уд.ф}=(И_{с.б}+E_{н.}*K_б/Q_{г.б.})-(И_{с.э.}+E_{н.}*K_н/Q_{г.э.}) \quad (44)$$

где $И_{с.б}$ и $И_{с.э}$ - себестоимость единицы продукции по базовому и новому вариантам, тенге/т; $K_б$ и $K_н$- удельные (в расчете на единицу продукции) капитальные вложения в базовом и новом вариантах, тенге/т; $E_н$ - нормативный коэффициент капитальных вложений (0,15); $Q_{г.б.}$,$Q_{г.э.}$- применение результатов в расчетном году (тонн), базового и экспериментального вариантов.

«Под удельными капитальными вложениями принято понимать капитальные вложения, что приходятся на единицу объема выпуска товаров, обеспеченного за счет соответствующих вложений (либо на единицу иного значимого хозяйственного показателя – данный нюанс мы рассмотрим чуть позже). В свою очередь, капитальные вложения – это инвестиции предприятия в основные средства (представленные, в частности, строительством, реконструкцией, закупкой соответствующих объектов, проведением проектно-изыскательских работ).»

В качестве базового серийного транспортера принят подобный по техническим характеристикам транспортер ЛКГ 10-0,8 (Таблица 36) [73].

Для определения себестоимости транспортировки тонны сильно засоренного зерна рассчитаны эксплуатационные издержки, являющиеся переменной частью себестоимости машины, по формуле:

$$И = З + А_м + Т + С + Х ; \quad (45)$$

где $З$ - заработная плата обслуживающего персонала, тенге/т; $А_м$ - удельные затраты на амортизационные отчисления, тенге/т; $Т$ – удельные затраты на ТО и ремонт, тенге/т; $С$ – удельные затраты на электроэнергию, тенге/т; $Х$ – удельные затраты на хранение, тенге/т.

Удельную заработную плату рассчитали по расценкам стоимости одного часа работы оператора:

$$З = Л \cdot З_п / g , \quad (46)$$

где $Л$ – количество обслуживающего персонала, необходимой квалификации; $З_п$ – часовая тарифная ставка, тенге; g - производительность машины за час работы, т/ч. Минимальная заработная плата РК в месяц 85000 тенге , часов работы в неделю 40, итого 565,2 тенге в час.

По производственной проверке производительность экспериментального транспортера оказалась выше в 2,2 раза чем у базового:

$$g_б = 85 \text{ т/ч}, \quad g_э = 186,1 \text{ т/ч}$$

Часовая производительность ЛКГ 10-0,8, принятой в качестве базового транспортера, близкого по техническим характеритикам, по приведенной технической характеристике при переработке смеси (таблица 37) равна 85 т/ч.

Заработная плата рабочего при использовании базового ЛКГ 10-0,8:

$$З_б = 1*562,5/85 = 6,62 \text{ тенге/т}$$

Экспериментального:

$$З_э = 1*562,5/186,1 = 3,02 \text{ тенге/т}$$

Таблица 37-Технические характеристики ленточного конвейера

Технические характеристики ленточного конвейера SMX ЛК с гладкой лентой, желобчатый				
Наименование	ЛКГ 10-0,8	ЛКГ 12-0,8	ЛКГ 16-0,8	ЛКГ 18-0,8
1	2	3	4	5
Производительность, т/час	85	85	85	85
Тип материала	сыпучий	сыпучий	сыпучий	сыпучий
Тип ленты	гладкая	гладкая	гладкая	гладкая
Тип конвейера	желобчатый	желобчатый	желобчатый	желобчатый
Угол наклона, градусы	до 30	до 30	до 30	до 30
Скорость движения, м/с	1,2	1,2	1,5	1,5
Длинна, мм	10000	12000	16000	18000

Продолжение таблицы 37

1	2	3	4	5
Ширина, мм	800	800	800	800
Установленная мощность, кВт	15	15	18,5	18,5
Напряжение питания, В	380	380	380	380
Стоимость, РР	467 100	583 200	894 200	971 600

Амортизационные отчисления, приходящиеся на единицу продукции, определили по следующему выражению:

$$A_м = Б \cdot a / 100 \cdot Q_г, \quad (47)$$

где $Б_б$, $Б_э$ – балансовая стоимость ЛКГ 10-0,8 и экспериментального транспортера; a – норма амортизационных отчислений, a = 16,6%; Q – годовая выработка базовой ЛКГ 10-0,8, т (≈50 000т).

$$Б_б = Ц_б * ή = 2260764 * 1,1 = 2\,486\,840 \text{ тенге} \quad (48)$$

$$Б_э = Ц_э * ή = 555536,83 * 1,1 = 611090,513 \text{ тенге} \quad (49)$$

где $Ц_б$ – оптовая цена ЛКГ 10-0,8 467100 тенге [таблица 36], по курсу 4,84 тенге за тенге -2260764 тенге; $Ц_э$- цена экспериментального транспортера (таблица 37) 555536,83 тенге; η - коэффициент, учитывающий расход на доставку и монтаж, 1,1…1,125.

Годовая выработка машины:

$$Q_г = q \cdot t \cdot D, \quad (50)$$

где q-производительность машины, 85 т/час; t – число часов работы в смену, t = 7 часов; D – число рабочих дней в году, D = 290 дней.

Для базовой машины:

$$Q_{г.б.} = 85 * 7 * 290 = 172550 \text{ т.}$$

Для экспериментальной машины:

$$Q_{г.э.} = 186,1 * 7 * 290 = 377783 \text{ т.}$$

Таблица 38-Калькуляция экспериментального транспортера (Приложение Г, Е, З)

ТРЕБОВАНИЕ-НАКЛАДНАЯ № 380

Коды

Товарищество с ограниченной ответственностью "Завод элеваторного оборудования "Астык" ОКПО

Дата составления	Код вида операции	Отправитель: структурное подразделение	Отправитель: вид деятельности	Получатель: структурное подразделение	Получатель: вид деятельности	Корреспондирующий счет, субсчет	Корреспондирующий код аналитического учета	Учетная единица выпуска продукции
31.10.23		Основной склад		Производство		8110		

Через кого

Затребовал Разрешил

Корреспондирующий счет, субсчет	Корреспондирующий код аналитического учета	Материальные ценности: наименование	Материальные ценности: номенклатурный номер	Единица: код	Единица: наименование	Количество: затребовано	Количество: отпущено	Цена	Сумма без учета НДС	Порядковый номер по складско
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1310		Труба профильная 80*80*4 12 мм	00030000438	166	кг		110,000	441,96	48 615,95	
1310		Труба профильная 120*80*4 12 мм	00030001049	166	кг		30,000	419,64	12 589,29	
1310		Круг 110 мм ст 45	00030008654	006	м		0,500	25 758,04	12 879,02	
1310		Круг 56 ст. 20	00030008651	006	м		0,500	13 338,84	6 669,42	
1310		Круг 40 мм ст.3	00030008657	006	м		1,800	6 784,68	12 212,42	
1310		Круг 56 ст. 20	00030008651	006	м		1,500	13 338,84	20 008,26	
1310		Лист холоднокатанный 1,2 (1,25х2,5)	00030006236	168	т		0,005	509 954,00	2 549,77	
1310		Лист горячекатанный 3,0х1250х2500	00030002213	166	кг		74,000	384,33	28 440,76	
1310		Лист 5х1500х6000	00030006032	0166	кг		40,000	379,46	15 178,57	
1310		Лист металлический 1500х6000х8,0 мм	00030000051	0166	кг		30,000	379,46	11 383,93	
1310		Лист 10х1500х6000	00030000805	166	кг		60,000	379,47	22 767,90	
1310		Лист 14х1500х6000	00030006077	0166	кг		70,000	444,64	31 124,95	
1310		Лист 40,0х1500х6000	00030006694	0166	кг		5,000	462,50	2 312,50	
1310		Труба профильная 120*80*4 12 мм	00030001049	166	кг		119,000	419,64	49 937,50	
1310		Круг 56 ст. 20	00030008651	006	м		2,000	13 338,84	26 677,68	
1310		Швеллер № 10П	00030001046	0166	кг		26,130	452,95	11 835,58	
1310		Гайка М20 ДИН 934 CLASS5.8 КИТАЙ	00030007580	166	кг		0,800	527,69	422,15	
1310		Шайба пружинная ДИН127 М12 CLASS8,8 КИТАЙ	00030007588	166	кг		0,150	499,33	74,90	
1310		Труба профильная 120*80*4 12 мм	00030001049	166	кг		18,500	419,64	7 763,39	
1310		Труба 50х5,0 L=6,0	00030008269	0166	кг		256,000	419,86	107 485,43	
1310		Канат стальной дм 14мм	00030004205	006	м		8,000	812,50	6 500,00	
1310		Мотор-редуктор 0,63-17-0,37	00030004114	0796	шт		1,000	64 533,93	64 533,93	
1330		Гужи	00000001310	0018	пог.м		10,000	263,60	2 636,02	
1310		Подшипниковыйй узел UCP 207	00030008817	0796	шт		2,000	2 321,43	4 642,86	
1310		Подшипник 180206	00030000931	0796	шт		4,000	446,43	1 785,71	
1310		Кольцо стопорное внешнее 32х1,5 мм	00030006711	0796	шт		2,000	223,22	446,43	
1310		Подшипник 180208	00030001526	0796	шт		3,000	1 577,38	4 732,15	
1310		Лента конвейерная В=300мм	00030005512	0018	пог.м		23,000	1 071,43	24 642,86	
1330		Ролики L-700 (РП-650)	00000000202	0796	шт		16,000	382,14	6 114,28	
1330		Ролики L-550 (РП-500)	00000000235	0796	шт		12,000	334,82	4 017,86	
1310		Эмаль ПФ-115 белая	00030008536	796	шт		1,000	2 480,36	2 480,36	
1310		Грунт универсальный Купаж фас 10 л	00030008447	796	шт		1,000	2 075,00	2 075,00	
					Итого		928,885	X	555 536,83	

Отпустил _____ (должность) _____ (подпись) Павловский О.А. (расшифровка подписи)

Получил _____ (должность) _____ (подпись) _____ (расшифровка подписи)

Таким образом, амортизационные отчисления на базовый транспортер составляют:

$А_{мб}$=2 486 840*16,6/100*172550=2,39 тенге/т;

$А_{мэ}$=611090,513 16,6/100*377783=0,268тенге/т.

Удельные затраты на ТО и текущий ремонт:

$Т_{б}$=2 486 840*18,8/100*172550= 2,709 тенге/т.

$Т_{э}$=611090,513 18,8/100*377783=0,304 тенге/т.

где R- отчисления на ремонт и техническое обслуживание $R = 18{,}8\%$.

Стоимость электроэнергии, приходящейся на единицу произведенной продукции:

$$С_{э.б.}=Р_{уд.}* Ц_{э} = 2{,}647 * 36{,}93 =97{,}75 \text{ тенге/т.} \quad (51)$$

$$С_{э.э.}= Р_{уд.}* Ц_{э} =1{,}2*36{,}93=44{,}316 \text{ тенге/т.} \quad (52)$$

где:

$Р_{уд}$ – удельный расход электроэнергии, кВт/ч/т.;

($Р_{уд.\ б}$ = 2,647 кВт/ч/т., $Р_{уд.\ э}$ = 1,2 кВт/ч/т.);

$Ц_{э}$ – стоимость одного кВт·ч, тенге.

($Ц_{э}$ = 36,93 тенге с НДС за 1 кВт/ч.).

Затраты на хранение, из-за их незначительности, в расчетах не учтены.

Эксплуатационные издержки базового транспортера ЛКГ 10-0,8:

$И_{с.б.}$=6,62+2,39+2,709+97,75 =109,47 тенге/т.

Эксплуатационные издержки экспериментальной машины без затрат на амортизацию и ремонт, составляют:

$И_{с.э}$=3,02+44,316=47,336 тенге/т.

Лимитная цена экспериментального ленточного транспортера для работы с сильно засоренными зерновыми культурами равна:

$$Ц_{л} = \frac{Б \cdot \alpha + (И_{с} - И_{э}) \cdot Q}{1 + 0{,}01 \cdot (\alpha + \beta \cdot R)} = [611090{,}513*1{,}15+(109{,}47-47{,}336)*186{,}1]/[1+0{,}01*(1{,}15+1*18{,}8)]=3589533{,}82 \text{ тенге.} \quad (53)$$

где:

α - коэффициент изменения годовой выработки (α=1,15);

β - коэффициент отношения фактической и нормативной, для которой установили ремонтные отчисления ($\beta = 1{,}0$).

Расчёт себестоимости опытного образца ленточного транспортера, предназначенного для работы с зерновыми культурами с высоким содержанием примесей, производится на основании формулы 5.11.

$$C_к = C_м + C_{из} + C_{пок.изд.} + C_{сб} \tag{54}$$

где:

$C_м$ - затраты на приобретение и использование конструкционных материалов, выраженные в тенге;

$C_{из}$ – стоимость производственных операций по изготовлению отдельных деталей и компонентов конструкции, тенге;

$C_{пок.изд.}$ - совокупная стоимость покупных изделий и стандартных комплектующих, используемых в сборке, тенге;

$C_{сб}$ - расходы, связанные с проведением сборочных работ, выраженные в тенге.

Стоимость материала конструкции определяется по формуле 5.12:

$$C_м = m \times C'_м \tag{55}$$

где:

m – масса используемого материала (в килограммах) или его длина, измеряемая в погонных метрах;

$C'_м$ – удельная стоимость одного килограмма или одного погонного метра материала, выраженная в тенге;

$C_м$ – общая стоимость материалов конструкции, рассчитываемая как произведение массы (или длины) материала на его удельную цену.

Значение См определяется на основе данных таблицы 5.2, исключая расходы на ролики.

$C_м$=594418,53 тенге.

Стоимость изготовления деталей находим по формуле 56:

$$C_{из} = t_д \times C_{ч.сл} \tag{56}$$

где:

$t_д$ – продолжительность времени, необходимого для изготовления деталей, в часах (в расчетах принято значение 24 ч);

$C_{ч.сл}$ – часовая тарифная ставка оплаты труда слесаря-станочника, выраженная в тенге (в расчетах используется значение 562,5 тенге/ч).

По формуле 56 рассчитываем:

$$С_{из} = 24 \times 562{,}50 = 13500 \text{ тенге.}$$

Стоимость изготовления роликов даны в таблице 37 и 38. Для нашего

случая желобчатых роликов 33 длиной 0,3 м, учитывая дополнительные в зоне погрузки на 10-метровом транспортере, поддерживающих-5 длиной 0,7 м.

Таблица 39 - Стоимость изготовления рамки транспортера

Рамка РЖ-500			
Наименование	Кол-во, кг (шт.)	Цена за кг, шт	Сумма в тенге
Лист 3 мм	8	444	3552
Лист 4 мм	0,5	434	217
Итого материала			3769
Рамка РЖ-650			
Лист 3 мм	8,5	444	3774
Лист 4 мм	0,5	434	217
Итого материала			3991
Рамка РЖ-800			
Лист 3 мм	8,7	444	3862,8
Лист 4 мм	0,5	434	217
Итого материала			4079,8

Таблица 40 –Стоимость изготовления ролика

Ролик РЖ-500					
п/п	Наименование	Длина, м, шт.	Вес, кг.	Цена за ед./кг.	Общая
1	2	3	4	5	6
1	Труба 89×4	0,18м	1,5кг	570	855
2	Круг 22	0,23м	0,706кг	442	312
3	Лист 1,5	0,029м.кв.	0,34кг	695	236
4	Подшипник 204	2		300	600
5	Стопорное кольцо на 20	2		30	60
					2063
Ролик РП-500					
1	Труба 89×4	0,55м	4,6кг	570	2622
2	Круг 22	0,6м	1,84кг	442	813
3	Лист 1,5	0,029м.кв.	0,34кг	695	236
4	Подшипник 204	2		300	600
5	Стопорное кольцо на 20	2		30	60
					4331
Ролик РЖ-650					
1	Труба 89×4	0,23м	1,93кг	570	1100
2	Круг 22	0,28м	0,86кг	442	380,12
3	Лист 1,5	0,029м.кв.	0,34кг	695	236
4	Подшипник 204	2		300	600
5	Стопорное кольцо на 20	2		30	60
					2376,12
Ролик РП-650					
1	Труба 89×4	0,7м	5,87кг	570	3346
2	Круг 22	0,75м	2,3кг	442	1017
3	Лист 1,5	0,029м.кв.	0,34кг	695	236

Продолжение таблицы 40

1	2	3	4	5	6
4	Подшипник 204	2		300	600
5	Стопорное кольцо на 20	2		30	60
					5259
Ролик РЖ-800					
1	Труба 89×4	0,3м	2,5кг	570	1425
2	Круг 22	0,35м	1,05кг	442	464
3	Лист 1,5	0,029м.кв.	0,34кг	695	236
4	Подшипник 204	2		300	600
5	Стопорное кольцо на 20	2		30	60
					2785
Ролик РП-800					
1	Труба 89×4	0,85м	7,12кг	570	4058
2	Круг 22	0,9м	2,76кг	442	1220
3	Лист 1,5	0,029м.кв.	0,34кг	695	236
4	Подшипник 204	2		300	600
5	Стопорное кольцо на 20	2		30	60
					6174

Опорных рамок желобчатых 10 шт.-0,8 м, прямых-5шт.-0,8м. Общая стоимость изготовления составляет:

2785*33=91905 тенге;

5259*5=26295 тенге

4079,08*15=61186,2

Всего 179386,2

Стоимость покупных изделий составляет [74,75]:
Электродвигатель АИР 180 М8-386725 тенге
Щит управления -180 000 тенге

$$C_{пок.изд.} = 386725+180\ 000=566725 \text{ тенге.}$$

Оплата сборки конструкции определяется по формуле 57:

$$C_{сб} = t_{сб} \times C_{ч.сб} \quad (57)$$

где $t_{сб}$ – время на сборку конструкции, ч ; $t_{сб}$ = 15 ч;
$C_{ч.сб}$ - часовая тарифная ставка сборщика, тенге;

$C_{ч.сб}$ = 562,50 тенге;

Отсюда:

$$C_{сб} = 15 \times 200 = 8437{,}5 \text{ тенге.}$$

Подставляем известные значения в формулу 54 и получаем:
Ск = 594418,53+192886,2+566725+8437,5=1354877,23 тенге
Оптовая цена экспериментального транспортера:

$$Ц_0 = С_к * \eta' \quad (58)$$

где η' - коэффициент, учитывающий нормативную рентабельность; $\eta' = 1{,}14$

.

$$Ц_0 = 1354877{,}23 * 1{,}14 = 1544560{,}04 \text{ тенге}$$

Балансовая цена экспериментальной машины, (η - коэффициент, учитывающий расход на доставку и монтаж, 1,1…1,125) с учетом всех затрат:

$$Б.э. = 1544560{,}04 * 1{,}125 = 1737630{,}047 \text{тенге.}$$

Трудоемкость процесса работы ленточного транспортера для работы с сильно засоренными зерновыми культурами:

$$Т_р = Q_г * n/q \quad (59)$$

где *q*-производительность машины, *т/ч; n* – количество обслуживающего персонала (человек), для базового:

$$Т_{р.б.} = 172550 * 1/85 = 2030 \text{ чел.·ч/т.}$$

для экспериментального:

$$Т_{р.э.} = 377783 * 1/186{,}1 = 2030 \text{ чел.·ч/т.}$$

Амортизационные издержки на единицу продукции экспериментального ленточного транспортера для работы с сильно засоренными зерновыми культурами:

$$А_{м.е.} = Б_э * a/100 * Q_{г.э.} = 1737630{,}047 * 16{,}6/100 * 377783 = 0{,}763 \text{ тенге/т.} \quad (60)$$

Отчисления на техническое обслуживание и ремонт равны:

$$Т_{о.э.} = Б_э * R/100 * Q_{г.э.} = 1737630{,}047 * 18.8/100 * 377783 = 0{,}864 \text{ тенге/т.} \quad (61)$$

Эксплуатационные издержки (формула 45) при эксплуатации экспериментального ленточного транспортера для работы с сильно засоренными зерновыми культурами:

И=3,02+0,268+0,304+44,316=47,908 тенге/т.

Затраты на хранение, из-за их незначительности, в расчетах не учтены.

Если за капитальные вложения принять ангар для хранения сильно засоренного зерна за 18 000 000 тенге [76].

То $К_б$ и $К_н$ удельные (в расчете на единицу продукции) капитальные вложения в базовом и новом вариантах 104,317 и 47,646 тенге/т.

Удельный экономический эффект от применения экспериментального ленточного транспортера для работы с сильно засоренными зерновыми культурами составит (формула 44).

$Э_{уд.ф}$=*(109,47+0,15**104,317/172550)-(47,908+*0,15**47,646/377783)= 61,562 тенге/т.

Объем работ одного транспортера равно 50 000 тонн, годовая экономия составит:

$Э_ф = Э_{уд.ф} * Q_{год.}$ = 61,562 *50 000=3078100тенге

Срок окупаемости экспериментальной машины:

$Т_{ок} = Б_э / Э_ф$=1737630,047 / 3078100 =0,56 лет

Результаты расчета экономической эффективности приведены в таблице 41.

Таблица 41 – Показатели экономической эффективности применения ленточного транспортера работы с сильно засоренными зерновыми культурами

Показатели	Серийный	Экспериментальный
Производительность, т/ч	85	186,1
Эксплуатационные расходы, тенге/т.	109,47	47,908
Экономический эффект, тенге	-	3078100
Срок окупаемости машины, лет	-	0,56

Выводы по разделу 4

1. Определена насыпная плотности сильно засоренных зерновых культур, она составила 549,08 кг/м^3. Производительность работы ленточного транспортера сильно засоренного зерна с обоснованием угла наклона желобчатых роликоопор, для верификации полученной производительности

осуществили сравнение теоретических и экспериментальных исследований на основании коэффициента корреляции. Он равен 0,9, что свидетельствует о тесной связи полученных результатов.

2. Получены результаты экспериментальных исследований, влияющие на технологический процесс ленточного транспортера при работе с сильно засоренным зерном.

3. Для производственных испытаний изготовлена экспериментальная установка, в результате установлено оптимальное расположение роликовых опор- 30 градусов, при этом производительность составила 186,1 т/ч.

4. Разработаны новые запатентованные устройства технологических процессов сильно засоренных зерновых культур: опорная рама силоса, крыша силоса и вентилятор для силоса.

5. Определены себестоимость транспортировки тонны сильно засоренного зерна. Для этого рассчитаны следующие показатели: эксплуатационные издержки, заработная плата, амортизационные отчисления на единицу продукции, стоимость электроэнергии, приходящейся на единицу произведенной продукции, эксплуатационные издержки базового транспортера и экспериментальной установки.

6. Рассчитана себестоимость опытного образца ленточного транспортера, предназначенного для работы с зерновыми культурами с высоким содержанием примесей.

7. На основании апробированных на практике методик и материалов предприятий дана оценка экономической эффективности научных исследований. Годовой экономический эффект составил 3078100 тенге на 1 транспортер, срок окупаемости 0,56 года.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В связи с широким разнообразием типов транспортирующих устройств в данной работе была выполнена их классификация, что позволило выделить ключевые преимущества ленточных транспортеров. Среди основных достоинств – высокая производительность, которая при скорости движения ленты 6–8 м/с и достаточной её ширине может достигать 20 000 тонн в час, что значительно превосходит показатели других разновидностей конвейеров. Однако ленточные системы имеют и свои ограничения. К числу основных недостатков относятся высокая стоимость комплектующих: около 50 % от общей цены оборудования приходится на ленту и примерно 30 % — на роликоопоры. Кроме того, существует проблема просыпания транспортируемого материала, а также затруднённое использование таких транспортеров при перемещении пылевидных, горячих и тяжёлых штучных грузов, особенно на участках с уклоном свыше 18–20°. Особенно эти недостатки проявляются при работе с сильно засоренной зерновой массы примесями, состав которых рассмотрен подробно с целью выбора направления совершенствования ленточных транспортеров. Важно рассмотрение вопроса сохранности зерна низкого качества комплексно, для этого предложено совершенствование хранилищ зерна, механизированных складов и элеваторов, а также системы аспирации.

Определение производительности ленточного транспортера опирается на разработанную, в достаточной степени теоретическую базу, однако в диссертации разработан новый подход, опирающийся на исследования Александрова М.П. и законы подобия функций. Это позволило пошагово определить связь производительности и угла наклона роликов. Уточнен выбор типа и материала ленты и опорных устройств. Представлен расчет вместимости бункеров и силосов и определение суммарного расхода воздуха аспирационной системы для работы с сильно засоренным зерном.

Разработана математическая модель для определения производительности ленточного конвейера в зависимости от ширины ленты и угла наклона боковых роликовых опор. Разработанная модель показывает, что производительность конвейера возрастает с ростом ширины ленты, и для каждой ширины существует предпочтительный угол наклона роликов. Максимальные значения достигаются при ширине $B \approx 3$м и угле $\beta \approx 30\circ$.

Определено напряженно-деормированное состояние роликовых опор конвейера с использованием метода конечных элементов в SolidWorks Simulation. Результаты анализа показывает, что конструкция роликоопоры при выбранной нагрузке работает с большим запасом прочности, и разрушения или пластической деформации не произойдёт.

Проведен анализ ленты конвейера при выбранном угле наклона боковых роликов 30°, что позволит более полно оценить её поведение в условиях реальной эксплуатации. Такой анализ включает как прочностную, так и кинематическую и эксплуатационную оценку, с учётом особенностей

транспортируемого материала (в данном случае — сильно засорённых зерновых культур).

Программа экспериментальных исследований состоит из общей и частной методик. Общая методика -это обоснование насыпной плотности сильно засоренных зерновых культур и конструктивно-режимных параметров ленточного транспортера. Частная-обоснование других конструктивных решений при работе с сильно засоренными зерновыми культурами. Определение насыпной плотности выполнено для сильно засоренных зерновых культур нашего региона. Разработана методика определения производительности работы ленточного конвейера сильно засоренного зерна с обоснованием угла наклона желобчатых роликоопор. Изготовлены экспериментальные установки с углами наклона роликоопор 20,30,45 и 60 градусов. Подготовлено сертифицированное оборудования для контроля параметров: Анализатор качества зерна Infratec 1241, весы автомобильные, измеритель параметров микроклимата «Метеоскоп-М». а также многопрофильная лаборатория завода элеваторного оборудования «Астык». Для определения скорости транспортера определили частоту вращения приводного барабана и скорость получена эмпирическим путем. С целью определение энергоемкости процесса транспортирования использовали лабораторный комплекс «ВП ТОЭ» с соответствующим программным обеспечением. Установленная мощность электродвигателя 15 кВт, однако изменения в затратах энергии при выполнении экспериментов не выходили за 5%, т.е. предел ошибки, по этой причине в расчетах не использовали. Определение влажности зерна осуществлено по двум методикам для более точного получения этого показателя, т.к. это важно для сохранности материала низкого качества. Для разработки нового оборудования дан расчет основных элементов емкости для хранения сильно засоренных зерновых культур и основных элементов вентилятора.

Определена насыпная плотности сильно засоренных зерновых культур, она составила 549,08 кг/м^3. Производительность работы ленточного транспортера сильно засоренного зерна с обоснованием угла наклона желобчатых роликоопор измерялась в 3-х повторностях, для верификации полученной производительности осуществили сравнение теоретических и экспериментальных исследований на основании коэффициента корреляции. Он равен 0,9, что свидетельствует о тесной связи полученных результатов. Получены прочие результаты экспериментальных исследований, значимо влияющие на технологический процесс ленточного транспортера при работе с сильно засоренным зерном.

Для производственных испытаний изготовлена экспериментальная установка, в результате установлено оптимальное расположение роликовых опор- 30 градусов, при этом производительность составила 186,1 т/ч.

Разработаны новые запатентованные устройства технологических процессов сильно засоренных зерновых культур: опорная рама силоса, крыша силоса и вентилятор для силоса.

Оценка экономической эффективности научных исследований дана на основании опробированных на практике методик и материалов предприятий. Годовой экономический эффект составил 3078100 тенге на 1 транспортер, срок окупаемости 0,56 года.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Галкин В.И. Транспортные машины. Учебник для Вузов [Текст] / В.И.Галкин, Е.Е. Шешко. – М.: Горная книга, 2010.

2 Бутковский В.А., Галкина Л.С., Птушкина Г.Е. Современная техника и технология производства муки. – М.: ДеЛи принт, 2006. – 319 с.

3 Вобликов Е.М. Технология элеваторной промышленности М, 2010. –51с.

4 Глебов Л.А., Демский А.Б., Веденьев В.Ф., Яблоков А.Е. Технологическое оборудование и поточные линии предприятий по переработке зерна: учебник. - М.: ДеЛи принт, 2010. – 696 с.

5 Демский А.Б., Борискин М.А., Веденьев В.Ф. Оборудование для производства муки и крупы. Справочник. СПб: Издательство «Профессия», 2000. – 624 с

6 Мельник Б.Е. Технология приемки, хранения и переработки зерна /Б.Е. Мельник, В.Б. Лебедев, Г.А. Вишняков. – М.: Агропромиздат, 2010.- 367с.

7 Панфилов В.Н., Грудапова В.Я., Антипов С.Т. Машины и аппараты пищевых производств: Учебник для вузов.:в 3 кн. Кн. 1 под ред. акад. РАСХН– Минск : БГАТУ, 2007. - 420 с.

8 Риженко Е.Т., Сагандыкова Ж.Б., Павлова Л.А., Абдыкаликова Н.Х.Проектирование зернохранилищ и перерабатывающих производств: Учебное пособие/ Нур-Султан. Некоммерческое акционерное общество «Холдинг «Кәсіпқор», 2019. 229 с.

9 Трисвятский Л.А. Технология приема, обработки, хранения зерна и продуктов его переработки/ Л.А. Трисвятский, Б.Е. Мельник. – М.: Колос, 2013. – 351 с.

10 Юкиш А.Е., Ильина О.А. Техника и технология хранения зерна. Делли принт, 2009. – 536 с.

11 Ромакин Н.Е. Машины непрерывного транспорта: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. –432 с.

12 Шаяхметов Е.Я., Темиртасов О.Т., Мендебаев Т.М. Анализ работы и пути совершенствования ленточных конвейеров на элеваторах // Вестник КазАТК. – Алматы, 2014. - №5. – С. 44-48.

13 Шоджаатолхосейни С.А. Обоснование рациональных параметров роликоопор линейных секций мощных ленточных конвейеров горных предприятий: автореф. ... канд. техн. наук: 05.05.06. – М.: Московский государственный горный университет, 2009. – 24 с.

14 Темиртасов О.Т. Инженерное прогнозирование перспективы развития конвейерных установок // Аналитический обзор Восточно-Казахстанский филиал АО «НЦНТИ». - Усть – Каменогорск, 2009. - 50 с.

15 Радкевич Я.М., Тимирязев В.А., Островский М.С. Повышение качества роликов ленточных конвейеров методом безударной сборки // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2002. – №8.

16 Sugumaran V., Ramachandran K.I. Effect of number of features on classification of roller bearing faults using SVM and PSVM // Expert Syst. Appl. – 2011. - №38. – P. 4088–4096.

17 Gupta A. Safetymeasures for reduction of failure safety measures forreduction of failure in belt conveyor for thermal power plant // Inter. J. Mech. Eng. Robot. Res. – 2013. - №2. – P. 214–220.

18 Монастырский В.Ф., Кирия Р.В., Смирнов А.Н. Определение срока службы роликов ленточных конвейеров для различных типов роликоопор//Геотехнічна механіка. – 2014. – №115. – С. 147-155.

19 Grincova A., Andrejiova M., Marasova D. Measuring and comparative analysis of the interaction between the dynamic impact loading of the conveyor belt and the supporting system //Measurement. – 2015. – Vol. 59. – P. 184-191.

20 Rahman S., Hazim O. A generalized knowledge-based short-term load forecasting technique // Power Systems, IEEE Transactions on. – 1993. – Vol. 8, №2. – P. 508-514.

21 Предварительный пат. 13658 РК. Двухцепной конвейер-накопитель с роликовым настилом для транспортирования, накапливания и выдачи штучных грузов; опубл. 14.11.03, Бюл. №11.

22 Предварительный пат. 14793 РК. Конвейерная система для вертикального перемещения штучных грузов; 15.09.2004, Бюл. №9.

23 Предварительный пат. 20213 РК. Установка для перегрузки труб; опубл. 17.11.2008, Бюл. №11.

24 Предварительный пат. 1998 РК. Ленточный конвейер Темиртасова; опубл. 15.09.2008, Бюл. №9.

25 Инновационный пат. 21789 РК. Ленточный конвейер; опубл. 15.10.2009, Бюл. №10.

26 Manezhanov B., Temirtasov O., Shayakhmetov Y., Shaikhanova A., Kuderinova N., Abilmazhinov Y., Mansurov S. Prospective design of conveyor rollers // Research Journal of Applied Sciences. - 2016. – Vol. 11, № 5. - P. 197-201.

27 Коган Б.И., Голубев А.А., Иванов А.С. О проблеме изготовления обечаек роликов ленточных конвейеров из листа // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2007. – №2.

28 Васильев А.С., Дальский А.М., Золотаревский Ю.М., Кондаков А.И. Направленное формирование свойств изделий машиностроения / под ред. д-ра техн. наук А.И. Кондакова. - М.: Машиностроение, 2005. – 352 с.

29 Тимирязев В.А., Кутин А.А., Схиртладзе А.Г. Основы технологии машиностроения: учебник. – М.: ГОУ ВПО МГТУ «Станкин», 2011.

30 Шаяхметов Е.Я., Мендебаев Т.М., Темиртасов О.Т. Анализ неисправностей роликов ленточных конвейеров в ходе эксплуатации на предприятиях восточного казахстана // Вестник СГУ. – Семипалатинск, 2015. - №4(72). – С. 58-63.

31 Lihua Zhao, Yin Lin. Typical failure analysis and processing of belt conveyor // Procedia Engineering. – 2011. - №26. – P. 942 – 946.

32 Галкин В.И., Дмитриев В.Г., Дьяченко В.П. Современная теория ленточных конвейеров горных предприятий. – М.: Изд-во МГГУ, 2005. – 543 с.

33 Reicks A.V. Conveyer Models as Quantitative Platforms for Belt Conveyor Enerdgy Options // BulkSolids Europe. – 2012. – Vol.48. – P. 1-10.

34 Paul Dikson. Think tanks. - New York: Athen, 1971. – 450 p.

35 Möller B., Reuter U. Uncertainty forecasting in engineering. – Berlin:Springer, 2007. – 101 p.

36 Rahman S., Hazim O. A generalized knowledge-based short-term loadforecasting technique // Power Systems, IEEE Transactions on. – 1993. – Vol. 8, №2.– P. 508-514.

37 Темиртасов О.Т., Нукиев А.Р., Манежанов Б.А., Шаяхметов Е.Я. Стандарты ISO, FEM - основа для инженерного прогнозирования перспективы развития техники и технологии // Сб. трудов межд. научно-практ. конф. «Индустриально-инновационное развитие транспорта, транспортной техники и машиностроения». -Алматы:Каз НТУ, 2013. – С. 31-35.

38 Shayakhmetov Y., Mendebayev T., Manezhanov B., Temirtasov O., Ibragimova R. Prediction of development prospects of roller support designs for conveyor systems // International Journal of Applied Engineering Research. - 2015.– Vol. 10, №17. – P. 38110-38115.

39 Конвейерный и рельсовый транспорт в горной промышленности. ИГДим А. А. Скочинского. Издательство «Недра», 1967 г.

40 Конвейеры шахтные ленточные. Методы испытаний: ГОСТ Р 51042-97: https://docs.cntd.ru/document/1200026832/ 01.01.2023.

41 Правила эксплуатации подземных ленточных и пластинчатых конвейеров на угольных и сланцевых шахтах // Министерство угольной промышленности СССР; Академия наук СССР; Институт горного дела им. А.А.Скочинского. - М., 1980.

42 Конвейеры стационарные ленточные желобчатые https://www.tyazhmash.com/products/konveyerystacionarnye-lentochnye-zhelobchatye 01.01.2023.

43 Бекмырза Ж.А. Рыспаев К.С. Ленточные конвейеры для сыпучих грузов. Монография. Костанай, 2023. - 175 с.

44 Бутковский В.А., Галкина Л.С., Птушкина Г.Е. Современная техника и технология производства муки. – М.: ДеЛи принт, 2006. – 319 с.

45 Атаназевич В.И. Сушка зерна. – М.: ДеЛи принт. 2007. – 480 с

46Трисвятский Л.А. Технология приема, обработки, хранения зерна и продуктов его переработки/ Л.А. Трисвятский, Б.Е. Мельник. – М.: Колос, 2013. – 351 с.

47 Правила организации и ведения технологического процесса на элеваторах и хлебоприемных предприятиях.- М.:ЦНИТЭИ, 1984. -121с.

48 Что важно учесть при монтаже вентиляции https://aventcompany.ru/blog/cho-uchest-pri-montazhe - 05.01.2025

49 Проектирование ленточного конвейера. Методические указания для студентов специальности 190205 «Подъемно-транспортные, строительные,

дорожные машины и оборудование» / А.В. Тарнопольский, Н.Е. Курносов, Л.П. Корнилаева, Ю.К. Измайлов – Пенза : ПензГУ, 2009. – 60 с.

50 Александров М.П. Подъемно-транспортные машины. Издание шестое, переработанное. М. «Высшая школа», 1985. - 370 с.

51 Основы инженерного строительства и санитарной техники https://de.donstu.ru/CDOCourses/Design/Mashini&ApparatiPishivihProizvodstv/152/index.html 01.02.2005.

52 Антимонов С.В. Методика подбора и расчета основных элементов вентиляционной (аспирационной) сети с установленным фильтром: методические указания / С.В. Антимонов, Е.В. Ганин, С.Ю. Соловых; Оренбургский гос. ун-т.– Оренбург: ОГУ, 2019 –20 с.

53 Вальдберг, А.Ю. Технология пылеулавливания / А. Ю. Вальдберг,Л.М. Исянов, Э.Я. Тарат. - Л.: Машиностроение: Ленингр. отд-ние, 1985. -192 с.

54 Вайсман, М.Р. Вентиляционные и пневмотранспортные установки: учеб. для сред. спец. заведений / М.Р. Вайсман, И.Я. Грубиян.- 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Колос, 1984. - 368 с.

55 Зерно Методы анализа. - М. ИПК: Издательство Стандартов, 2004 – 132 с.

56 Мотовилов, К.Я., Булатов, А.П., Позняковский, В.М.. Ланцева, Н.Н., Миколайчик, И.Н. Экспертиза кормов и кормовых добавок / Мотовилов К.Я., Булатов А.П., Позняковский В.М.. Ланцева Н.Н., Миколайчик И.Н. – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2004. – 303 с.

57 Центр лабораторного оборудования // https://www.nvlab.ru/catalog_info.php?ID=1259&Full=1. 01.10.2024.

58 Веденяпин Г.В. Общая методика экспериментального исследования и обработки опытных данных. – М. Колос. 1973. - С.50.

59 Перельмутер А.В. Прогрессирующее обрушение и методология проектирования конструкций // Сейсмостойкое строительство. Безопасность со оружений, 2004. - №6.

60 Еремеев П.Г. Обеспечение безопасности большепролетных сооружений от лавинообразного (прогрессирующего) обрушения при аварийных воздействиях // Современное промышленное и гражданское строительство. – 2008. г – Т.4, №3. -С.129-134.

61 Мущанов В.Ф., Роменский И.В., Роменский Д.И.Исследование влияния конструктивных особенностей на несущую способность конической оболочки стальной воронки бункера концентрата угля // Современное промышленное и гражданское строительство. – 2008. – Т. 4, № 3. – С. 135-144.

62 Руководство по расчету и проектированию железобетонных, стальных и комбинированных бункеров / Ленпромстройниипроект. – М.:Стройиздат, 1983. - 200 с.

63 Вентилирование зерна в зернохранилище http://agrotech35.ru/blog/index.php/15-ventilirovanie-zerna-vzernokhranilishche.html -01.10. 2016.

64 Активное вентилирование зерна на предприятиях элеваторной промышленности http://hleb-produkt.ru/zerno/555-aktivnoe-ventilirovanie-zerna-na-predpriyatiyah-elevatornoypromyshlennosti.html - 10.01.2014.

65 Активное вентилирование в силосах элеваторов http://agro-portal24.ru/hranenie-zerna/3003-aktivnoeventilirovanie-v-silosah-elevatorov.html - - 01.12.2012.

66 Кинетика охлаждения зерна после сушки на установках активного вентилирования, 22-23 сентября 2015 года, В.Ф. Сорочинский,2015. - 15 с.

67 Активное вентилирование зерновых масс. http://chitalky.ru/?p=1436 – 01.10.2016.

68 Измеритель параметров микроклимата «метеоскоп-м» Руководство по эксплуатации БВЕК.43.1110.04 РЭ ООО «НТМ-Защита»115201. - М.: Каширское ш. 22.

69 Оценка качества работы машин для приготовления кормов // Труды ВНИИМЖ. - М.-1980. - С.215-230.

70 Бизнес-планирование: учебник для вузов / под ред. В.М Попова, С.И. Ляпунова, С.Г. Млодика. – М.: Финансы и статистика, 2012. – 816 с.

71 Сборник бизнес-планов: практическое пособие / ред. Ю. Н. Лапыгин. - М.: Омега-Л, 2012. - 310 с.

72 Методика определения экономической эффективности технологий и сельскохозяйственной техники. Рекомендации. М.: Министерство с.х. и продовольствия РФ и ВНИЭСХ, 1998 . - 104 с.

73 Ленточный конвейер ЛК https://smkirov.com/oborudovanie-dlya-rbu/lentochniy-konveyer-smx-lk- 05.01.2025

74 Общепромышленные электродвигатели 5АИ https://www.elcomspb.kz/retail/electric_engines/general-purpose_engines/5_ai/ - 01.10.2021.

75 Щит автоматики и управления https://satu.kz/p62586012-schit-upravleniya.html 01.10.2021.

76 Бескаркасный Ангар арочный Зернохранилище https://www.olx.kz/d/obyavlenie/beskarkasnyy-angar-arochnyy-zernohran ilisch e-arka-kupolnyy-sportzal-IDoiXDr.html. 01.10.2021.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
СВИДЕТЕЛЬСТВО НА ТОВАРНЫЙ ЗНАК

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН

REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

ТАУАР ТАҢБАСЫНА КУӘЛІК
СВИДЕТЕЛЬСТВО НА ТОВАРНЫЙ ЗНАК
CERTIFICATE OF TRADEMARK REGISTRATION

№ 84918

РЖ

(151) 25.07.2023
(450) 28.07.2023
(210) 113134
(220) 15.12.2022
(730) Бекмырза Жұмаш Айтжанұлы (KZ)
Bekmyrza Zhumash Aitzhanuly (KZ)
(181) 15.12.2032
(511) 07, 37

ЭЦҚ қол қойылды
Подписано ЭЦП
Signed with EDS

А. Артыкова
А. Артыкова
A. Artykova

«Ұлттық зияткерлік меншік институты» РМК директорының м.а.
И.о. директора РГП «Национальный институт интеллектуальной собственности»
Executive director of RSE «National institute of intellectual property»

Тауар таңбаларын тіркеу туралы толық мәлімет www.kazpatent.kz ресми сайтында
«Қазақстан Республикасының тауар таңбаларының мемлекеттік тізілімі» бөлімінде қолжетімді.

* * *

Подробные данные о регистрации товарного знака доступны на официальном сайте www.kazpatent.kz
в разделе «Государственный реестр товарных знаков Республики Казахстан».

* * *

Particulars of the trademark registration are available on the official website www.kazpatent.kz
in the section «State Register of Trademarks of the Republic of Kazakhstan».

Қазақстан Республикасы Әділет министрлігінің
«Ұлттық зияткерлік меншік институты» РМК
Астана қаласы, Мәңгілік Ел даңғылы, ғимарат 57А

РГП «Национальный институт интеллектуальной собственности»
Министерства юстиции Республики Казахстан
Город Астана, проспект Мангилик Ел, здание 57А

«National Institute of Intellectual Property» RSE,
Ministry of Justice of the Republic of Kazakhstan
Astana, 57A Mangilik El Avenue

Тел./Tel.: +7 (7172) 62-15-15
E-mail: kazpatent@kazpatent.kz
Website: www.qazpatent.kz

2924083

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ӘДІЛЕТ МИНИСТРЛІГІНІҢ
"ҰЛТТЫҚ ЗИЯТКЕРЛІК МЕНШІК
ИНСТИТУТЫ"
ШАРУАШЫЛЫҚ ЖҮРГІЗУ
ҚҰҚЫҒЫНДАҒЫ РЕСПУБЛИКАЛЫҚ
МЕМЛЕКЕТТІК КӘСІПОРНЫ

РЕСПУБЛИКАНСКОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
ПРЕДПРИЯТИЕ НА ПРАВЕ
ХОЗЯЙСТВЕННОГО ВЕДЕНИЯ
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ»
МИНИСТЕРСТВА ЮСТИЦИИ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Мәңгілік Ел даңғылы, ғимарат 57А, т.е.б. 8, Есіл ауданы,
Астана қаласы, Қазақстан Республикасы, 010000
Тел: (7172) 62 15 15 62 15 16
http://www.kazpatent.kz, e-mail: kazpatent@kazpatent.kz

Проспект Мангилик Ел, здание 57А, н.п. 8, район Есиль,
город Астана, Республика Казахстан, 010000
Тел: (7172) 62 15 15 62 15 16
http://www.kazpatent.kz, e-mail: kazpatent@kazpatent.kz

Номер заявки / Өтінімнің нөмері :**№113133**

Дата подачи заявки / Өтінімнің берілген күні: **15.12.2022**

Шакуанова Асель Елубаевна
улица Исатай Батыра 120,
Есиль район,
город Астана, 010000
shakuanovaassel@gmail.com
+77053999980

ХАБАРЛАМА

Осымен сараптама ұйымы **№113133** өтінім бойынша тауар белгісін тіркеу туралы шешім 17.07.23 ж. қабылдағаны жайлы хабарлаймыз.

1. Мемлекеттік қызмет көрсетілетін стандарт (Қағиданың* 1-қосымшасына) талаптарына байланысты «Тауар таңбасын тіркеу» мемлекеттік көрсетілетін қызметін алу үшін www.egov.kz «электрондық үкімет» веб-порталы немесе www.newcab.kazpatent.kz жеке кабинеті арқылы келесі құжаттар жіберілуі тиіс:

қағиданың 2-қосымшасына сәйкес қызмет алушының электрондық цифрлық қолтаңбасымен куәландырылған *электрондық құжат нысанындағы өтініш*;

сенімхаттың электрондық көшірмесі (егер мемлекеттік қызметті көрсетуге өтініш өкіл арқылы берілсе).

2. «ҰЗМИ» РМК жұмыстары мен қызметтерінің бағаларына сәйкес тауар таңбасын, қызмет көрсету таңбасын мемлекеттік тізілімде тіркеуге, куәлікті беру және тіркеу туралы мәліметтерді жариялауға байланысты жұмыстар үшін **36544,48 теңге**, соның ішінде ҚҚС.

Заңды тұлғаларға мемлекеттік қызметті төлеуді корпоративтік карт-шот бойынша жүзеге асыру қажет. Корпоративтік карт-шот болмаған жағдайда жеке тұлғаның карт-шоты арқылы ақы төлеуге жол беріледі. Бұл ретте, АВР мен ЭСФ дұрыс қою үшін "Картадан алынған атау" жолында заңды тұлғаның атауын көрсету қажет.

3. Жоғарыда көрсетілген төлем үш айдың ішінде жүргізілмеген жағдайда өтініш беруші Заңның** 13-бабының 5) тармақшасына сәйкес өткізіп алған мерзімнен кейін екі ай ішінде өткізіп алған мерзімді қалпына келтіру туралы өтініш білдіре алады.

Өткізіп алған мерзімді қалпына келтіру үшін **31299,52 теңге** мөлшерінде төлем жүргізілуі қажет, **соның ішінде ҚҚС.**

www.newcab.kazpatent.kz ақпараттық жүйесімен интеграцияланған екінші деңгейдегі банктің төлем шлюзі арқылы жүзеге асырылады.

Көрсетілген қызметке ақы төлеу туралы құжат ұсынылмаған жағдайда тауар белгісіне өтінім кері қайтарып алынды деп танылады және ол бойынша іс

УВЕДОМЛЕНИЕ

Настоящим уведомляем Вас о том, что по заявке **№113133** экспертной организацией от 17.07.23 г. принято решение о регистрации товарного знака.

1. Согласно требованию Стандарта государственной услуги (приложение 1 к Правилам*), для получения государственной услуги «Регистрация товарного знака» посредством веб-портала «электронного правительства» *www.egov.kz* либо личного кабинета через *www.newcab.kazpatent.kz* необходимо направить следующие документы:

- *заявление в форме электронного документа*, удостоверенное электронной цифровой подписью услугополучателя, согласно приложению 2 к Правилам*;

- *электронная копия доверенности* (если заявление на оказание государственной услуги подается представителем).

2. В соответствии с Ценами на работы и услуги, оказываемые РГП «НИИС» за проведение работ, связанных с регистрацией товарного знака, знака обслуживания в государственном реестре, выдачей свидетельства и публикации сведений о регистрации, Вам необходимо оплатить **36544,48** тенге, в т.ч. НДС.

«Оплату государственной услуги юридическим лицам необходимо осуществлять по корпоративному карт-счету. В случае отсутствия корпоративного карт-счета допускается оплата посредством карт-счета физического лица. При этом, для правильного выставления АВР и ЭСФ необходимо указать название юридического лица в поле "Имя с карты".».

3. В случае отсутствия в трехмесячный срок вышеуказанной оплаты, согласно подпункту 5) статьи 13 Закона**, заявитель имеет право ходатайствовать о восстановлении пропущенных сроков, но не позднее двух месяцев со дня истечения пропущенного срока.

Сумма за восстановление пропущенного срока составляет **31299,52 тенге, в т.ч. НДС.**

Оплата осуществляется безналичным способом через платежный шлюз банка второго уровня, интегрированного с информационной системой услугодателя www.newcab.kazpatent.kz.

жүргізу тоқтатылады.

НАЗАР АУДАРЫҢЫЗ. Қағидаларға* сәйкес құжаттарды қабылдау және мемлекеттік қызмет көрсету нәтижесін беру тек электрондық түрде «электрондық үкіметтің» www.egov.kz веб-порталы немесе www.newcab.kazpatent.kz жеке кабинеті арқылы өтініш білдірілген жағдайда ғана жүзеге асырылатынын хабарлаймыз.

Мемлекеттік қызметтерді алу мақсатында kazpatent@kazpatent.kz электрондық адресі және тікелей қызмет берушінің кеңсесі арқылы, сондай-ақ «Қазпошта» АҚ немесе басқа пошта компаниялары арқылы жіберілген құжаттар қабылданбайды.

Зияткерлік меншік объектілерін құқықтық қорғауға қатысты ақпаратты Контакт-орталығында келесі байланыс телефондары бойынша ала аласыз: 8(7172) 621515, 621516.

При отсутствии оплаты за указанную услугу заявка на товарный знак будет признана отозванной, и делопроизводство по ней будет прекращено.

ВНИМАНИЕ. Сообщаем, что в соответствии со Правилами* прием документов и выдача результата оказания государственных услуг осуществляется только в электронной форме, путем обращения через личный кабинет www.newcab.kazpatent.kz либо веб-портал «электронного правительства» www.egov.kz.

В приеме документов по получению государственных услуг, направленных через электронный адрес kazpatent@kazpatent.kz и путем обращения непосредственно через канцелярию услугодателя, а также посредством АО «Казпочта» или других почтовых компаний, будет отказано.

Информацию, касающуюся правовой охраны объектов интеллектуальной собственности, можно получить в Контакт-центр по телефонам: 8(7172) 621515, 621516.

Подписано ЭЦП:
Ш. Дюсенбина (Руководитель управления)

**«Тауар белгілері, қызмет көрсету белгілері, географиялық нұсқамалар және тауарлар шығарылған жерлердің атаулары туралы» Қазақстан Республикасының Заңы.

* Қазақстан Республикасы Әділет министрінің 2022 жылғы 30 қарашасындағы №984 бұйрығымен бекітілген Осы Тауар белгілерін, географиялық нұсқамаларды, тауарлар шығарылған жерлердің атауларын Тауар белгілерінің, географиялық нұсқамалардың және тауарлар шығарылған жерлердің атауларының мемлекеттік тізілімдерінде тіркеу және қорғау құжаттары мен олардың телнұсқаларын беру, тіркеудің қолданысын тоқтату және оны жарамсыз деп тану қағидалары.

** 2022 жылдың 19 қыркүйегінен бастап күшіне енген "Қазақстан Республикасы Әділет министрлігінің" Ұлттық зияткерлік меншік институты" көрсететін қызметтердің бағаларын бекіту туралы ҚР ӘМ "ҰЗМИ" РМК директорының 2020 жылғы 23 желтоқсандағы №254 нқ бұйрығына толықтырулар мен өзгерістер.

** Закон Республики Казахстан «О товарных знаках, знаках обслуживания географических указаниях и наименованиях мест происхождения товаров».

* Правила регистрации товарных знаков, географических указаний и наименований мест происхождения товаров в Государственном реестре товарных знаков, Государственном реестре географических указаний и Государственном реестре наименований мест происхождения товаров, формы свидетельств и выдачи охранных документов и их дубликатов, прекращения действия регистрации и признания ее недействительной утвержденный приказом Министра юстиции Республики Казахстан №984 от 30 ноября 2022 года.

** Дополнения и изменения в приказ директора РГП «НИИС» МЮ РК №254 нқ от 23 декабря 2020 года «Об утверждении цен на услуги, оказываемые «Национальный институт интеллектуальной собственности» Министерства юстиции Республики Казахстан» вступившие в силу с 19 сентября 2022 года.

Исп. Б. Омарова

2917916

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ӘДІЛЕТ МИНИСТРЛІГІНІҢ
"ҰЛТТЫҚ ЗИЯТКЕРЛІК МЕНШІК
ИНСТИТУТЫ"
ШАРУАШЫЛЫҚ ЖҮРГІЗУ
ҚҰҚЫҒЫНДАҒЫ РЕСПУБЛИКАЛЫҚ
МЕМЛЕКЕТТІК КӘСІПОРНЫ

РЕСПУБЛИКАНСКОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
ПРЕДПРИЯТИЕ НА ПРАВЕ
ХОЗЯЙСТВЕННОГО ВЕДЕНИЯ
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ»
МИНИСТЕРСТВА ЮСТИЦИИ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Мәңгілік Ел даңғылы, ғимарат 57А, т.е.б. 8, Есіл ауданы,
Астана қаласы, Қазақстан Республикасы, 010000
Тел: (7172) 62 15 04 62 15 91
http://www.kazpatent.kz, e-mail: kazpatent@kazpatent.kz

Проспект Мангилик Ел, здание 57А, н.п. 8, район Есиль,
город Астана, Республика Казахстан, 010000
Тел: (7172) 62 15 04 62 15 91
http://www.kazpatent.kz, e-mail: kazpatent@kazpatent.kz

Исх.№
Дата

Шакуанова Асель Елубаевна

улица Исатай Батыра 120, Есиль район, город Астана, 010000
shakuanovaassel@gmail.com

РЕШЕНИЕ
о регистрации товарного знака (знака обслуживания)

(210) Заявка № 113133
(220) Дата подачи заявки 15.12.2022
(511) Индексы МКТУ 07, 37
(540) Знак

(731) Имя и адрес заявителя **«Завод элеваторного оборудования «Астык» жауапкершілігі шектеулі серіктестігі (KZ)**
Товарищество с ограниченной ответственностью «Завод элеваторного оборудования «Астык» (KZ)
«Завод элеваторного оборудования «Астык» Limited Liability Partnership (KZ)
ул. Уральская, 20а, г. Костанай, Костанайская область, 110007, Республика Казахстан

1

В результате экспертизы заявки на регистрацию товарного знака (знака обслуживания), проведенной в соответствии со статьями 6, 7 Закона Республики Казахстан «О товарных знаках, знаках обслуживания, географических указаниях и наименованиях мест происхождения товаров», принято решение о регистрации товарного знака (знака обслуживания).

Заключение по результатам экспертизы прилагается.

Приложение: на 2 л. в 1 экз.

Подписано ЭЦП:
А. Жумабекова (заместитель директора)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ЭКСПЕРТИЗЫ
о регистрации товарного знака
(знака обслуживания)

(210) Заявка №	113133
(220) Дата подачи заявки	15.12.2022
(511) Индексы МКТУ	07, 37
(540) Знак	

(591) Заявленные цвета	синий, желтый, светло-синий.
(731) Имя и адрес заявителя	«Завод элеваторного оборудования «Астык» жауапкершілігі шектеулі серіктестігі (KZ) Товарищество с ограниченной ответственностью «Завод элеваторного оборудования «Астык» (KZ) «Завод элеваторного оборудования «Астык» Limited Liability Partnership (KZ) ул. Уральская, 20а, г. Костанай, Костанайская область, 110007, Республика Казахстан

В результате проведенной экспертизы комбинированного обозначения установлено, что заявленное обозначение соответствует требованиям Закона Республики Казахстан «О товарных знаках, знаках обслуживания, географических указаниях и наименованиях мест происхождения товаров» для его регистрации в качестве товарного знака (знака обслуживания), в связи с чем вынесено заключение о регистрации товарного знака (знака обслуживания) в отношении указанного перечня товаров и услуг.

(511) Перечень товаров и услуг в соответствии с МКТУ:
07 класса - аспирационные установки для зернового производства; конвейеры скребковые; ленточные транспортеры для зерна; машины сельскохозяйственные для сушки и хранения зерна, включая стационарные зерносушилки шахтного типа; нории зерновые; самотечные установки для зерна; силосы для хранения зерна, включая силосы с плоским дном для хранения зерна, силосы с конусным дном для хранения зерна, экспедиционные силосы для хранения зерна, фермерские силосы для хранения зерна; топочные блоки; транспортирующее оборудование для зерна; цепные транспортеры для зерна; ролики транспортерные; роликоопоры; барабаны футерованные; ковши норийные; ремни норийные; скальператоры; барабаны [детали машин]; бункера саморазгружающиеся [механические]; вентиляторы для двигателей; веялки; вибраторы [машины] для промышленных целей; воздуходувки [детали машин];

встряхиватели; гребнеотделители [машины]; комбайны зерноуборочные; компрессоры [машины]; компрессоры воздушные [установки для гаражей]; конденсаторы [пара] [детали машин]; конденсаторы воздушные; косилки; машины мукомольные; элеваторы зерновые; электродвигатели, за исключением используемых для наземных транспортных средств; ковшовый шнековый погрузчик; грохоты [машины или детали машин]; гусеницы резиновые, являющиеся частью погрузочно-разгрузочных гусеничных машин и аппаратов; гусеницы резиновые, являющиеся частью сельскохозяйственных гусеничных машин; инструменты сельскохозяйственные, за исключением инструментов с ручным приводом; конвейеры [машины]; конвейеры ленточные; ленты для конвейеров; машины воздуходувные; машины для всасывания, уплотнения и транспортировки зерна воздуходувные; машины для дробления; машины для обрушивания зерен злаков; машины для просеивания; машины зерноочистительные; машины калибровочные; машины сельскохозяйственные; машины сортировочные для промышленных целей; машины сушильные; мельницы [машины]; мешалки [машины]; площадки загрузочные; пневмотранспортеры; подъемники [лифты]; подъемники грузовые; ремни подъемные; установки для отсасывания пыли [очистные установки]; установки для просеивания; установки для удаления пыли [очистные установки]; установки подъемные; устройства погрузочно-разгрузочные; устройства подъемные; цепи грузоподъемные [детали машин]; элеваторы сельскохозяйственные; машины для сортировки зерна; сепараторы; сепараторы зерноочистительные; машины для просеивания, сортировки, классификации разделяемых материалов; конвейеры и подъемники [машины] для транспортирования материалов; пневматические эжекторы, а также распылительные системы и механизмы; цветовые сортировочные машины, электронные цветовые сепараторы; машины для послеуборочной обработки зерна, оборудование системы хранения зерна, включенное в 07 класс, транспортирующее оборудование для элеваторов; детали, запасные части для вышеупомянутых товаров;

37 класса - установка, ремонт и техническое обслуживание оборудования для послеуборочной обработки зерна и систем хранения зерна; строительство; ремонт; информация по вопросам ремонта; информация по вопросам строительства; консультации по вопросам строительства; надзор [контрольно-управляющий] за строительными работами; сооружение и ремонт складов; строительство промышленных предприятий; установка, ремонт и техническое обслуживание машинного оборудования; строительство ангаров; строительство складов; модификация, реконструкция, ремонт зерносушилок, элеваторов, хлебоприемных пунктов.

Подписано ЭЦП:
А. Тайшева (Руководитель управления)
А. Габдрахимова (Старший эксперт)

Внимание! При обнаружении в тексте экспертного заключения каких-либо ошибок/опечаток, просим сообщить об этом для дальнейшего исправления.

РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН

(19) **KZ** (13) **U** (11) **8458**
(51) ***B65G 39/14*** (2006.01)

МИНИСТЕРСТВО ЮСТИЦИИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ
К ПАТЕНТУ

(21) 2023/0590.2
(22) 01.06.2023
(45) 29.09.2023, бюл. №39
(72) Бекмырза Жұмаш Айтжанұлы; Жанқұл Тамараасар Қалниязқызы; Жанкулова Лаура Калниязовна; Нурмагамбетов Асхат Саятович; Кеклис Андрей Сергеевич; Утенов Даулет Муратович
(73) Бекмырза Жұмаш Айтжанұлы
(74) Жусупбекова Сауле Айтпаевна
(56) RU 2209757 C1, 10.08.2003

(54) **РОЛИКОВАЯ ОПОРА ЖЕЛОБЧАТАЯ**

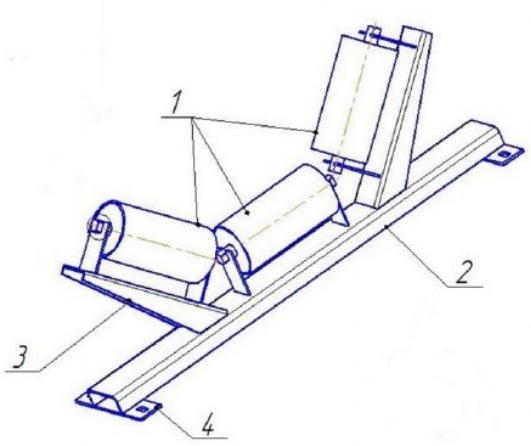
(57) Полезная модель относится к машинам непрерывного действия, например, ленточным конвейерам, может быть применена в различных отраслях народного хозяйства, предприятиях, которые транспортируют зерновую массу, преимущественно сильно засоренные.

Роликовая опора желобчатая ленточного конвейера содержит одну центральную и две боковые роликоопоры. Каждая желобчатая роликоопора состоит из одного поддерживающего ленту ролика, который закреплен на раме посредством двух стоек, размещенных на цельно изготовленной раме. За счет чего увеличивается срок службы роликовой опоры, рамы и ленты, а также улучшаются динамические показатели конвейера при транспортировании.

Использование предлагаемой рамы позволит увеличить срок службы рамы и ленты, улучшить динамические показатели конвейера при транспортировании.

Сущность заявляемой полезной модели заключается в следующем: роликовая опора состоит из роликов, которые закреплены на крыле и раме, которая представляет собой цельнометаллическую конструкцию. И крепятся посредством пластин к ленточному транспортеру. Перед началом работы лента сохраняет заданную желобчатость. При работе конвейера транспортерная лента, перекатываясь по постели из роликов, с определенным натяжением образует желобчатую емкость для расположения в ней транспортируемого материала.

Предложенная конструкция рамы роликовой опоры имеет уменьшенную материалоемкость, достаточно технологична в изготовлении и сборке, удобна в наладке и техническом обслуживании, долговечна.



Фиг. 1

(19) KZ (13) U (11) 8458

Полезная модель относится к машинам непрерывного действия, ленточным конвейерам, и может быть применена в различных отраслях народного хозяйства, на предприятиях, которые транспортируют зерновую массу, преимущественно сильно засоренную.

Известна роликоопора ленточного конвейера, SU 1789448 A1, 23.01.1993 на оси которой свободно установлены два ролика, а стойка размещена между ними и шарнирно связана с осью.

Недостатком данной конструкции является то, что при падении скального включения на ленту конвейера возникает большая нагрузка на одну сторону оси роликоопоры. Так как сопротивление ролика давлению со стороны скального включения обеспечивается лишь лентой конвейера, то ролик может прийти в соприкосновение с рамой, что вызовет динамический удар по ленте, а также приведет к возникновению момента сил относительно стойки, что, в свою очередь, может привести к деформациям стоек и осей роликоопор, а также к разрушению ленты.

Известно полезная модель «Желобчатая роликоопора для грузонесущей ветви ленты конвейера», Полунин В.Т., Гуленко Г.Н., Конвейеры для горных предприятий. М.: Недра, 1978, с.63, рис.2.13. Желобчатая роликоопора, содержащая центральный горизонтальный ролик, размещенный симметрично продольной оси конвейера, и два расположенных по его бокам с зазорами наклонных ролика. Каждый ролик выполнен в виде цилиндрической обечайки с двумя стенками с размещенными в них подшипниковыми узлами и осями.

Недостатком известной желобчатой роликоопоры является разрушение ленты конвейера при транспортировании крупнокусковых грузов при значительной по величине скорости движения ленты в виде точечных пробоев ленты острыми кромками боковых роликов при набегании ленты с крупным куском на очередную желобчатую роликоопору. Пробои ленты происходят за счет больших по величине сил инерции крупных кусков в направлении вектора скорости движения ленты и в вертикальной плоскости при входе ленты в контакт с желобчатой роликоопорой, вызванных естественным прогибом грузонесущей ветви ленты в пролете между смежными роликоопорами. Это проявляется в виде двух цепочек точечных разрушений ленты, расположенных по всей ее длине и приуроченных к положениям внутренних кромок боковых роликов относительно ленты по ее ширине.

Наиболее близкой по своей технической сущности является «Роликоопора ленточного конвейера», RU 2209757 C1, 10.08.2003 содержащая центральную роликоопору и боковые роликоопоры. Каждая роликоопора состоит из двух поддерживающих ленту роликов, расположенных на оси, которая закреплена на раме посредством стойки, размещенной между поддерживающими ленту роликами и шарнирно связанной с осью. Ось центральной роликоопоры подпружинена по обеим сторонам от стойки, а оси боковых роликоопор подпружинены по внешним сторонам от стоек.

Основным недостатком данного типа роликовой опоры является сложность конструкции, невысокая надежность, возможен пробой ленты конвейера.

Технический результат заключается в повышении надежности конструкции, упрощении конструкции, удешевлении себестоимости изготовления.

Задача заявляемой полезной модели заключается в увеличении срока службы роликовой опоры, рамы и ленты, а также улучшении динамических показателей конвейера при транспортировании.

Настоящая задача решается тем, что в роликовой опоре ленточного конвейера, содержащей центральную роликовую опору и две боковые роликовые опоры, каждая роликовая опора состоит из одной поддерживающей ленты роликов, которые закреплены на раме, рама является цельной и изготовлена из стального профиля штампованием, взамен алюминиевого, изготовленной литьем.

Использование предлагаемой рамы позволяет увеличить срок службы рамы и ленты, улучшить динамические показатели конвейера при транспортировании.

Сущность полезной модели пояснена на фигурах.

На фигуре 1– изображена предлагаемая роликовая опора в сборе. На фигуре 2 – ролик с транспортной лентой.

Роликовая опора, представленная на фиг.1 состоит из роликов 1, которые закреплены на крыле 3 и раме 2, которая представляет собой цельнометаллическую конструкцию. И крепятся посредством пластин 4 к ленточному транспортеру.

Перед началом работы лента сохраняет заданную желобчатость. При работе конвейера транспортерная лента 5, перекатываясь по постели из роликов 1, с определенным натяжением образует желобчатую емкость для расположения в ней транспортируемого материала.

Рама представляет собой гнутый швеллер с 2-мя выдавленными ушками под крепление центрального горизонтального ролика, приваренными к нему по краям пластинам, которые соединяют роликовые опоры с ленточным конвейером и 2-мя крыльями приваренные под 45 градусов для установки на них боковых роликов.

Детали рамы изготавливаются из стального, листового проката стали 3 с толщиной 3мм.

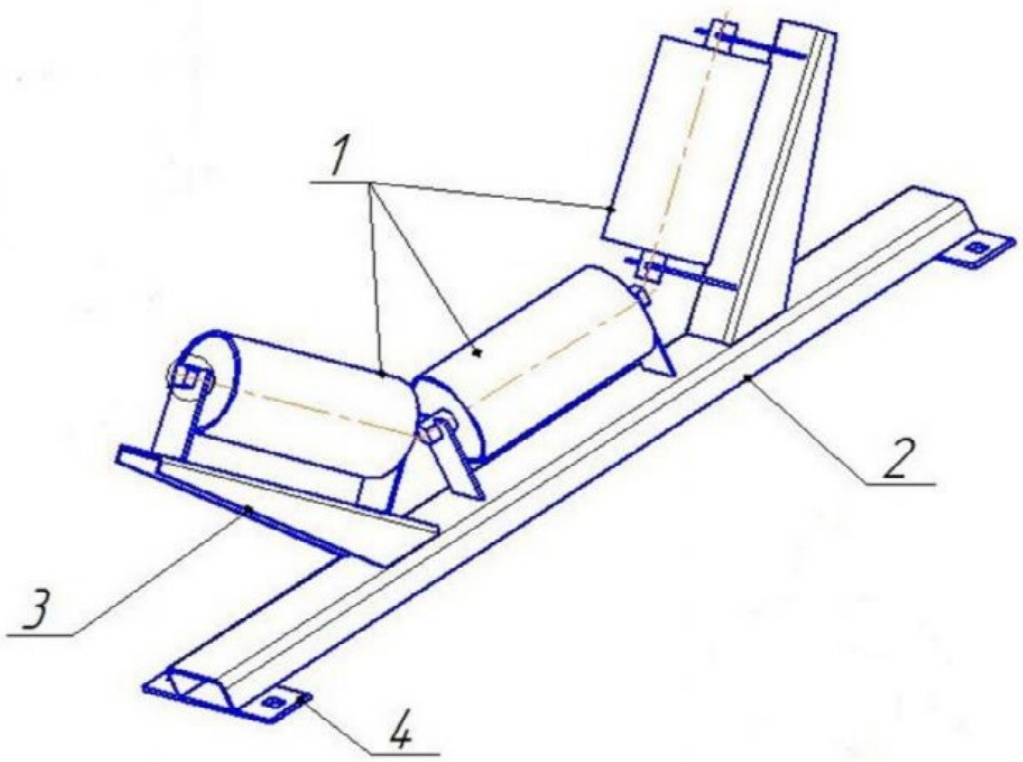
Конструкция роликовой опоры, состоящая из 3-х роликов, поддерживает и придает должную форму эластичной транспортерной ленте. Уменьшение угла крыльев под ролики симметрично расположенных друг другу, способствует центрированию ленты и облегчает ее возврат в первоначальное положение.

При установке крыльев под 60 градусов, увеличивается производительность ленточного конвейера, а при установке крыльев под 45 градусов производительность конвейера является номинальной. Замена рамы роликовой опоры с дюралюминиевой на металлическую с элементами штамповки дает положительный эффект возможности изготовления рамы роликовой опоры

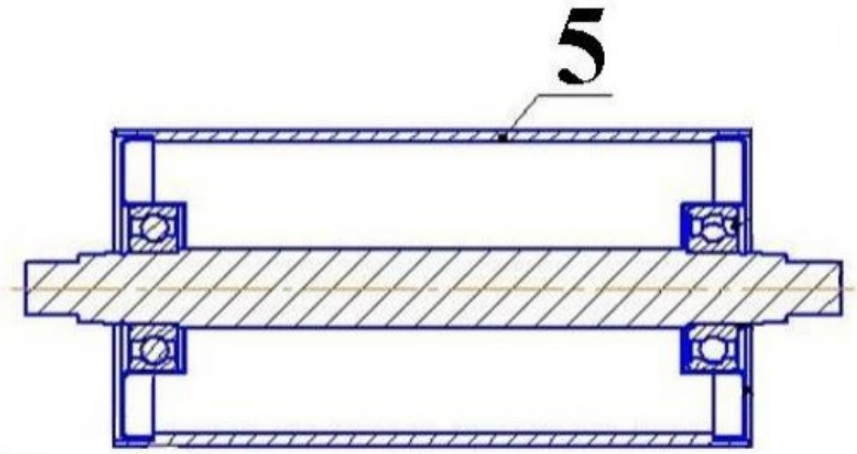
без применения литьевого процесса металлов, а также упрощение самой конструкции без потери его технологического назначения, удешевления самого изделия.

ФОРМУЛА ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ

Роликовая опора желобчатая, содержащая центральную роликовую опору и две боковые роликовые опоры, каждая роликовая опора состоит из одной поддерживающей ленты роликов, которые закреплены на раме и крыле, при этом она крепится посредством пластин к ленточному транспортеру, ***отличающаяся*** тем, что рама изготовлена цельной из стального штампованного профиля с установкой крыльев под 45 либо 60 градусов.



Фиг. 1



Фиг. 2

Верстка Д. Женысова
Корректор Г. Косанова

ВЫПИСКА ИЗ ГОСУДАРСТВЕННОГО РЕЕСТРА ПОЛЕЗНЫХ МОДЕЛЕЙ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

РГП "НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ" МИНИСТЕРСТВА ЮСТИЦИИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Статус: Действует

(11) № охранного документа	8458
(12)	Патент на Полезную Модель
(21) Номер заявки	2023/0590.2
(22) Дата подачи заявки	01.06.2023
(51) МПК	B65G 39/14
(54) Название	Роликовая опора желобчатая
(73) Патентообладатель	Бекмырза Жұмаш Айтжанұлы (KZ)
(72) Автор(-ы)	Нурмагамбетов Асхат Саятович Нурмагамбетов Асхат Саятович Nurmagambetov Askhat Sayatovich(KZ); Кеклис Андрей Сергеевич Кеклис Андрей Сергеевич Keklis Andrey Sergeevich (KZ); Утенов Даулет Муратович Утенов Даулет Муратович Utenov Daulet Muratovich (KZ); Жанкулова Лаура Калниязовна Жанкулова Лаура Калниязовна Zhankulova Laura Kalniyazovna(KZ); Жанқұл Тамараасар Қалниязқызы Жанқұл Тамараасар Қалниязқызы Zhankul Tamaraassar Kalniyazkyzy (KZ); Бекмырза Жұмаш Айтжанұлы Бекмырза Жұмаш Айтжанұлы Bekmyrza Zhumash Aitzhanuly (KZ)
(74) Патентные поверенные	Жусупбекова Сауле Айтпаевна
(45) Номер и дата бюллетеня	№ 39 - 29.09.2023
Срок действия	01.06.2025

Дата формирования выписки: **20.03.2024**

KAZPATENT

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ

РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН

REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

ПАТЕНТ
PATENT

№ 8458

ПАЙДАЛЫ МОДЕЛЬГЕ / НА ПОЛЕЗНУЮ МОДЕЛЬ / FOR UTILITY MODEL

(21) 2023/0590.2

(22) 01.06.2023

(45) 29.09.2023

(54) Ойықты ролик тірегі
Роликовая опора желобчатая
Grooved roller support

(73) Бекмырза Жұмаш Айтжанұлы (KZ)
Bekmyrza Zhumash Aitzhanuly (KZ)

(72) Бекмырза Жұмаш Айтжанұлы (KZ) — Bekmyrza Zhumash Aitzhanuly (KZ)
Жанқұл Тамараасар Қалниязқызы (KZ) — Zhankul Tamaraassar Kalniyazkyzy (KZ)
Жанкулова Лаура Калниязовна (KZ) — Zhankulova Laura Kalniyazovna (KZ)
Нурмагамбетов Асхат Саятович (KZ) — Nurmagambetov Askhat Sayatovich (KZ)
Кеклис Андрей Сергеевич (KZ) — Keklis Andrey Sergeevich (KZ)
Утенов Даулет Муратович (KZ) — Utenov Daulet Muratovich (KZ)

ЭЦҚ қол қойылды — Е. Оспанов
Подписано ЭЦП — Е. Оспанов
Signed with EDS — Y. Ospanov

«Ұлттық зияткерлік меншік институты» РМК директоры
Директор РГП «Национальный институт интеллектуальной собственности»
Director of RSE «National institute of intellectual property»

Патентті күшінде ұстау ақысы уақытылы төленген жағдайда патенттің күші
Қазақстан Республикасының бүкіл аумағында қолданылады.

Патентке пайдалы модельдің толық сипатта масы www.kazpatent.kz ресми сайтында
«Қазақстан Республикасының пайдалы модельдерінің мемлекеттік тізілімі» бөлімінде қолжетімді

* * *

Действие патента распространяется на всю территорию Республики Казахстан
при условии своевременной оплаты поддержания патента в силе.

Полное описание полезной модели к патенту доступно на официальном сайте www.kazpatent.kz
в разделе «Государственный реестр полезных моделей Республики Казахстан».

* * *

Subject to timely payment for the maintenance of the patent in force
the patent shall be effective on the entire territory of the Republic of Kazakhstan.

Full description of the patent for utility model are available on the official website www.kazpatent.kz
in the section «State Register of Utility Models of the Republic of Kazakhstan».

Қазақстан Республикасы Әділет министрлігінің
«Ұлттық зияткерлік меншік институты» РМК
Астана қаласы, Мәңгілік Ел даңғылы, ғимарат 57А

РГП «Национальный институт интеллектуальной собственности»
Министерства юстиции Республики Казахстан
Город Астана, проспект Мангилик Ел, здание 57А

«National Institute of Intellectual Property» RSE,
Ministry of Justice of the Republic of Kazakhstan
Astana, 57A Mangilik El Avenue

Тел./Tel.: +7 (7172) 62-15-15
E-mail: kazpatent@kazpatent.kz
Website: www.kazpatent.kz

РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН

(19) **KZ** (13) **U** (11) **8464**
(51) ***E04H 7/22*** (2006.01)

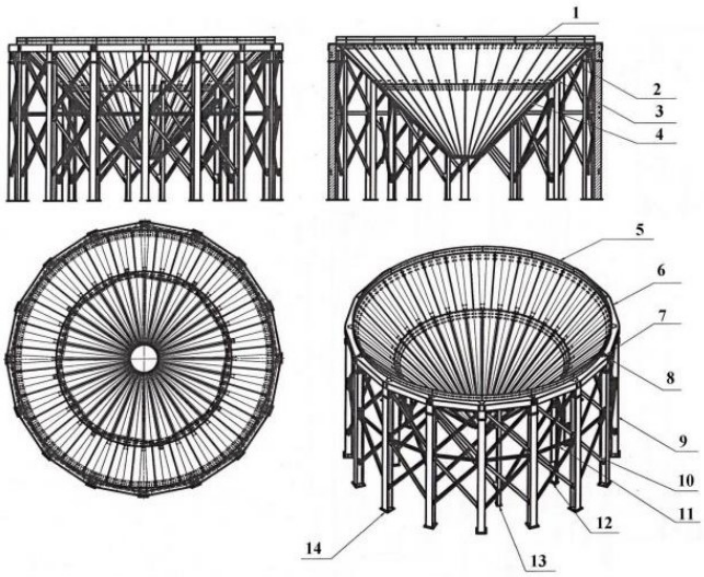
МИНИСТЕРСТВО ЮСТИЦИИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ
К ПАТЕНТУ

(21) 2023/0749.2
(22) 05.07.2023
(45) 29.09.2023, бюл. №39
(72) Бекмырза Жұмаш Айтжанұлы; Жанқұл Тамараасар Қалниязқызы; Жанкулова Лаура Калниязовна; Утенов Даулет Муратович
(73) Бекмырза Жұмаш Айтжанұлы
(74) Жусупбекова Сауле Айтпаевна; Шакуанова Асель Елубаевна
(56) RU 2056498 C1, 20.03.1996
(54) **ОПОРНАЯ РАМА СИЛОСА**
(57) Полезная модель относится к области строительства, а именно, к вертикальным наземным резервуарам, и может быть использована в промышленности и сельском хозяйстве для длительного хранения зерновых культур, в частности зерна пшеницы, семян подсолнечника, ячменя и др.

Задача предлагаемой полезной модели заключается в создании надежного простого способа изготовления и монтажа конструкции силосного комплекса различных емкостей с высокой герметичностью соединений и атмосферостойкостью из типовых деталей - панелей листового проката и типовых сборочных элементов, не требующих сложной обработки при их изготовлении, а при монтаже - специального, дополнительного оборудования при оптимизации металлоемкости конструкции и снижения трудоемкости изготовления и монтажа.

(19) KZ (13) U (11) 8464



Фиг. 1

Полезная модель относится к области строительства, а именно, к вертикальным наземным резервуарам, и может быть использована в промышленности и сельском хозяйстве для длительного хранения зерновых культур, в частности, зерна пшеницы, семян подсолнечника, ячменя и др.

Известен резервуар для хранения жидкости, монтируемый из сборных железобетонных элементов, опорных стоек, днища, обвязок, цилиндрических стеновых панелей, обращенных выпуклостью внутрь и дополнительных стеновых панелей, обращенных выпуклостью наружу (SU 590427, 30.01.1978 г.).

Недостатком этого изобретения является то, что данный резервуар может использоваться только как отдельно стоящее сооружение и не может быть использовано в технологических процессах, требующих создания компоновки резервуаров.

Наиболее близким аналогом заявляемой полезной модели является силос для хранения сыпучих материалов, описанный в патенте (RU 2056498 C1, 20.03.1996) и содержащий многоярусный каркас из вертикальных стоек и кольцевых шпангоутов, к которому прикреплено стеновое ограждение из панелей с горизонтальными стыками, расположенными в зонах кольцевых шпангоутов, к которым прикреплены верхние кромки панелей стенового ограждения жестко, а нижние - с вертикальными кольцевыми зазорами при помощи прижимных элементов. Такое крепление панелей позволяет распределить вертикальные сжимающие силы, определяющие несущую способность силоса, на вертикальные стойки, а при заполнении силоса радиальные силы растяжения дополнительно компенсируются кольцевыми шпангоутами.

Однако сложность и трудоемкость монтажа конструкции заключается в использовании монтажных деталей сложной конструкции и операций, связанных с их установкой, и влечет дополнительные материальные и временные затраты, причем каждый вертикальный стык листов стенового ограждения требует дополнительных элементов крепления. Кроме того, при хранении материалов из-за колебания внешних температур конденсирование влаги на внутренних стенках силоса и прилегающих к ним сыпучих материалах приводит к потерям хранимых материалов, а низкая гидроизоляция соединений профильных элементов снижает атмосферостойкость хранилища и его эксплуатационные качества.

Задача предлагаемой полезной модели заключается в создании надежного простого способа изготовления и монтажа конструкции силосного комплекса различных емкостей с высокой герметичностью соединений и атмосферостойкостью из типовых деталей - панелей листового проката и типовых сборочных элементов не требующих сложной обработки при их изготовлении, а при монтаже - специального, дополнительного оборудования при оптимизации металлоемкости конструкции и снижения трудоемкости изготовления и монтажа.

Сущность полезной модели пояснена на фигуре 1, где позициями обозначены: 1 - конус рамы, 2 - сектор первого ряда, 3 - место сборки конуса болтовыми соединениями, 4 - сектор второго ряда, 5 - кольцевая форма обода рамы из 16 сегментов, 6 - сегмент кольца в форме полумесяца, 7 - соединение стойки с соединителем, 8 - соединение полой стойки с сегментом обода болтовыми соединениями и двумя прокладками, 9 - стойка рамы силоса, 10- диагональная связь стойки подрамника, 11 - горизонтальная связь стойки подрамника, 12 - пластины стойки подрамника, 13 - вертикальная опора подрамника, 14 - пластина-пятка.

Поставленная задача решается тем, что опорная рама силоса изготавливается с помощью лазерного станка и листогибочного оборудования и представляет собой металлическую конструкцию из профильного металлопроката, стали 20 и листового металлопроката стали S350 350-450Zn. Стойки рамы изготавливаются из профильного двутавра 20К1, в количестве 16 штук. Соединяя между собой части диагональными и горизонтальными связями, на нижнюю опору стойки приваривается пластина-пятка из листа толщиной 14мм. Для соединения стойки с соединителем используется лист толщиной 10 мм. Стойка полая соединяется с сегментом обода болтовыми соединениями и двумя прокладками.

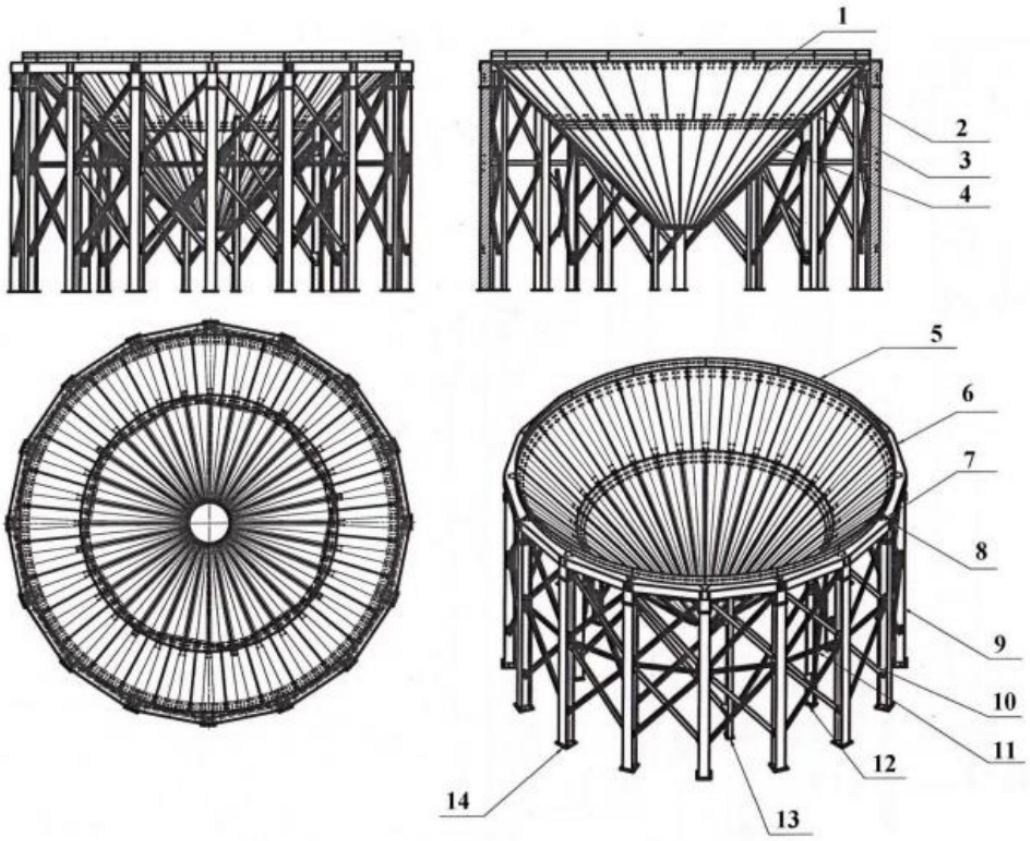
В опорную раму силоса входят дополнительно восемь вертикальных опор подрамника для усиления нижнего конуса с двумя диагональными связями на каждой стойке подрамника. Стойка подрамника имеет две пластины толщиной 10 мм приваренных к торцам стойки подрамника. Стойка подрамника изготавливается из двутавра 18У.

Опорный обод рамы представляет собой кольцевую форму, состоящую из 16 сегментов, собранных между собой пластинами и опорными стойками. Сегмент кольца имеет форму полумесяца для соединения с конусом и цилиндром силоса. Детали сегмента изготавливаются из листа толщиной - 10 мм, 8 мм, 5 мм.

Конус рамы размером 7000х930 мм высотой 3100 мм. Сборной конструкции из сектора в два ряда по 32 шт., толщиной каждого сектора – 3 мм стали S350 мм Zn 350-450. Конус собирается болтовыми соединениями М10х30 класса прочности 8,8 мм 10.9.

ФОРМУЛА ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ

Опорная рама силоса из профильного металлопроката и листового металлопроката, состоящая из стоек рамы в количестве шестнадцати штук, соединителя, подрамника, двух пластин, опорного обода из шестнадцати сегментов, пластины-пятки, двух прокладок, опорных стоек, сегментов кольца в форме полумесяца, ***отличающаяся*** тем, что для усиления нижнего конуса дополнительно содержит восемь вертикальных опор подрамника, изготовленных из двутавра, с двумя диагональными связями на каждой опоре подрамника.



Фиг. 1

Верстка Д. Женысова
Корректор Г. Косанова

ВЫПИСКА ИЗ ГОСУДАРСТВЕННОГО РЕЕСТРА ПОЛЕЗНЫХ МОДЕЛЕЙ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

РГП "НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ" МИНИСТЕРСТВА ЮСТИЦИИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Статус: Действует

(11) № охранного документа	8464
(12)	Патент на Полезную Модель
(21) Номер заявки	2023/0749.2
(22) Дата подачи заявки	05.07.2023
(51) МПК	E04H 7/22
(54) Название	Опорная рама силоса
(73) Патентообладатель	Бекмырза Жұмаш Айтжанұлы (KZ)
(72) Автор(-ы)	Бекмырза Жұмаш Айтжанұлы Бекмырза Жұмаш Айтжанұлы Bekmyrza Zhumash Aitzhanuly (KZ); Утенов Даулет Муратович Утенов Даулет Муратович Utenov Daulet Muratovich (KZ); Жанқұл Тамараасар Қалниязқызы Жанқұл Тамараасар Қалниязқызы Zhankul Tamaraassar Kalniyazkyzy (KZ); Жанкулова Лаура Калниязовна Жанкулова Лаура Калниязовна Zhankulova Laura Kalniyazovna(KZ)
(74) Патентные поверенные	Жусупбекова Сауле Айтпаевна; Шакуанова Асель Елубаевна
(45) Номер и дата бюллетеня	№ 39 - 29.09.2023
Срок действия	05.07.2025

Дата формирования выписки: **20.03.2024**

KAZPATENT

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ

РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН

REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

ПАТЕНТ
PATENT

№ 8464

ПАЙДАЛЫ МОДЕЛЬГЕ / НА ПОЛЕЗНУЮ МОДЕЛЬ / FOR UTILITY MODEL

(21) 2023/0749.2

(22) 05.07.2023

(45) 29.09.2023

(54) Силос тірегі
Опорная рама силоса
Silo bearing frame

(73) Бекмырза Жұмаш Айтжанұлы (KZ)
Bekmyrza Zhumash Aitzhanuly (KZ)

(72) Бекмырза Жұмаш Айтжанұлы (KZ) Bekmyrza Zhumash Aitzhanuly (KZ)
Жанқұл Тамараасар Қалниязқызы (KZ) Zhankul Tamaraassar Kalniyazkyzy (KZ)
Жанкулова Лаура Калниязовна (KZ) Zhankulova Laura Kalniyazovna (KZ)
Утенов Даулет Муратович (KZ) Utenov Daulet Muratovich (KZ)

ЭЦҚ қол қойылды Е. Оспанов
Подписано ЭЦП Е. Оспанов
Signed with EDS Y. Ospanov

«Ұлттық зияткерлік меншік институты» РМК директоры
Директор РГП «Национальный институт интеллектуальной собственности»
Director of RSE «National institute of intellectual property»

Патентті күшінде ұстау ақысы уақытылы төленген жағдайда патенттің күші
Қазақстан Республикасының бүкіл аумағында қолданылады.

Патентке пайдалы модельдің толық сипатта масы www.kazpatent.kz ресми сайтында
«Қазақстан Республикасының пайдалы модельдерінің мемлекеттік тізілімі» бөлімінде қолжетімді

* * *

Действие патента распространяется на всю территорию Республики Казахстан
при условии своевременной оплаты поддержания патента в силе.

Полное описание полезной модели к патенту доступно на официальном сайте www.kazpatent.kz
в разделе «Государственный реестр полезных моделей Республики Казахстан».

* * *

Subject to timely payment for the maintenance of the patent in force
the patent shall be effective on the entire territory of the Republic of Kazakhstan.

Full description of the patent for utility model are available on the official website www.kazpatent.kz
in the section «State Register of Utility Models of the Republic of Kazakhstan».

Қазақстан Республикасы Әділет министрлігінің
«Ұлттық зияткерлік меншік институты» РМК
Астана қаласы, Мәңгілік Ел даңғылы, ғимарат 57А

РГП «Национальный институт интеллектуальной собственности»
Министерства юстиции Республики Казахстан
Город Астана, проспект Мангилик Ел, здание 57А

«National Institute of Intellectual Property» RSE,
Ministry of Justice of the Republic of Kazakhstan
Astana, 57A Mangilik El Avenue

Тел./Tel.: +7 (7172) 62-15-15
E-mail: kazpatent@kazpatent.kz
Website: www.kazpatent.kz

ТРЕБОВАНИЕ-НАКЛАДНАЯ № 122

	Коды
Товарищество с ограниченной ответственностью "Завод элеваторного оборудования "Астык"	ОКПО

Дата составления	Код вида операции	Отправитель: структурное подразделение	Отправитель: вид деятельности	Получатель: структурное подразделение	Получатель: вид деятельности	Корреспондирующий: счет, субсчет	Корреспондирующий: код аналитического учета	Учетная единица выпуска продукции
31.05.23		Основной склад		Производство		8110		

Через кого _____

Затребовал _____ Разрешил _____

Корреспондирующий счет, субсчет	Корреспондирующий код аналитического учета	Материальные ценности: наименование	Материальные ценности: номенклатурный номер	Единица: код	Единица: наименование	Количество: затребовано	Количество: отпущено	Цена	Сумма без учета НДС	Порядковый номер по складской
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1310		Балки двутавровые С255 дл 12м	000300075 58	0168	т		7,287	475 973,36	3 468 417,86	
1310		Болт ДИН 933 кл. 5.8 М16*60 КИТАЙ	000300076 30	166	кг		37,500	642,72	24 102,17	
1310		Гайка М16 ДИН 934 CLASS5.8 КИТАЙ	000300075 78	166	кг		11,520	645,61	7 437,39	
1310		Шайба пружинная ДИН127 М16 КИТАЙ	000300076 01	166	кг		6,900	496,12	3 423,21	
1310		Шайба М16 ДИН 125-А CLASS5.8 КИТАЙ	000300075 87	166	кг		2,310	493,70	1 140,46	
1310		Болт ДИН 933 кл. 5.8 М12*50 КИТАЙ	000300075 68	166	кг		139,200	634,82	88 366,38	
1310		Гайка М12 ДИН 934 CLASS5.8 КИТАЙ	000300075 76	166	кг		45,600	710,53	32 400,19	
1310		Шайба М12 ДИН 125-А CLASS5.8 КИТАЙ	000300075 95	166	кг		32,100	468,51	15 039,33	
1310		Шайба М12 ДИН 125-А CLASS5.8 КИТАЙ	000300075 95	166	кг		9,120	468,51	4 272,86	
1310		Лист 5х1500х6000	000300060 32	0166	кг		904,900	387,12	350 301,63	
1310		Лист 10х1500х6000	000300008 05	166	кг		679,000	397,25	269 732,55	
1310		Болт ДИН 933 кл. 5.8 М12*50 КИТАЙ	000300075 68	166	кг		234,000	634,82	148 546,94	
1310		Гайка М16 ДИН 934 CLASS5.8 КИТАЙ	000300075 78	166	кг		72,000	645,61	46 483,70	
1310		Шайба М16 ДИН 125-А CLASS5.8 КИТАЙ	000300075 87	166	кг		43,200	493,70	21 328,03	
1310		COLORAN T MT FINLAND	000300069 09	0796	шт		1 000,000	1,87	1 866,06	
1310		Болт ДИН 933 кл. 5.8 М10*25 КИТАЙ	000300075 59	166	кг		45,000	532,80	23 976,07	
1310		Гайка М10 ДИН 934 CLASS5.8 КИТАЙ	000300075 63	166	кг		16,500	527,37	8 701,66	
1310		Шайба М10 ДИН 125-А CLASS5.8 КИТАЙ	000300075 64	166	кг		9,000	587,35	5 286,19	
1310		Шайба пружинная ДИН127 М10 КИТАЙ	000300075 93	166	кг		3,000	569,08	1 707,23	
1310		Болт ДИН 933 кл. 5.8 М16*40 КИТАЙ	000300076 29	166	кг		12,000	640,31	7 683,66	
1310		Гайка М16 ДИН 934 CLASS5.8 КИТАЙ	000300075 78	166	кг		4,800	645,61	3 098,91	
1310		Шайба пружинная ДИН127 М16 КИТАЙ	000300076 01	166	кг		2,640	496,12	1 309,75	
1310		Шайба М16 ДИН 125-А CLASS5.8 КИТАЙ	000300075 87	166	кг		0,960	493,70	473,96	
1310		Болт ДИН 933 кл. 5.8 М8*20 КИТАЙ	000300075 60	166	кг		35,100	593,26	20 823,51	
1310		Гайка М8 ДИН 934 CLASS5.8 КИТАЙ	000300075 85	166	кг		16,200	522,43	8 463,41	
1310		Шайба М8 ДИН 125-А CLASS5.8 КИТАЙ	000300075 65	166	кг		10,800	604,80	6 531,80	
1310		Шайба пружинная ДИН127 М8 КИТАЙ	000300075 92	166	кг		2,700	585,24	1 580,16	
1310		Болт ДИН 933 кл. 5.8 М10*30	000300072 26	166	кг		36,000	1 183,63	42 610,75	
1310		Термоподвеска ТП-001	000300064 59	796	шт		3,000	124 000,00	372 000,00	
1310		Уголок 40 х 40 х 3,0 L=6.00	000300060 38	0166	кг		10,870	581,71	6 323,19	
1310		Болт ДИН 933 кл. 5.8 М12*30 КИТАЙ	000300075 67	166	кг		54,000	518,14	27 979,63	
1310		Гайка М12 ДИН 934 CLASS5.8 КИТАЙ	000300075 76	166	кг		20,100	710,53	14 281,66	
1310		Шайба М12 ДИН 125-А CLASS5.8 КИТАЙ	000300075 95	166	кг		15,000	468,51	7 027,72	
1310		Шайба пружинная ДИН127 М12 CLASS8,8 КИТАЙ	000300076 88	166	кг		5,100	478,47	2 440,18	
1310		Болт ДИН 933 кл. 5.8 М10*20 КИТАЙ	000300078 49	166	кг		42,000	814,08	34 191,51	
1310		Гайка М10 ДИН 934 CLASS5.8 КИТАЙ	000300075 63	166	кг		19,200	527,37	10 125,57	
1310		Шайба М10 ДИН 125-А CLASS5.8 КИТАЙ	000300075 64	166	кг		15,360	587,35	9 021,76	
1310		Шайба пружинная ДИН127 М10 КИТАЙ	000300075 93	166	кг		3,060	569,08	1 741,37	
1310		Болт ДИН 603 кл. 5.8 М8*20 КИТАЙ	000300075 62	166	кг		2,040	567,05	1 156,78	
1310		Гайка М8 ДИН 934 CLASS5.8 КИТАЙ	000300075 85	166	кг		0,900	522,43	470,19	
1310		Шайба М8 ДИН 125-А CLASS5.8 КИТАЙ	000300075 65	166	кг		0,570	604,80	344,73	
1310		Шайба пружинная ДИН127 М8 КИТАЙ	000300075 92	166	кг		0,120	585,24	70,23	
1310		Круг 22 L-12	000300051 50	0166	кг		4,200	11 539,29	48 465,00	
1310										
1310		Болт ДИН 933 кл. 5.8 М8*20 КИТАЙ	000300075 60	166	кг		0,360	593,26	213,57	
1310		Гайка М8 ДИН 934 CLASS5.8 КИТАЙ	000300075 85	166	кг		0,060	522,43	31,35	
1310		Шайба М8 ДИН 125-А CLASS5.8 КИТАЙ	000300075 65	166	кг		0,450	604,80	272,16	
1310		Шайба пружинная ДИН127 М8 КИТАЙ	000300075 92	166	кг		0,019	585,24	11,12	
1310		Болт ДИН 933 кл. 5.8 М14*30 КИТАЙ	000300075 69	166	кг		0,960	522,75	501,84	
1310		Гайка М14 ДИН 934 CLASS5.8 КИТАЙ	000300075 77	166	кг		0,360	531,08	191,19	
1310		Шайба пружинная ДИН127 М14 КИТАЙ	000300076 00	166	кг		0,096	561,67	53,92	
1310		Шайба М14 ДИН 125-А CLASS5.8 КИТАЙ	000300075 96	166	кг		0,072	576,94	41,54	
1310		COLORANT TT FINLAND	000300034 14	796	шт		3 000,000	2,37	7 124,81	
1310		COLORANT LS FINLAND	000300033 25	796	шт		3 000,000	2,12	6 361,78	
1310		Круг 22 L-12	000300051 50	0166	кг		3,300	11 539,29	38 079,64	
1310		Круг 20 L=11.7	000300071 39	0166	кг		3,600	321,43	1 157,15	
1310		Болт ДИН 603 кл. 5.8 М8*20 КИТАЙ	000300075 62	166	кг		0,780	567,05	442,30	
1310		Гайка М8 ДИН 934 CLASS5.8 КИТАЙ	000300075 85	166	кг		0,510	522,43	266,44	
1310		Шайба М8 ДИН 125-А CLASS5.8 КИТАЙ	000300075 65	166	кг		0,060	604,80	36,29	
1310		Болт ДИН 603 кл. 5.8 М8*20 КИТАЙ	000300075 62	166	кг		0,240	567,05	136,09	
1310		Болт ДИН 603 кл. 5.8 М8*20 КИТАЙ	000300075 62	166	кг		0,810	567,05	459,31	
1310		Гайка М8 ДИН 934 CLASS5.8 КИТАЙ	000300075 85	166	кг		0,630	522,43	329,13	
1310		Шайба плоск. М8ф	000300058 36	166	кг		0,240	1 026,79	246,43	
1310		Рулон оцинкованный (3.00х1250 Z450)	000300058 60	166	кг		1 770,000	462,17	818 039,54	
1310		Рулон оцинкованный (2.00х1250 Z450)	000300058 61	166	кг		882,000	475,18	419 105,22	
1310		Сталь оцинкованная 2,0-1,25	000300061 93	0018	пог.м		663,000	9 112,21	6 041 394,29	
1310		Сталь оцинкованная 1,5-1,25	000300051 87	0018	пог.м		193,100	6 627,33	1 279 737,60	
1310		Сталь оцинкованная 2,0-1,25	000300061 93	0018	пог.м		259,500	9 112,21	2 364 618,13	
1310		Рулон оцинкованный (2.00х1250 Z450)	000300058 61	166	кг		1 050,000	475,18	498 934,79	
1310		Рулон оцинкованный (3.00х1250 Z450)	000300058 60	166	кг		1 372,124	462,17	634 153,49	
1310		Рулон оцинкованный (2.00х1250 Z450)	000300058 61	166	кг		2 537,500	475,18	1 205 759,06	
1310		Индикатор уровня ILTD0	000300067 35	796	шт		3,000	87 152,78	261 458,33	
					Итого		30 648,127	X	18 729 901,85	
							18357,628			

Отпустил _____ (должность) _____ (подпись) Павловский О.А. (расшифровка подписи)

Получил _____ (должность) _____ (подпись) _____ (расшифровка подписи)

РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН

(19) **KZ** (13) **U** (11) **8465**
(51) ***E04H 7/22*** (2006.01)

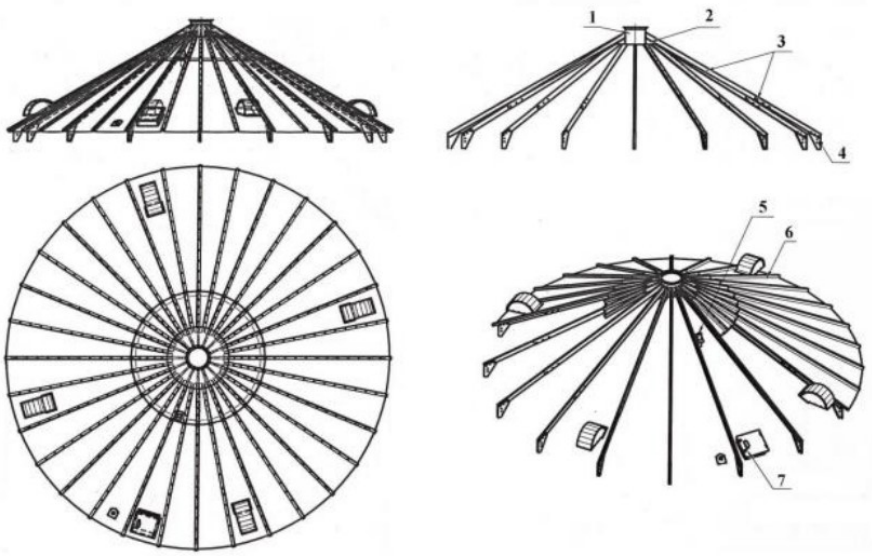
МИНИСТЕРСТВО ЮСТИЦИИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ
К ПАТЕНТУ

(21) 2023/0752.2
(22) 05.07.2023
(45) 29.09.2023, бюл. №39
(72) Бекмырза Жұмаш Айтжанұлы; Жанқұл Тамараасар Қалниязқызы; Жанкулова Лаура Калниязовна; Утенов Даулет Муратович
(73) Бекмырза Жұмаш Айтжанұлы
(74) Жусупбекова Сауле Айтпаевна; Шакуанова Асель Елубаевна
(56) RU 2017917 C1, 15.08.1994
(54) **КРЫША СИЛОСА**

(57) Полезная модель относится к наземному строительству и может быть использована при строительстве цилиндрических емкостей, например силосов для хранения сыпучих материалов.

Задача предлагаемой полезной модели заключается в создании надежного простого способа изготовления и монтажа конструкции силосного комплекса различных емкостей с высокой герметичностью соединений и атмосферостойкостью из типовых деталей - панелей листового проката и типовых сборочных элементов, не требующих сложной обработки при их изготовлении, а при монтаже - специального, дополнительного оборудования при оптимизации металлоемкости конструкции и снижения трудоемкости изготовления и монтажа.



Фиг. 1

(19) KZ (13) U (11) 8465

Полезная модель относится к наземному строительству и может быть использована при строительстве цилиндрических емкостей, например силосов для хранения сыпучих материалов.

Известна кровля цилиндрического силоса (RU 2017917 C1, 15.08.1994) включающая несущие балки с нижними и верхними поясами, листовые обшивки с отбортованными боковыми кромками, заклинивающие элементы со стопорящими выступами.

Недостатком данной конструкции является использование на обшивке рулонного и листового металла, не обеспечивающего жесткость крыши, сложность отбортовки обшивки. Кроме того, известное устройство работоспособно только в случае применения для обшивок материала, допускающего упругие деформации.

Задача предлагаемой полезной модели заключается в создании надежного простого способа изготовления и монтажа конструкции силосного комплекса различных емкостей с высокой герметичностью соединений и атмосферостойкостью из типовых деталей - панелей листового проката и типовых сборочных элементов, не требующих сложной обработки при их изготовлении, а при монтаже - специального, дополнительного оборудования при оптимизации металлоемкости конструкции и снижения трудоемкости изготовления и монтажа.

Сущность полезной модели пояснена на фигуре 1, где позициями обозначены: 1- приемная горловина крыши, 2- опорные кронштейны приемной горловины крыши силоса, 3- прогоны швеллера, 4- ребра жесткости крыши силоса, 5- фиксаторы термоподвесок, 6- сектора крыши из листа толщиной-1,2 мм в количестве 32шт, 7- смотровой люк, 8- угол 32 градуса крыши.

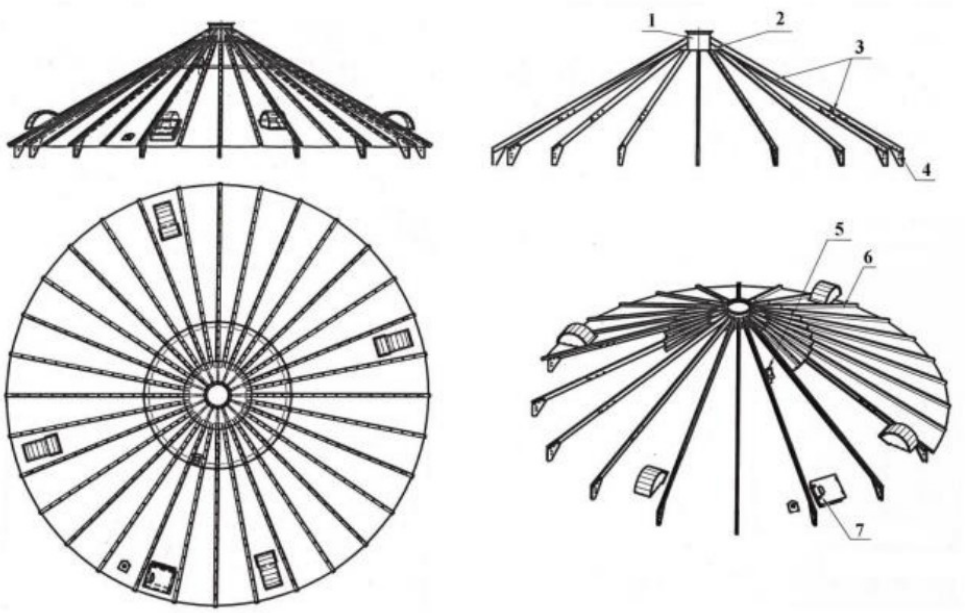
Поставленная задача решается тем, что крыша силоса собирается из специальных секторов, скрепляемых ребрами жесткости, высота которых достигает 200 мм. Сектора выполняются из стали, прошедшей оцинковку. С точки зрения защитных качеств материала, крыша является наиболее требовательной частью конструкции. Дополнительно металлические силосы для хранения зерна - это конструкции, которые, помимо содержания, должны обеспечивать и возможность загрузки продукции. В предлагаемом способе производства силоса, крыша имеет конусную форму под углом 32 градуса у основания, и крыша выполняется из прогонов швеллера телескопического исполнения накладываемых на опорные кронштейны приемной горловины диаметром 400 мм из листа толщиной 4 мм в виде цилиндра. Детали сектора крыши изготавливаются из листа толщиной-1,2 мм в количестве 32шт. в два ряда лазерной резкой и гибки на листогибочном станке. Вертикальная лестница высотой 16330 мм собирается из профилей, гнутых на листогибочном станке и лазерном станке. На крышке предусмотрен загрузочный канал, а также смотровой люк и фиксаторы термоподвесок. Корпус представляет собой конструкцию из панелей с волнистой текстурой. Соединения обеспечиваются болтами, в которых закладываются уплотнительные прокладки. Как и в случае с металлом крыши, основа выполняется из оцинкованных элементов. Благодаря этому решению силосы для хранения зерна не ржавеют и обладают повышенными свойствами стойкости к внешним воздействиям. В зависимости от требований, силос может представлять собой типовой резервуар или многофункциональную систему, позволяющую обеспечивать несколько циклов в обращении с зерном.

Монтаж крыши силоса производят следующим образом. К приемной горловине диаметром 400 мм по окружности прикручиваются опорные кронштейны в количестве 16 штук болтовыми соединениями М12. Следующий этап – это подготовка ригелей (на фигуре не показано) к ребрам жесткости, методом наложения по плоскости прикручиваются прогоны швеллера телескопического исполнения внахлест друг другу, образуя телескопический прогон. Данный этап необходимо повторить 15 раз. Сборка крыши производится зеркально, устанавливая, друг к другу прогоны швеллера с установленными ребрами, прикручивая их боковой стенкой к опорным кронштейнам, прикрученным к приемной горловине. В процессе сборки образуется крыша. К крыше методом наложения скрепляются специальные сектора (настил крыши), соединяясь друг с другом методом замка. Закрепление секторов крыши производится как между собой, так и с каркасом крыши. Получив каркас крыши силоса производится установка смотрового люка и фиксатора термоподвески. Для дальнейшей сборки силоса подъемным механизмом (автокран), просунув ветви стропа (грузоподъемного механизма в приемную горловину), зацепив крюком за цилиндр, поднять всю конструкцию на 1,5 м и к ребрам жесткости методом нахлеста прикручиваются стеновые панели цилиндра силоса в количестве одного яруса последнего ряда. Приподняв конструкцию с последним рядом цилиндра на высоту не менее 2000 мм., устанавливают вертикальные силовые стойки в количестве 16 штук. К данным стойкам прикручивают кронштейны подъема силоса зеркально друг к другу в количестве 4 штук, отступая друг от друга на расстоянии через три стойки, опустив конструкцию на площадку, отцепив ветви стропов от цилиндра силоса и перецепив 4-ветвевым стропом за кронштейны подъема, установленным на вертикальных силовых стойках.

ФОРМУЛА ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ

Крыша силоса, выполненная из оцинкованных элементов, состоящая из рамы и секторов, скрепляемых ребрами жесткости, высотой 200 мм, ***отличающаяся*** тем, что крыша имеет конусную форму под углом 32 градуса у основания, крыша выполняется из прогонов швеллера телескопического исполнения и накладываемых на опорные кронштейны приемной горловины

диаметром 400 мм из листа толщиной 4 мм в виде цилиндра, сектора крыши изготавливаются из листа толщиной-1,2 мм в количестве 32шт., в два ряда лазерной резкой и гибки на листогибочном станке, на крыше предусмотрен загрузочный канал, а также смотровой люк и фиксаторы термоподвесок, соединения обеспечиваются болтами, в которых закладываются уплотнительные прокладки.



Фиг. 1

Верстка Д. Женысова
Корректор Г. Косанова

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ

РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН

REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

ПАТЕНТ
PATENT

№ 8465

ПАЙДАЛЫ МОДЕЛЬГЕ / НА ПОЛЕЗНУЮ МОДЕЛЬ / FOR UTILITY MODEL

(21) 2023/0752.2

(22) 05.07.2023

(45) 29.09.2023

(54) Силос төбесі
Крыша силоса
Silo roof

(73) Бекмырза Жұмаш Айтжанұлы (KZ)
Bekmyrza Zhumash Aitzhanuly (KZ)

(72) Бекмырза Жұмаш Айтжанұлы (KZ) — Bekmyrza Zhumash Aitzhanuly (KZ)
Жанқұл Тамараасар Қалниязқызы (KZ) — Zhankul Tamaraassar Kalniyazkyzy (KZ)
Жанкулова Лаура Калниязовна (KZ) — Zhankulova Laura Kalniyazovna (KZ)
Утенов Даулет Муратович (KZ) — Utenov Daulet Muratovich (KZ)

ЭЦҚ қол қойылды — Е. Оспанов
Подписано ЭЦП — Е. Оспанов
Signed with EDS — Y. Ospanov

«Ұлттық зияткерлік меншік институты» РМК директоры
Директор РГП «Национальный институт интеллектуальной собственности»
Director of RSE «National institute of intellectual property»

Патентті күшінде ұстау ақысы уақытылы төленген жағдайда патенттің күші
Қазақстан Республикасының бүкіл аумағында қолданылады.

Патентке пайдалы модельдің толық сипатта масы www.kazpatent.kz ресми сайтында
«Қазақстан Республикасының пайдалы модельдерінің мемлекеттік тізілімі» бөлімінде қолжетімді

* * *

Действие патента распространяется на всю территорию Республики Казахстан
при условии своевременной оплаты поддержания патента в силе.

Полное описание полезной модели к патенту доступно на официальном сайте www.kazpatent.kz
в разделе «Государственный реестр полезных моделей Республики Казахстан».

* * *

Subject to timely payment for the maintenance of the patent in force
the patent shall be effective on the entire territory of the Republic of Kazakhstan.

Full description of the patent for utility model are available on the official website www.kazpatent.kz
in the section «State Register of Utility Models of the Republic of Kazakhstan».

Қазақстан Республикасы Әділет министрлігінің
«Ұлттық зияткерлік меншік институты» РМК
Астана қаласы, Мәңгілік Ел даңғылы, ғимарат 57А

РГП «Национальный институт интеллектуальной собственности»
Министерства юстиции Республики Казахстан
Город Астана, проспект Мангилик Ел, здание 57А

«National Institute of Intellectual Property» RSE,
Ministry of Justice of the Republic of Kazakhstan
Astana, 57A Mangilik El Avenue

Тел./Tel.: +7 (7172) 62-15-15
E-mail: kazpatent@kazpatent.kz
Website: www.kazpatent.kz

ТРЕБОВАНИЕ-НАКЛАДНАЯ № 363

	Коды
Товарищество с ограниченной ответственностью "Завод элеваторного оборудования "Астык"	ОКПО

Дата составления	Код вида операции	Отправитель		Получатель		Корреспондирующий		Учетная единица выпуска продукции
		структурное подразделение	вид деятельности	структурное подразделение	вид деятельности	счет, субсчет	код аналитического учета	
31.10.23		Основной склад		Производство		8110		

Через кого_____

Затребовал_____ Разрешил_____

Корреспондирующ		Материальные ценности		Единица		Количество		Цена	Сумма без учета НДС	Порядковый номер по складско
счет, субсчет	код аналитического учета	наименование	номенклатурный номер	код	наименование	затребовано	отпущено			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1310		Круг 110 мм ст 45	00030008654	006	м		1,200	6 440,00	30 909,00	
1310		Круг 75 мм ст 45	00030008653	006	м		1,200	5 980,00	57 404,64	
1310		Круг 70мм ст45	00030005874	006	м		1,200	10 436,00	50 092,50	
1310		Круг 56 ст. 45	00030008652	006	м		6,000	6 669,00	160 066,07	
1310		Лист горячекатанный 2,0х1250х2500	00030004036	166	кг		25,200	192,00	19 350,00	
1310		Лист горячекатанный 3,0х1250х2500	00030002213	166	кг		111,000	192,00	85 319,09	
1310		Лист 5х1500х6000	00030006032	0166	кг		51,000	190,00	38 705,36	
1310		Швеллер № 8У	00030001073	0166	кг		43,000	224,00	38 229,65	
1310		Подшипниковыий узел UCF 210	00030005118	0796	шт		1,000	1 875,00	7 500,00	
1310		Подшипник 180308	00030001179	0796	шт		3,000	714,00	8 571,43	
1310		Крышка подшипника ВРП 110-49-6,3 с механической обработкой	00030001155	0796	шт		2,000	2 139,00	17 112,04	
1310		Ремень ВБ-2360	00030001079	0796	шт		4,000	893,00	14 285,72	
1310		Болт ДИН 603 кл. 5.8 М8*20 КИТАЙ	00030007562	166	кг		0,525	283,40	595,22	
1310		Гайка М8 ДИН 934 CLASS5.8 КИТАЙ	00030007585	166	кг		0,210	261,00	219,45	
1310		Шайба М8 ДИН 125-А CLASS5.8 КИТАЙ	00030007565	166	кг		0,130	302,00	157,24	
1310		Шайба М8 ДИН 125-А CLASS5.8 КИТАЙ	00030007565	166	кг		0,030	302,00	36,29	
1310		Болт ДИН 933 кл. 5.8 М12*30 КИТАЙ	00030007567	166	кг		0,390	260,00	405,08	
1310		Гайка М10 ДИН 6923 CLASS8.8 КИТАЙ	00030008615	166	кг		0,070	295,00	82,45	
1310		Болт ДИН 933 кл. 5.8 М12*50 КИТАЙ	00030007568	166	кг		0,240	318,00	304,71	
1310		Гайка М12 ДИН 934 CLASS5.8 КИТАЙ	00030007576	166	кг		0,076	353,50	107,47	
1310		Шайба М12 ДИН 125-А CLASS5.8 КИТАЙ	00030007595	166	кг		0,050	237,79	47,56	
1310		Шайба М12 ДИН 125-А CLASS5.8 КИТАЙ	00030007595	166	кг		0,010	238,00	9,51	
1310		Болт ДИН 933 кл. 5.8 М16*50 КИТАЙ	00030007570	166	кг		0,480	254,20	488,06	
1310		Гайка М16 ДИН 934 CLASS5.8 КИТАЙ	00030007578	166	кг		0,150	322,00	193,61	
1310		Шайба М16 ДИН 125-А CLASS5.8 КИТАЙ	00030007587	166	кг		0,096	246,46	94,64	
1310		Эл. двигатель 7,5/1500	00030007288	796	шт		1,000	87 887,00	351 547,62	
1310		Грунт-эмаль по ржавчине ХВ 3 в 1	00030008311	796	шт		2,700	1 859,00	20 076,42	
1310		Грунт универсальный Купаж фас 10 л	00030008447	796	шт		0,500	1 038,00	2 075,00	
1310		Квадрат 30 мм ст 3	00030008658	006	м		3,000	3 509,00	42 113,39	
							259,457			
					Итого			X	1 264 275,61	

Отпустил _____ _____ Павловский О.А. Получил _____ _____ _____

должность подпись расшифровка подписи должность подпись расшифровка подписи

РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН

(19) **KZ** (13) **U** (11) **8670**
(51) ***A01F 25/22*** (2006.01)

МИНИСТЕРСТВО ЮСТИЦИИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ
К ПАТЕНТУ

(21) 2023/0751.2
(22) 05.07.2023
(45) 01.12.2023, бюл. №48
(72) Бекмырза Жұмаш Айтжанұлы; Жанқұл Тамараасар Қалниязқызы; Жанкулова Лаура Калниязовна; Утенов Даулет Муратович; Куштарова Гульжанат Алижановна
(73) Бекмырза Жұмаш Айтжанұлы
(74) Жусупбекова Сауле Айтпаевна; Шакуанова Асель Елубаевна
(56) RU 2257520 C1, 27.05.2005

(54) **ВЕНТИЛЯТОР ДЛЯ СИЛОСА**

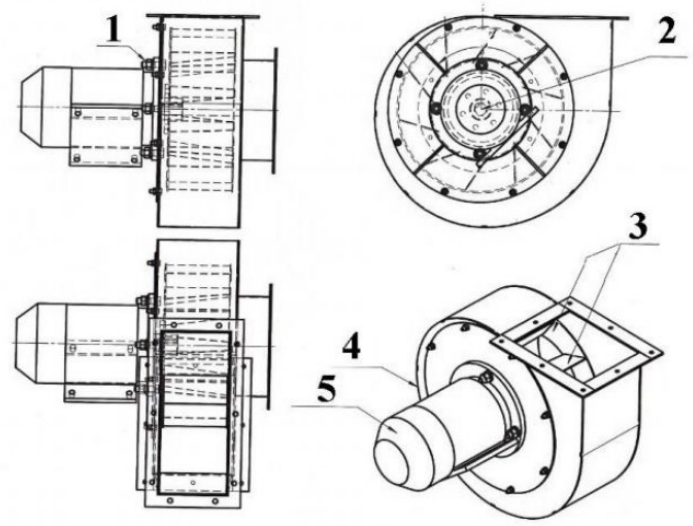
(57) Полезная модель относится к устройствам зерноперерабатывающей промышленности и сельскохозяйственному производству и может найти применение в сельском хозяйстве для обработки семян зерновых колосковых и масличных культур.

Предлагаемая полезная модель направлена на повышение производительности обработки семян и снижения энергозатрат за счет обеспечения более равномерного распределения воздуха, подаваемого вентилятором в пространство силоса.

Вентилятор продувки силоса – радиальный вентилятор первого исполнения, который предназначен для вентиляции силоса. Он позволяет остужать зерновую массу после сушки зерна, а также очищать зерно от мелкой пыли при загрузке на временное хранение в силосе.

Вентилятор для силоса, выполненный из металлического листа, с крыльчаткой и лопастями, с корпусом в виде улитки, соединяемым болтами к электродвигателю, при этом лопасти в количестве десяти штук изготовлены из листа стали 3пс. толщиной 3 мм., угол установки лопастей на крыльчатке диаметром 400 мм равен 42 градусам от оси X и Y, угол между лопастями равен 36 градусам, ширина лопастей 155 мм.

(19) KZ (13) U (11) 8670



Фиг. 1

Полезная модель относится к устройствам зерноперерабатывающей промышленности и сельскохозяйственному производству, и может найти применение в сельском хозяйстве для обработки семян зерновых колосковых и масличных культур.

Известен патент на полезную модель «Вентилируемый бункер» (RU 125815 U1, 20.03.2013), содержащий внешний перфорированный цилиндр с коническим днищем, центральную воздухораспределительную трубу, соединенную с ней воздух подающую систему, пятигранные воздухоподводящие короба с открытым днищем, располагающиеся в кольцевом пространстве бункера, с перфорированными боковыми стенками.

Недостатком вышеуказанного устройства является недостаточная продуваемость слоя семян высокой влажности в нижней части бункера в процессе сушки, а также низкая приспособленность к поточной обработке семян. Кроме того, использование электрокалорифера для нагрева воздуха, подаваемого в бункер, влечет за собой повышенный расход электроэнергии.

Так же известен бункер активного вентилирования (RU №2257520, 27.05.2005), содержащий внутренний и наружный перфорированные цилиндры, конусообразный направитель, воздуховод, вентилятор, воздушный клапан в виде установленных друг над другом поршней, соединенных юбкой из эластичного материала.

Недостатком данной конструкции является то, что в ней сложно отрегулировать качество сушки при переходе с одной культуры на другую, особенно, это касается просушивания верхнего слоя, а в целом это приводит к неравномерности сушки и отсутствию нагрева зерна. Кроме того, не достаточно промышленно удобен для использования регулирования объема нагрева зернового материала в современных условиях и развития компьютерной техники, в частности, в сельском хозяйстве. Другим недостатком является то, что известный прототип не решает такие задачи, как подача подогретого воздуха от теплоносителя с принудительным вентилированием пневмопотоком высокого давления в виде импеллера. А значит, отсутствует регулирование температурного режима подогретого воздуха для сушки зернового материала, в частности для фермерских хозяйств.

Предлагаемая полезная модель направлена на повышение производительности обработки семян и снижения энергозатрат за счет обеспечения более равномерного распределения воздуха, подаваемого вентилятором в пространство силоса.

Сущность полезной модели пояснена на фигуре 1- общий вид, фигура 2 -угол установки лопастей, угол между лопатками оси X и Y.

где позициями обозначены: 1- болтовое соединение электродвигателя с корпусом улитки, 2- вал электродвигателя, 3- крыльчатка с лопастями, 4- корпус улитки, 5- электродвигатель.

Вентилятор продувки силоса–радиальный вентилятор первого исполнения, который предназначен для вентиляции силоса. Он позволяет остужать зерновую массу после сушки зерна, а также очищать зерно от мелкой пыли при загрузке на временное хранение в силосе.

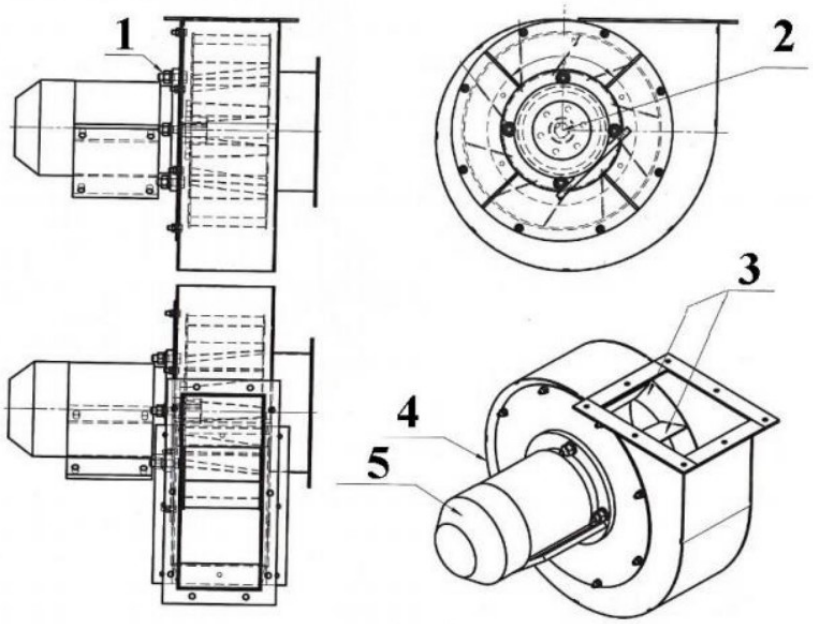
Поставленная задача достигается тем, что он имеет десятилопастную крыльчатку диаметром 400мм шириной 155мм установленном на валу электродвигателя под углом 42 градуса от оси X и Y, и угол между лопатками, то есть между собой равен 36 градусов. Соединение электродвигателя с корпусом улитки производится болтовыми соединениями. Покраска вентилятора имеет антикоррозийное покрытие. Преимуществом такого вентилятора является малогабаритность, вес и производительность.

Технические характеристики вентилятора:1) производительность - 2300 $м^3$/ч; 2) напряжение - 230 (380) В; 3) мощность - 95 Вт; 4) скорость вращения - 1450 об/мин; 5) корпус выполнен из металлического листа толщиной - 3мм стали 3пс; 6) крыльчатка и лопасти изготовлены из листа толщиной - 3мм стали 3пс.

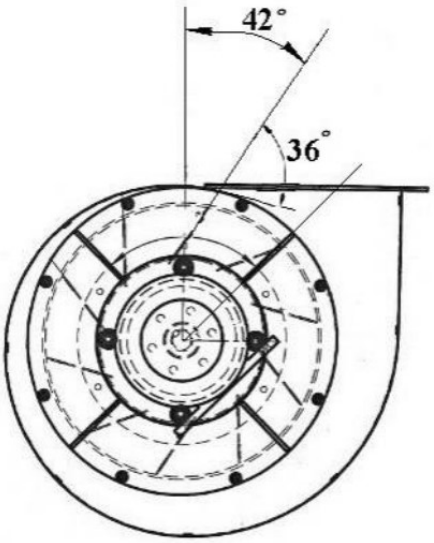
Вентилятор работает с начала загрузки до полного заполнения силоса (на фигуре не показано) следующим образом: зерно подается через приемную горловину (на фигуре не показано) в силос сверху с помощью нории или цепного транспортера верхней галереи (на фигуре не показано), после процесса сушки и очистки зерна для остужения и проветривания от мелких примесей. Также проветривание от мелких примесей может производиться перед засыпкой на временное хранение, перед очисткой и перед сушкой зерна. После заполнения силоса вентилятор продолжает работу, пронизывая воздушным потоком слой зерновых культур и выводя наружу мелкую примесь и тепло.

ФОРМУЛА ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ

Вентилятор для силоса, выполненный из металлического листа, с крыльчаткой и лопастями, с корпусом в виде улитки, соединяемым болтами к электродвигателю, ***отличающийся*** тем, что лопасти в количестве десяти штук изготовлены из листа стали 3пс. толщиной 3 мм., угол установки лопастей на крыльчатке диаметром 400 мм равен 42 градусам от оси X и Y, угол между лопастями равен 36 градусам, ширина лопастей 155 мм.



Фиг. 1



Фиг. 2

Верстка Д. Женысова
Корректор Г. Косанова

ВЫПИСКА ИЗ ГОСУДАРСТВЕННОГО РЕЕСТРА ПОЛЕЗНЫХ МОДЕЛЕЙ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

РГП "НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ" МИНИСТЕРСТВА ЮСТИЦИИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Статус: Действует

(11) № охранного документа	8670
(12)	Патент на Полезную Модель
(21) Номер заявки	2023/0751.2
(22) Дата подачи заявки	05.07.2023
(51) МПК	A01F 25/22
(54) Название	Вентилятор для силоса
(73) Патентообладатель	Бекмырза Жұмаш Айтжанұлы (KZ)
(72) Автор(-ы)	Бекмырза Жұмаш Айтжанұлы Бекмырза Жұмаш Айтжанұлы Bekmyrza Zhumash Aitzhanuly (KZ); Утенов Даулет Муратович Утенов Даулет Муратович Utenov Daulet Muratovich (KZ); Куштарова Гульжанат Алижановна Куштарова Гульжанат Алижановна Kushtarova Gulzhanat Alizhanovna(KZ); Жанқұл Тамараасар Қалниязқызы Жанқұл Тамараасар Қалниязқызы Zhankul Tamaraassar Kalniyazkyzy (KZ); Жанкулова Лаура Калниязовна Жанкулова Лаура Калниязовна Zhankulova Laura Kalniyazovna(KZ)
(74) Патентные поверенные	Жусупбекова Сауле Айтпаевна; Шакуанова Асель Елубаевна
(45) Номер и дата бюллетеня	№ 48 - 01.12.2023
Срок действия	05.07.2025

Дата формирования выписки: **20.03.2024**

KAZPATENT

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ

РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН

REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

ПАТЕНТ
PATENT

№ 8670

ПАЙДАЛЫ МОДЕЛЬГЕ / НА ПОЛЕЗНУЮ МОДЕЛЬ / FOR UTILITY MODEL

(21) 2023/0751.2

(22) 05.07.2023

(45) 01.12.2023

(54) Силос желдеткіші
Вентилятор для силоса
Silo fan

(73) Бекмырза Жұмаш Айтжанұлы (KZ)
Bekmyrza Zhumash Aitzhanuly (KZ)

(72) Бекмырза Жұмаш Айтжанұлы (KZ) — Bekmyrza Zhumash Aitzhanuly (KZ)
Жанқұл Тамараасар Қалниязқызы (KZ) — Zhankul Tamaraassar Kalniyazkyzy (KZ)
Жанкулова Лаура Калниязовна (KZ) — Zhankulova Laura Kalniyazovna (KZ)
Утенов Даулет Муратович (KZ) — Utenov Daulet Muratovich (KZ)
Куштарова Гульжанат Алижановна (KZ) — Kushtarova Gulzhanat Alizhanovna (KZ)

ЭЦҚ қол қойылды — Е. Оспанов
Подписано ЭЦП — Е. Оспанов
Signed with EDS — Y. Ospanov

«Ұлттық зияткерлік меншік институты» РМК директоры
Директор РГП «Национальный институт интеллектуальной собственности»
Director of RSE «National institute of intellectual property»

Патентті күшінде ұстау ақысы уақытылы төленген жағдайда патенттің күші
Қазақстан Республикасының бүкіл аумағында қолданылады.

Патентке пайдалы модельдің толық сипатта масы www.kazpatent.kz ресми сайтында
«Қазақстан Республикасының пайдалы модельдерінің мемлекеттік тізілімі» бөлімінде қолжетімді

* * *

Действие патента распространяется на всю территорию Республики Казахстан
при условии своевременной оплаты поддержания патента в силе.

Полное описание полезной модели к патенту доступно на официальном сайте www.kazpatent.kz
в разделе «Государственный реестр полезных моделей Республики Казахстан».

* * *

Subject to timely payment for the maintenance of the patent in force
the patent shall be effective on the entire territory of the Republic of Kazakhstan.

Full description of the patent for utility model are available on the official website www.kazpatent.kz
in the section «State Register of Utility Models of the Republic of Kazakhstan».

Қазақстан Республикасы Әділет министрлігінің
«Ұлттық зияткерлік меншік институты» РМК
Астана қаласы, Мәңгілік Ел даңғылы, ғимарат 57А

РГП «Национальный институт интеллектуальной собственности»
Министерства юстиции Республики Казахстан
Город Астана, проспект Мангилик Ел, здание 57А

«National Institute of Intellectual Property» RSE,
Ministry of Justice of the Republic of Kazakhstan
Astana, 57A Mangilik El Avenue

Тел./Tel.: +7 (7172) 62-15-15
E-mail: kazpatent@kazpatent.kz
Website: www.kazpatent.kz

ТРЕБОВАНИЕ-НАКЛАДНАЯ № 363

	Коды
Товарищество с ограниченной ответственностью "Завод элеваторного оборудования "Астык"	ОКПО

Дата составления	Код вида операции	Отправитель		Получатель		Корреспондирующий		Учетная единица выпуска продукции
		структурное подразделение	вид деятельности	структурное подразделение	вид деятельности	счет, субсчет	код аналитического учета	
31.10.23		Основной склад		Производство		8110		

Через кого_____

Затребовал_____ Разрешил_____

Корреспондирующ		Материальные ценности		Единица		Количество		Цена	Сумма без учета НДС	Порядковый номер по складско
счет, субсчет	код аналитического учета	наименование	номенклатурный номер	код	наименование	затребовано	отпущено			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1310		Круг 110 мм ст 45	00030008654	006	м		1,200	6 440,00	30 909,00	
1310		Круг 75 мм ст 45	00030008653	006	м		1,200	5 980,00	57 404,64	
1310		Круг 70мм ст45	00030005874	006	м		1,200	10 436,00	50 092,50	
1310		Круг 56 ст. 45	00030008652	006	м		6,000	6 669,00	160 066,07	
1310		Лист горячекатанный 2,0х1250х2500	00030004036	166	кг		25,200	192,00	19 350,00	
1310		Лист горячекатанный 3,0х1250х2500	00030002213	166	кг		111,000	192,00	85 319,09	
1310		Лист 5х1500х6000	00030006032	0166	кг		51,000	190,00	38 705,36	
1310		Швеллер № 8У	00030001073	0166	кг		43,000	224,00	38 229,65	
1310		Подшипниковыйй узел UCF 210	00030005118	0796	шт		1,000	1 875,00	7 500,00	
1310		Подшипник 180308	00030001179	0796	шт		3,000	714,00	8 571,43	
1310		Крышка подшипника ВРП 110-49-6,3 с механической обработкой	00030001155	0796	шт		2,000	2 139,00	17 112,04	
1310		Ремень ВБ-2360	00030001079	0796	шт		4,000	893,00	14 285,72	
1310		Болт ДИН 603 кл. 5.8 М8*20 КИТАЙ	00030007562	166	кг		0,525	283,40	595,22	
1310		Гайка М8 ДИН 934 CLASS5.8 КИТАЙ	00030007585	166	кг		0,210	261,00	219,45	
1310		Шайба М8 ДИН 125-А CLASS5.8 КИТАЙ	00030007565	166	кг		0,130	302,00	157,24	
1310		Шайба М8 ДИН 125-А CLASS5.8 КИТАЙ	00030007565	166	кг		0,030	302,00	36,29	
1310		Болт ДИН 933 кл. 5.8 М12*30 КИТАЙ	00030007567	166	кг		0,390	260,00	405,08	
1310		Гайка М10 ДИН 6923 CLASS8.8 КИТАЙ	00030008615	166	кг		0,070	295,00	82,45	
1310		Болт ДИН 933 кл. 5.8 М12*50 КИТАЙ	00030007568	166	кг		0,240	318,00	304,71	
1310		Гайка М12 ДИН 934 CLASS5.8 КИТАЙ	00030007576	166	кг		0,076	353,50	107,47	
1310		Шайба М12 ДИН 125-А CLASS5.8 КИТАЙ	00030007595	166	кг		0,050	237,79	47,56	
1310		Шайба М12 ДИН 125-А CLASS5.8 КИТАЙ	00030007595	166	кг		0,010	238,00	9,51	
1310		Болт ДИН 933 кл. 5.8 М16*50 КИТАЙ	00030007570	166	кг		0,480	254,20	488,06	
1310		Гайка М16 ДИН 934 CLASS5.8 КИТАЙ	00030007578	166	кг		0,150	322,00	193,61	
1310		Шайба М16 ДИН 125-А CLASS5.8 КИТАЙ	00030007587	166	кг		0,096	246,46	94,64	
1310		Эл. двигатель 7,5/1500	00030007288	796	шт		1,000	87 887,00	351 547,62	
1310		Грунт-эмаль по ржавчине ХВ 3 в 1	00030008311	796	шт		2,700	1 859,00	20 076,42	
1310		Грунт универсальный Купаж фас 10 л	00030008447	796	шт		0,500	1 038,00	2 075,00	
1310		Квадрат 30 мм ст 3	00030008658	006	м		3,000	3 509,00	42 113,39	
							259,457			
					Итого			X	1 264 275,61	

Отпустил _____ Павловский О.А. Получил _____

должность подпись расшифровка подписи должность подпись расшифровка подписи

International Journal of GEOMATE, Sept. 2023, Vol. 25, Issue 109, pp.173-180
ISSN: 2186-2982 (P), 2186-2990 (O), Japan, DOI: https://doi.org/10.21660/2023.109.m2318
Geotechnique, Construction Materials and Environment

IMPROVING THE DESIGN AND OPERATING PARAMETERS OF THE BELT CONVEYOR FOR WORKING WITH HEAVILY IMPURE GRAIN CROPS

*Zhumash Bekmyrza[1], Bulat Salykov[2], Kuanysh Ryspayev[3] and Ayap Kurmanov[4]

[1,3,4] Department of Mechanical Engineering, Engineering and Technical Institute named after A. Aitmukhambetov, A. Baitursynov Kostanay Regional University, Kostanay, Kazakhstan; [2]Department of Machines, Tractors and Automobiles, Engineering and Technical Institute named after A. Aitmukhambetov, A. Baitursynov Kostanay Regional University, Kostanay, Kazakhstan

*Corresponding Author, Received: 21 March 2023, Revised: 16 May 2023, Accepted: 5 July 2023

ABSTRACT: The purpose of the study is to examine the efficiency of transportation and productivity of the process of moving grain cargoes, with the improvement of the design and technological scheme of the belt conveyor when clogged with grain dust. Using the methods of analysis, synthesis, and comparison, the basic concepts and applied studies of belt conveyor performance by operating parameters are investigated to justify the optimal design and technological actions that reduce energy intensity and substantiate the economic efficiency of agricultural production. The results indicate that the study allowed determining the dynamic loads that lead to failures of conveyor elements, dust clogging of roller supports, and belt ruptures. The study emphasizes the issues with dynamic loads that result in conveyor element failures, clogged roller supports from dust, and ruptured belts. A review and analysis of studies on existing technologies showed the impact of design features on the productivity and quality of grain transportation. Modification of the rollers on the ascending branch of the working body of the belt reduces grain losses on both sides when slipping on the drive drum.

Keywords: Mechanisation, Bulk raw materials, Impurities, Dust, Transportation.

1. INTRODUCTION

The constant growth of bulk cargo flows, the intensification of logistics processes, and global transportation create the need for diversification and improvement of methods of transportation and storage of grain crops. Among all the means of mechanisation, lifting machines, represented by periodic and continuous belt conveyors, play an important role. The grain industry is the most profitable and export-oriented agriculture of the Republic of Kazakhstan. In accordance with the data of the Bureau of National Statistics of the Republic of Kazakhstan, 16.4 million tonnes of grain and leguminous crops were harvested in 2021, based on an average yield of 10.4 c/ha (Table 1)

Table 1 Statistics of the Republic of Kazakhstan regarding grain and leguminous crops in 2021

Grain and leguminous crops	
Wheat	11.8 million tonnes
Oilseeds	2.4 million tonnes
Rice	503.8 thousand tonnes

The cultivation of wheat, one of the most famous Kazakhstani goods in the world, largely depends on the quality of grain processing, methods of transportation, and storage conditions of grain raw materials. Dzhankurazov et al. reported that currently, about 230 licensed grain silos with a total volume of 14.1 million tonnes are operated in Kazakhstan; thus, with the stable operation of the agricultural sector of Kazakhstan, the conveyor equipment market is rapidly developing [1].

The mass share of bulk cargo transportation in the total volume of world transportation is very substantial for grain crops. Wheat and Leali state that grain elevators and grain-receiving enterprises, together with grain, contain dust up to 0.3% of the total harvested mass [2]. Jin et al. argued that to reduce energy consumption when using an adjustable electric drive, it is necessary to stabilise the amount of grain [3]. The development of conveyor load control systems in the presence of a delay of pure links in the circuits is regulated by the compensation of the delay of short-length conveyors and linear regulators with differential components. With an increase in the delay time, the use of such controllers becomes less efficient, and the quality of transients is less optimal.

The studies by Shayakhmetov et al. showed that grain dust contains soil elements, chemical additives, plant residues, insects, and pollen [4]. Prolonged exposure to grain dust can cause health problems for workers, such as respiratory tract infections, pneumonia, and allergic rhinitis. Roman-Sanchez et al. identified that grain raw materials have fine-grained and pulverised elements, creating an unfavourable environment in the

atmosphere since intense dustiness negatively affects metal parts, therefore accelerating the wear of mechanical parts and with the additional overload of grab cranes, thereby reducing the annual cargo turnover by 0.1-0.5%, increases equipment wear and leads to grain losses of 1-3% [5]. New energy-saving and environmental technologies are being systematically introduced at the elevators of agricultural holdings to maintain the competitiveness of cargo turnover.

The purpose of this study is to examine the efficiency of transportation and productivity of the process of moving grain cargoes, with the improvement of the design and technological scheme of the belt conveyor when clogged with grain dust.

2. RESEARCH SIGNIFICANCE

There are important practical and financial aspects for the agriculture sector from studies on enhancing the belt conveyor's design and operational characteristics for handling highly impure grain harvests. With an enhancement to the design and technology framework of the belt conveyor when clogged with grain dust, the study's findings offer insights into the productivity of moving grain cargoes and the efficiency of transportation. The study emphasizes the issues with dynamic loads that result in conveyor element failures, clogged roller supports from dust, and ruptured belts. It also takes into account the potential for using cleaning procedures for bulk grain cargo throughout transit, storage, and processing to reduce the production of further dust.

3. LITERATURE REVIEW

Grain transportation is a complex technological process that requires a lot of labour and financial investments. Grain belongs to the group of bulk cargoes transported under a canopy, which do not require packaging during storage and transportation. M.E.A. Ingles et al. estimate the bulk density of grain raw materials in their paper at 0.7-0.8 t/m^3, while the angle of the natural slope at rest is 35° [6]. Williams and Rosentrater believe that due to hygroscopicity, the grain must be protected from atmospheric influences; therefore, special requirements are imposed on grain transportation [7]. When the silo valve is opened when the grain is released, the capacity of the transport line is 100, 175, 350, and 500 t/h. The author of the study "Providing the lacking timeline – Chernozem evolution in Central Germany clarified by single grain luminescence data" reports that when entering the conveyor belt, the speed of grain movement varies depending on the height of the fall, reaching more than 10 m/s, on average, the speed of movement of the conveyor belt is within 3-4 m/s [8]. As per Wu et al., the mass fraction of grain waste containing dust reaches up to 26% of the total mass of raw materials [9]. Two types of grain dust are constantly present during grain processing: settled powder and floating aerosol.

Jia et al. systematised various types of grain conveyors, which are widely used in agricultural production for moving bulk, sticky, and dense loads [10] (Fig. 1).

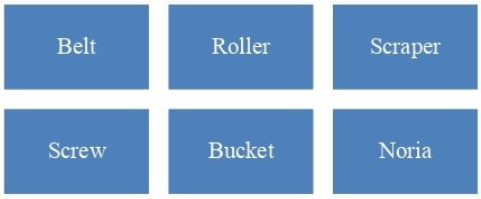


Fig.1 Systematized various types of grain conveyors, which are widely used in agricultural production

The roller conveyor works based on the principle of the movement of goods on rotating rollers with axles mounted in the frame. A plate conveyor is a transport device with a load-bearing sheet made of a steel plate attached to the body of a chain rod. Scraper conveyors are continuous-acting machines in which bulk cargoes are moved along fixed chutes or scraper trays. The screw conveyor is used for bulk, small-lump, pulverised, and powdery materials. Noria is a device designed for the vertical lifting of liquids or bulk agricultural raw materials. The latest belt conveyors are characterised by low operating costs, high reliability, and safety. Friso evaluated the belt conveyor, which is one of the most popular transport vehicles, due to its high performance, simplicity of design, low energy consumption, reliability, and ability to transport loads at high speed over long distances [11].

Pursuant to Heilman, the principle of operation of the belt conveyor is based on the fit of the belt to the drive drum, which ensures the movement of the belt (Fig. 2) [12]. The support is provided by fixed roller supports located along the entire length. Belt conveyors are equipped with belt catchers, cargo weighing systems, and belt cleaning mechanisms. The drive mechanism consists of gearboxes, electric motors, clutches, brakes, and drive drums. The studies of Permyakov et al. noted that rubber-wire and rubber-fabric belts are used in belt conveyors, and their purpose is the transportation of bulk cargo diagonally in various industries [13]. Suglobov et al. described rubber-fabric tapes, which are made based on synthetic yarns, polyamide fibres, and bicomponent fibres of a mixture of cotton and polyester [14]. Such tapes consist of a load-bearing layer and a textile frame. The joining of the tape is

conducted by hot vulcanisation to the required dimensions.

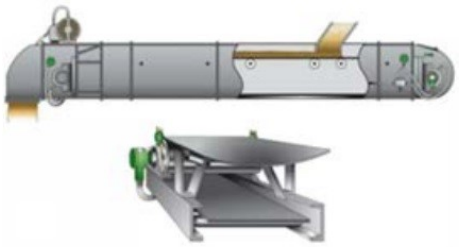


Fig.2 Belt conveyor

Gella et al. distinguish the following types of conveyor belts: rubber rope, plastic tape, modular, and metal [15]. Belt conveyors have the following advantages: high automation and continuity of action, the ability to transport goods at large angles, ease of operational management, and low metal consumption. Conveyor belts can be horizontal, inclined, closed, open, or covered. Pozeliene et al. identified that when loading, a large amount of grain dust is released, settling around the conveyor, however, closed-belt conveyors do not have this disadvantage [16]. Types of conveyor belts: chevron – suitable for transporting grain at an angle of up to 18°; oil-resistant – less deformed and resistant to vegetable oils and fats.

Kumar evaluates the operation of closed belt conveyors, which are used mainly in port and linear elevators, where the high capacity and length of the conveyor are required [17]. Hrabovsky and Fries report that grain cleaning at elevators is conducted preliminary, primary, and secondary: grain cleaning machine ZD-10000, separator heap cleaner OVS-25, pre-cleaning machine MPO-50, seed cleaning machines SM-4 and K-527A [18]. The main working elements of the equipment are pneumatic separating oscillating channels and a conveyor sieve. If the moisture content in the processed grain exceeds 16%, the productivity of the used grain washing machine is reduced by 6%.

Van Oorschot investigated grain raw materials, which after harvesting, need to be transported with the least losses and costs [19]. A popular method of grain storage is outdoor, with a full filling of the barn space; grain cargo transportation is conducted by belt conveyors 150-200 m long, which are used for automatic loading and unloading. Bellochio and Coradi report that for a long time, grain raw materials are subject to storage in specially equipped granaries and elevators and compliance with grain quality indicators at the level of all producers: farmers, agricultural firms, united associations, industrial grain combines [20]. Kholy and Kamel describe the condition of grain warehouses in conformity with their purpose, dividing them into purchasing, transhipment, production, and basic [21]. Grain warehouses can be both transhipment and production.

4. MATERIALS AND METHODS

The main concepts and applied research presented and demonstrated in the papers of leading researchers and practitioners were used as a theoretical basis for the study. The parameters of operation of belt conveyors using modern technologies are considered: cargo transportation, rotation of nylon brushes, dedusting of rotary drums of over-silo belt conveyors, modernisation of cleaning roller supports on the lower branch of the belt, equipment with aspiration systems for cleaning grain from dust impurities. The main types of belt conveyors are grouped by: purpose (general, underground, special), performance, type of route (rectilinear, curved), and the structure of the tape.

When designing modern belt conveyors, the method of analysis and synthesis of parameters and operability of conveyor systems was used as objects of universal movement of bulk cargo with reduced costs and time, increased efficiency and ease of management, identification of key parameters and conditions that determine the prospects for the development of modern mechanical engineering in agriculture. The analysis of the physical and mechanical properties of the belt conveyor by bulk density, the angle of natural inclination in motion and at rest, and the coefficient of external and internal friction on the rubber and steel surface.

The classification of grain cleaning machines and installations that perform preliminary heap cleaning, primary and secondary cleaning, and systems of additional and special processing of grain and seed raw materials is systematised.

5. RESULTS

Conveyor belts are installed at elevator plants, near receiving sites close to road and rail transportation. For agricultural purposes, belt-scraper conveyors (TLS-300, TLS-500) are more often used in elevators for the transportation of bulk cargo, pellets, rye, wheat, barley, oats, corn, rice, millet, sorghum, spelt, weeds, cake, meal, compound feeds, crushed hay, haylage, and silage. Belt conveyors (LT-6, LT-10) with a standard conveyor belt are used for horizontal and shallow-inclined transportation of grain and grain products, oilseeds, and granules. Ziegler et al. determined that the rollers in belt conveyors form the basis of efficiency and energy consumption, affect the durability of the tape, but the cost of the rollers is 25-30% of the cost of the entire installation, and 40% of all maintenance and repair costs [22]. The conveyor belt consists of the following parts:

polyvinyl chloride conveyor belt, which combines flexibility and high resistance to wear; conveyor rollers withstand increased loads and critical temperatures; conveyor drums provide traction force that drives the conveyor mechanism; roller supports, designed for installation in the conveyor rollers, are made of metal resistant to negative influences (Fig. 3).

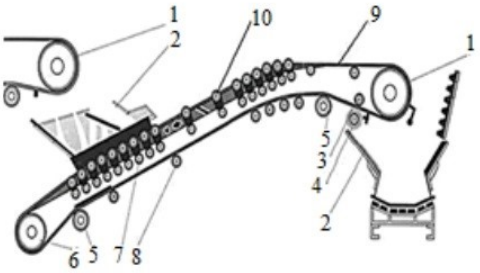


Fig.3 Belt conveyor scheme [23]

Belt conveyors are usually similar in design and include the typical elements indicated in Fig. 1: drive drum (1), loading tray (2), pressure rollers (3), cleaning device (4), deflection drum (5), end drum (6), shock-absorbing roller support (7), lower roller supports (8), transport belt (9), upper roller supports (10). As per Bucklin et al., the following physical and mechanical properties of the conveyor are used for grain transportation: average bulk density is 0.6-0.8 t/m^3, angle of natural inclination at rest – 22°, in motion 19°, the abrasive group – A, with a slight degree of mobility, coefficient of external friction on rubber – 0.4-0.5 t/m^3, on steel – 0.3-0.4 t/m^3, internal friction coefficient – 0.5-0.8 t/m^3 [24]. The throughput capacity reaches up to 2400 t/h for wheat with a conveyor length of up to 500 m.

Elevators process 1.5-5 thousand tonnes of grain per day for land transport, 1.5-2.5 thousand tonnes for loading wagons, 1.5-5 thousand tonnes for cleaning, and 175-2500 tonnes for drying. In accordance with Syed et al., the air purity levels in the working room should not exceed the maximum permissible values for grain dust of 4 mg/m^3, and for flour dust of 6 mg/m^3; these indicators are achieved by aspiration [25]. It is recommended to be installed directly on the equipment, providing a vacuum of 20-30 Pa in it. The speed of the tape should be at least 1-3 m/s, and the route length should be at least 100 m.

The cleaning plant on the lower branch of roller supports has become quite widespread in recent years. The failure of the roller occurs when the torsion function is violated and the bearing rings are displaced under a load. In line with Uebersax et al., the permissible displacement angle for single-row deep groove ball bearings is 0° in 8 minutes without considering the deformation of the element, then considering the deformation, the skew angle reaches 0° in 17 minutes, so the performance of the roller depends on the permissible residual angle allowed during manufacture and installation [26]. A brief description of the belt conveyor roller is shown in Fig. 4.

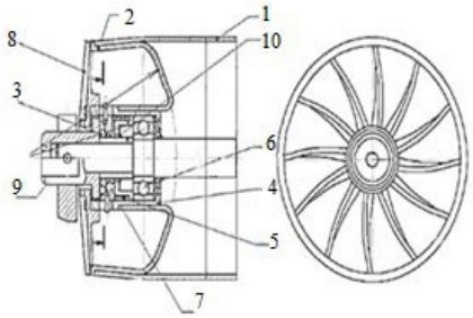


Fig.4 Rollers of new design [27]

On the rollers of the conveyor belt, there is a movable disc (1) with a copper foil glued on, which contacts the stationary disc when stopped as a result of the action of springs (2). In this case, a contact seal of the disk is created, which excludes the ingress of particles, for example, dust, from the environment. When the roller rotates, the ball (3) under the action of centrifugal force overcomes the compressive force of the spring (5) and moves along the groove, pressing the movable disk (7) against the vertical wall of the L-shaped cup (4). When moving the load, the necessary gap is formed between the inherent disk labyrinth seals and through the impeller cover (8), where air enters the hub (2) and passes through the holes in the movable disk to displace dust from the pre-chamber bearing assembly. The cleaning cylinder of the fixed disk (9) leads to a double cleaning effect. The supply of lubricant to the bearing (6) is conducted in the cavity of an L-shaped cup (4) held by a membrane ring (10).

Bortnowski et al. describe a transportation belt supported by three-roller supports, where the cross-sectional area of the bulk cargo consists of the sum of the areas of a trapezoid and an isosceles triangle [28]. This system is often used in flour mills, feed mills, fat-and-oil, and starch plants. The cross-sectional area depends on the type of roller. Among the three rollers, the central rollers remain in a horizontal position, while the other two are in an inclined position or at a trough angle from 20° to 45°. For a lower load capacity, flat belts can be used. The width of the belt depends on the power requirements, the speed of the conveyor, and the angle of inclination.

After threshing by combine harvesters, the grain is brought to the appropriate standards, through the

air and air-sieve machines combined with triers, pre-cleaning and partial sorting of seeds of various crops are conducted to the norms of the seed material. The main requirement applicable to grain cleaning machines is the purification of seed or food material, considering the amount of waste and damage to grain, which should not exceed permissible values. The airflow velocity of these machines is regulated by a replaceable set of grilles and trier cylinders. Cleaning of grain crops from impurities is conducted pursuant to the following indicators: thickness, width, length, aerodynamic properties, density, configuration, bumpiness, and roughness, depending on the condition of the surface. The components of the mechanisms for sorting grain include a trier cylinder trough, a fan, bunker storage, a separating flap, a vibration deck, a pile fabric tape, a drum, and a magnet. Grains whose width is less than the diameter of the holes fly through the gratings, and the larger components of the grain mixture move further. The grain is divided into sieves in thickness with oblong and round holes.

Along the length, the grain mixture is separated into bucket-shaped trier cylinders, rotating around its axis located at an angle. Grain cleaning in conformity with aerodynamic properties occurs due to the effect of airflow in grain cleaning sorting machines with a powerful ventilation system. In keeping with the density, the seeds are separated on pneumatic sorting tables. During the operation of magnetic separators, the grain surface is treated with magnetic powder and grain with a high coefficient of friction is carried up, and smaller seeds are rolled down. Grain is mixed with magnetic powder and fed to the cylinder of rotation, and when a magnetic field is applied, it is retained.

Grain cleaning machines with high technical and economic indicators of the Petkus Gigant K535 type, a machine for the secondary processing and sorting of cereals, legumes, and oilseeds, are widely used for grain cleaning, as noted in Fig. 5.

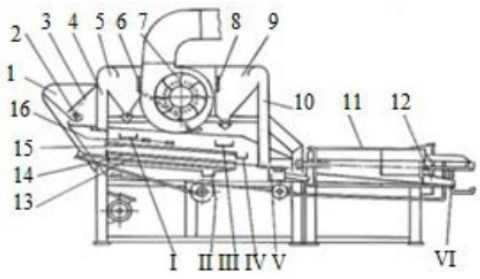


Fig.5 Scheme of the Petkus Gigant seed cleaning machine [29]

The Petkus Gigant grain cleaning machine consists of: grain receiving hopper (1); feed rollers (2); flaps (3); aspiration channels (4, 10); deposition chambers (5, 9); air gates (6, 8); fan (7); trier cylinder (11); tray (12); brush (13); lower and upper sieves (14, 15); cleaner (16). In concordance with the scheme, the grain mixture with impurities is decanted, located in the departments of the device as follows: light impurities (I, III); fine grain with impurities (II); large impurities (IV); grain of air-lattice purification (V); short impurities (VI).

In agreement with Patel et al. [30] it was established that dust extraction from the air is conducted as per the filtration method for particles up to 0.1 microns in size, and through electrostatic, centrifugal, and inertial deposition – for those over 0.5-1 microns. Based on the degree of air purification, filters are divided into three types: high – with a final dust content in the air of 12 mg/m^3, medium – 40-50 mg/m^3, and coarse – over 50 mg/m^3. The most effective technical measures to prevent the formation and spread of dust include the introduction of continuous production technology, automation, and mechanisation of processes.

6. DISCUSSION

Grain crops arriving at the grain receiving point contain a certain number of weeds, mineral and organic impurities, damaged, defective, and small grains of the main crop. In accordance with Jones, the characteristics of grain raw materials are as follows: bulk weight – 0.7-0.8 t/m^3, residual angle of natural slope – 35° [31]. Grain dust in dry grains of wheat, rye, millet, barley, and triticale reduces the service life of the conveyor belt. The main causes of malfunction are clogging of roller bearings with subsequent locking; lack of lubrication of bearings; fitting of bearings in hubs and casing, not on a rotating axis; uniform erasure of the shell around the circumference [32].

Grain dust is subjected to cleaning and sorting, considering the characteristics of the crop being cleaned, the presence of weeds, and additional particles. When grain is processed on the elevator, its friction occurs against the walls of pipes, bunkers, mutual friction of grains, and interaction of device parts. Therefore, their surface is abraded with the formation of organic dust. At the stage of pre-cleaning, particles of straw, wood, rope or paper and corn cobs are removed from grain products. The cleaning equipment is installed mandatorily: the place of grain acceptance in silo-type storages; the system of transhipment of raw materials; processing complex. Productivity indicates the maximum amount of grain raw materials that grain cleaning equipment is capable of processing per unit of time and is in the range of 4-150 t/h.

The cleaning methods used more than 10 years ago are no longer practical today. Therefore, they must be adjusted in grain processing operations and

optimised for the changed conditions of dust control. The ventilation of grain mass by means of shifting from a silo is accompanied by considerable operating costs [33]. According to the standards, the capacity of each conveyor belt is equal to 18.5 kW; aspiration systems – 25 kW; vertical burrows – 21.5 kW; simultaneously, for one transport and technological system, the total cost of electricity for 1 hour is 2670 tg/h; thus, the cost of grain 30000 tg/t is the cost of the existing method of grain ventilation for 1 hour will be 2670/30000=0.089 t/h or 89 kg/h (Table 2; Fig. 6).

Table 2 Standard capacities of the conveyor

Capacities of the conveyor	
Capacity of each conveyor belt	18.5 kW
Aspiration systems	25 kW
Vertical burrows	21.5 kW

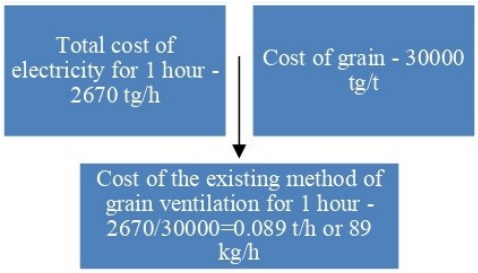


Fig.6 Calculation of the cost for the existing method of grain ventilation in 1 hour

Conveyor transport systems should be designed from the very beginning considering appropriate dust control measures [34-36]. The improvement of the designs of universal grain cleaning machines or separation conveyors by effective directions, which are installed at the beginning of the technological cycle, allows the grain to be cleaned from large impurities at the loading stage [37-39]. Jiru and Usmane assess the systems for automatic regulation of belt conveyor operating modes and provide protective adjustment of the belt speed in accordance with the installed performance, moderate speed tension for the drive operation without slippage, distribution of the drive drum thrust, automatic centering of the belt, and maintenance of normal operation of the reloading device [40]. Transportation of grain raw materials by belt conveyors is conducted using tension rollers with deep grooves at moderate belt speed and controlled airflow around the belt. Sufficient belt tension minimises sagging between the tension rollers and eliminates grain bouncing on each grooved tension roller [41].

7. CONCLUSION

In keeping with the results of the review, it can be concluded that Kazakhstan is a major producer and exporter of grain crops. Therefore, the processing and storage of grain products need the improvement of transport lines, especially in matters of ventilation. Modern grain cleaning equipment must meet agrotechnical requirements, be effective in grain cleaning processes without damage, have high productivity, and ensure the purity of grain material according to the standard. It is necessary to monitor the quality of the composition of grain and grain dust during transportation, processing, and storage, assess the level of ventilation of grain for cooling, reduce humidity, and maintain optimal temperature.

General requirements for modern transport and grain cleaning plants are designed to increase productivity, reliability, and vibration resistance, with the protection of the surrounding air and machinery from pollution. The necessity of using cleaning devices that substantially reduce the amount of grain dust in the area of the drive drum and the over-silo belt conveyor was established. Grain-cleaning plants should be installed in a small space and be able to clean various crops without wasting time and additional space. Summarising the analysis results, it can be noted that the belt conveyor and dust cleaning operations technologies are constantly being upgraded. Today, systems that automatically regulate the operating mode of belt conveyors are of great importance. These include adjustment of the belt speed in accordance with the required performance, adjustment of the belt tension to operate the drive without sliding, automatic distribution of thrust on the drive drum, automatic centering to prevent the belt from skidding, and automatic maintenance of normal operation of overload devices. Based on the above, the need for new technical projects to reduce the risks of environmental pollution by dust, improve the aspiration system, and the resistance of equipment to severe operating conditions is increasing every day.

The materials of the study highlight the problems in the field of cargo turnover, modernisation of transportation belts, roller supports, and ventilation systems, have a beneficial effect on preventing additional costs, efficient use of labour, improving the economic performance of an agricultural enterprise.

8. REFERENCES

[1] Dzhankurazov B.O., Akhmedzhanov T.K. and Dzhankurazov K.B., Stratification in the volume of the grain mass and fluctuation of heat and moisture parameters as a factor in the

spontaneous occurrence of exothermic processes in granaries. Bulletin of the Kyrgyz National Agrarian University named after K.I. Skryabin, Vol. 1, 2020, pp. 106-116.

[2] Wheat J. and Leali A., Hazard monitoring equipment selection, installation, and maintenance. In: Storage of cereal grains and their products. Sawston: Woodhead Publishing, 2022, pp. 371-405.

[3] Jin H., Hu S., Xie B., Yan Y., Yang M. and Zhou F., Experimental optimization for cleaning parameters and field application of cartridge filter in bulk grain loading. Powder Technology, Vol. 378, 2021, pp. 421-429.

[4] Shayakhmetov Y.Y., Temirtasov O.T. and Mendebayev T.M., Analysis of work and ways to improve belt conveyors at elevators. Bulletin of the Kazakh Academy of Transport and Communications named after M. Tynyshpaev, Vol. 5, 2014, pp. 44-48.

[5] Roman-Sanchez A., Laguna A., Reimann T., Giraldez J.V., Pena A. and Vanwalleghem T., Bioturbation and erosion rates along the soil‐hillslope conveyor belt, part 2: Quantification using an analytical solution of the diffusion-advection equation. Earth Surface Processes and Landforms, Vol. 44, Issue 10, 2019, pp. 2066-2080.

[6] Ingles M.E.A., Casada M.E. and Maghirang R.G., Handling effects on commingling and residual grain in an elevator. Transactions of the ASAE, Vol. 46, Issue 6, 2003, pp. 1625-1631.

[7] Williams G.D. and Rosentrater K.A., Design and engineering considerations for grain storage, handling, and processing facilities. In: Storage of cereal grains and their products. Sawston: Woodhead Publishing, 2022, pp. 179-246.

[8] van Meer M., Providing the lacking timeline – Chernozem evolution in Central Germany clarified by single grain luminescence data. 2020. Wageningen: Wageningen University and Research, 2020, pp. 23-27.

[9] Wu Y., Li X., Mao E., Du Y. and Yang F., Design and development of monitoring device for corn grain cleaning loss based on piezoelectric effect. Computers and Electronics in Agriculture, Vol. 179, 2020, Article: 105793.

[10] Jia H., Wu K., Wang Y. and Sun Y., Conveyor belt structure of belt dryer: Analysis and optimization. Engineering Failure Analysis, Vol. 115, 2020, Article: 104686.

[11] Friso D., Conveyor-belt dryers with tangential flow for food drying: Development of drying ODEs useful to design and process adjustment. Inventions, Vol. 6, Issue 1, 2021, pp. 16-25.

[12] Heilman M., The racial elevator speech: How multiracial individuals respond to racial identity inquiries. Sociology of Race and Ethnicity, Vol. 8, Issue 3, 2022, pp. 370-385.

[13] Pernyakov V., Ganeev I., Akhmetyanov I., Karimov K. and Verzilov S., Improving the efficiency of corn drying in a conveyor belt dryer. Journal of Environmental Science and Health, Part B, Vol. 56, Issue 10, 2021, pp. 861-868.

[14] Suglobov V.V., Raksha S.V. and Hrynko P.A., Rationale for centering capacity of redisigned belt conveyor drums. Science and Transport Progress, Vol. 1, Issue 61, 2021, pp. 158-168.

[15] Gella D., Maza D. and Zuriguel I., Granular internal dynamics in a silo discharged with a conveyor belt. Journal of Fluid Mechanics, Vol. 925, 2021, Article: A24.

[16] Pozeliene A., Lynikiene S., Sapailaite I. and Sakalauskas A., Utilization of strong electric field for special cleaning buckwheat seeds. Agronomy Research, 6, 2008, pp. 291-298.

[17] Kumar N., Fundamentals of conveyors. In: Transporting operations of food materials within food factories. Sawston: Woodhead Publishing, 2023, pp. 221-251.

[18] Hrabovsky L. and Fries J., Transport performance of a steeply situated belt conveyor. Energies, Vol. 14, Issue 23, 2021, Article: 7984.

[19] van Oorschot A., Quantifying reworking and accumulation rates in a plaggic anthrosol using feldspar single-grain luminescence dating. Wageningen: Soil Geography and Landscape Group, 2018, pp. 36-51.

[20] Bellochio S.D.C. and Coradi P.C., Systematic review of occupational hazards at postharvest grain operations. Injury Prevention, Vol. 28, Issue 2, 2022, pp. 165-174.

[21] Kholy M.M. and Kamel R.M., Development and evaluation of an innovative grain cart with a pneumatic conveyor. Heliyon, Vol. 7, Issue 11, 2021, Article: e08461.

[22] Ziegler T., Jubaer H. and Teodorov T., Bottlenecks in continuous hops drying with conveyor-belt dryer. Drying Technology, Vol. 40, Issue 13, 2021, pp. 2598-2616.

[23] Romanyuk N.N., Eskhozhin D.Z., Ageichik V.A., Nukeshev S.O., Toygambaev S.K. and Shilo I.N., Patent No. 28323 “Belt conveyor”, 2014, https://kzpatents.com/5-ip28323-lentochnyjj-konvejjer.html.

[24] Bucklin R., Thompson S., Montross M. and Abdel-Hadi A., Grain storage systems design. In: Handbook of farm, dairy and food machinery engineering. Cambridge: Academic Press, 2019, pp 175-223.

[25] Syed I., Kommineni H.K., Sunkara S.S. and Abdul I.B., Hydraulic conveyors, bucket conveyors, and monorails. In: Transporting operations of food materials within food factories. Swaston: Woodhead Publishing,

2023, pp. 293-313.
[26] Uebersax M.A., Siddiq M., Cramer J. and Bales S., Harvesting, postharvest handling, distribution, and marketing of dry beans. In: Dry beans and pulses: Production, processing, and nutrition. Hoboken: John Wiley & Sons, 2022, pp. 81-104.
[27] Ra Y., Kim J., Kim H., Cho S., Lee D., Jang S. and Choi D., Smart conveyor roller system for self-powered product size identification in electrically off-grid condition via hybridization of triboelectric-electromagnetic generators. Nano Energy, Vol. 100, 2022, Article: 107447.
[28] Bortnowski P., Kawalec W., Krol R. and Ozdoba M., Types and causes of damage to the conveyor belt-review, classification and mutual relations. Engineering Failure Analysis, Vol. 140, 2022, Article: 106520.
[29] Astanakulov K.D., Karimov M.R., Khudaev I., Israilova D.A. and Muradimova F.B., The separation of light impurities of safflower seeds in the cyclone of the grain cleaning machine. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Vol. 614, Issue 1, 2020, Article: 012141.
[30] Patel S., Patel S. and Patel J., A review on design and analysis of bucket elevator. International Journal of Engineering Research and Applications, Vol. 2, Issue 5, 2012, pp. 18-22.
[31] Jones C.L., Dust control and explosion prevention. In: Storage of cereal grains and their products. Swaston: Woodhead Publishing, 2022, pp. 431-442.
[32] Tultayev B., Balbayev G. and Zhauyt A., A Kinematic Analysis of Flat Leverage Mechanism of the Fourth Class for Manipulators. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Vol. 230, Issue 1, 2017, Article: 012047.
[33] Askarov A., Tlevlessova D., Ostrikov A., Shambulov Y. and Kairbayeva A., Developing a statistical model for the active ventilation of a grainlayer with high moisture content. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, Vol. 1, Issue 11-115, 2022, pp. 6-14.
[34] Abdelrazek A.G.D. and Akl S.A.Y., Estimating liquefaction resistance improvement due to stone columns from quality control tests. International Journal of GEOMATE, Vol. 21, Issue 86, 2021, pp. 147-158.
[35] Fialko N.M., Prokopov V.G., Meranova N.O., Borisov Yu.S., Korzhik V.N. and Sherenkovskaya G.P., Heat transport processes in coating-substrate systems under gas-thermal deposition. Fizika i Khimiya Obrabotki Materialov, Issue 2, 1994, pp. 68-75.
[36] Smailova G., Yussupova S., Uderbaeva A., Kurmangaliyeva L., Balbayev G. and Zhauyt A., Calculation and construction of the tolling roller table. Vibroengineering Procedia, Vol. 18, 2018, pp. 14-19.
[37] Hidayawanti R., Latief Y., Rahayu Y., Wachid F.I. and Widodo R.P.A., Utilization of GGBFS as cement substitute to reduce production cost of construction project. International Journal of GEOMATE, Vol. 21, Issue 86, 2021, pp. 9-16.
[38] Mushtruk M., Bal-Prylypko L., Slobodyanyuk N., Boyko Y. and Nikolaienko M., Design of Reactors with Mechanical Mixers in Biodiesel Production. Lecture Notes in Mechanical Engineering, 2022, pp. 197-207.
[39] Danchuk V., Bakulich O. and Svatko V., Identifying optimal location and necessary quantity of warehouses in logistic system using a radiation therapy method. Transport, Vol. 34, Issue 2, 2019, pp. 175-186.
[40] Jiru T.U. and Usmane I.A., Development and evaluation of hand operated seed cleaner for small-holder farmers in East Hararghe, Oromia. Journal of Civil Engineering and Environmental Sciences, Vol. 7, Issue 1, 2021, pp. 18-24.
[41] Danchuk V., Bakulich O., Taraban S. and Bieliatynskyi A., Simulation of traffic flows optimization in road networks using electrical analogue model. Advances in Intelligent Systems and Computing, Vol. 1258 AISC, 2021, pp. 238-254.

Copyright © Int. J. of GEOMATE All rights reserved, including making copies, unless permission is obtained from the copyright proprietors.

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0), which permits use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original publication is properly cited. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.

ANALYSIS OF GRAIN DAMAGE BY THE BUCKET ELEVATOR DURING LOADING/UNLOADING

Askhat Nurmagambetov*, Ayap Kurmanov, Kuanysh Ryspayev, Zhumash Bekmyrza, Andrey Keklis

A. Aitmukhambetov Institute of Engineering and Technology, A. Baitursynov Kostanay Regional University, Kostanay, Republic of Kazakhstan

*E-mail of corresponding author: nurmagambetovaskhat@yahoo.com

Kuanysh Ryspayev 0000-0002-2301-1648

Resume

The purpose of the study was to identify problematic issues in the operation of bucket elevators during the loading and unloading of grain, which can lead to damage to seeds. To achieve this goal, methods of analysis and evaluation of factors that affect the damage rate of grain were used. The main results were an increase in the safety of the grain loading and unloading process using bucket elevators and a reduction in the risks of crop losses. The analysis of grain damage by a bucket elevator is of practical importance for the agricultural sector and can bring the following practical benefits: reducing the risk of product losses, as it helps to identify problem areas in the operation of the elevator and develop measures to eliminate them, improving the efficiency of work and the quality of seed grain.

Article info

Received 28 July 2023
Accepted 7 December 2023
Online 21 December 2023

Keywords:

crop loss risks
damage reduction measures
transporting seed
agricultural sector
efficiency improvement

Available online: https://doi.org/10.26552/com.C.2024.013

ISSN 1335-4205 (print version)
ISSN 2585-7878 (online version)

1 Introduction

With the favourable development of the seed grain industry, problems have recently arisen related to their damage. Damage to the grain leads to serious consequences, as they not only damage the seed germs, but also lead to a decrease in nutrient reserves in the main part of the grain, the endosperm. The study of the grain damage is an important aspect of ensuring efficiency and safety in the agricultural sector, since damaged grains are not only losses for producers, but lead to a decrease in the yield and product quality, as well. Destruction of valuable seed grains and thinning out of crops prevent the maximum possible yield from healthy grains. Technological processes of seed treatment should be organized in such a way as to minimize the impact of ups and downs on them, including the number of bends and turns. Sheet rubber should be used to cover the places of bends and turns. Excessive movements and sharp protrusions on the route of the movement of seeds should be eliminated. The equipment must be loaded at least half of the rated capacity. To avoid damage to seeds in bucket elevators, it is necessary to limit the number of lifts to five or six throughout the seed treatment process, and the speed of movement of the burrowing belts should be reduced. It is important to detect and eliminate areas where the seed damage is possible in time. The purpose of the study was to identify damage to grain seeds caused by the use of bucket elevators and substantiate the best design for the elevator, which will avoid damage to seeds.

To bridge the gap between the grain production and availability, it is crucial to adopt sustainable grain storage practices. The study conducted by Tushar et al. [1] explores the key factors affecting grain stability in emerging economies. Using a combination of analytical methods, it identifies “Proper training on advanced storage operations” as the most important factor in ensuring the sustainable grain storage. These findings can guide practitioners and policymakers in enhancing agricultural sustainability and food security.

2 Literature review and research gap

In their research, Kumar and Kalita [2] provide a comprehensive literature review of the grain postharvest losses in developing countries, the status and causes of storage losses, and discuss the technological interventions to reduce these losses.

Reducing postharvest losses, especially in developing countries, could be a sustainable solution to increase food availability, reduce pressure on natural resources, eliminate hunger, and improve farmers' livelihoods. Cereal grains are the basis of staple food, and account for the maximum postharvest losses on a calorific basis among all agricultural commodities. As much as 50% to 60% of cereal grains can be lost during the storage stage due only to the lack of technical efficiency. Use of scientific storage methods can reduce these losses to as low as 1% to 2%. The authors discussed in detail the basics of hermetic storage, various technology options, and their effectiveness on several crops in different localities.

According to Syzdykova et al. [3], grain damage is influential because damaged grain can cause significant crop losses and reduce the quality and value of the product. Damaged grain can lead to the loss of valuable nutrients and vegetable oils, which can reduce its total weight and reduce its price. Moreover, damaged grain can cause increased oxidation and rotting processes, which leads to loss of quality and unsuitability of the product for consumption. It may be less attractive to consumers. Damaged grain may have a degraded taste or a damaged shell, which may reduce its aesthetic appeal. In addition, damaged grain may contain various impurities, such as dust, dirt, and other pollutants, which may increase the risk of diseases associated with the use of products.

Following Irmulatov et al. [4], analysis of grain damage reduction is extremely important to guarantee high product quality. It is important to take measures to prevent plant diseases and pests, as this can affect the quality and value of the crop. It is necessary to carry out mechanical processing of grain, such as cleaning and separation from impurities using specialized equipment. This helps in avoiding the damage to the grain and improves its quality.

Mesterhazy et al. [5] outlined in their research that the main task is to reduce grain losses during production and storage and consumption. Better harvest and storage conditions could prevent losses of 420 mt. The education of farmers by adopting the vocational school system is a key issue in the prevention of grain loss. In addition, extension services should be created to demonstrate farmers' crop management in practice.

Shaimerdenova [6] states that in the conditions of growing demand for agricultural products, reducing crop losses and improving product quality are becoming especially urgent tasks for the agricultural sector. Therefore, it is necessary to pay attention to the problem of grain damage and take measures to reduce it, such as the use of modern equipment, prevention of plant diseases, and proper storage and transportation of grain. Such measures can help increase the efficiency of agricultural production and ensure the stable development of agriculture. In addition, reducing the damage rate of grain can reduce the cost of its processing and transportation, since damaged grain is often not suitable for the production of high-quality products and requires additional processing. It is also worth noting that reducing the damage contributes to decreasing the environmental impact, since damaged grain can become a source of soil and water pollution.

According to Koyshybaev et al. [7], bucket elevators have several disadvantages that can lead to grain damage and a decrease in its quality. Firstly, when the lifting grain, buckets can create strong friction, which leads to mechanical damage to the grain. Secondly, bucket elevators do not always provide uniform lifting and movement of grain, which can lead to its damage and mixing with other grains. In addition, elevators can have a negative impact on grain due to dust and pollution that can come from the environment or from the elevator itself.

Kaharmanova [8] notes that in order to reduce the negative consequences of using bucket elevators, it is necessary to take measures such as proper maintenance and lubrication of equipment, the use of special materials in buckets that reduce friction, and the installation of a grain quality control system at all the stages of its movement and storage. It is also worth considering that bucket elevators are not the only way to move grain, and there are more modern and efficient technologies that can be used in the agricultural sector.

Rsaliev [9] reports that there are a number of more modern methods of seed transportation that can reduce grain damage and increase processing efficiency, such as pneumatic transportation, which is based on the use of air to move grain, or gravity transportation. In this method, the seeds are moved along special inclined trays, which avoids sudden height changes and reduces the likelihood of damage. In some cases, special conveyors are used, which are equipped with soft belts or rubber coatings, which reduce impacts and decrease the amount of damage to grain during transportation.

In this comprehensive study, examining the impact of bucket elevators on grain damage, a significant research gap was identified. While existing literature thoroughly investigates general postharvest grain losses and various storage and transportation techniques, there is a notable lack of in-depth analysis specifically focused on the operational drawbacks of bucket elevators in agricultural processes. This gap is critical as it overlooks the detailed mechanisms through which the bucket elevators contribute to grain damage during the loading and unloading, a factor that can significantly influence overall grain quality and yield. Addressing this gap is essential for developing more efficient and less damaging grain handling methods, thereby enhancing agricultural productivity and reducing postharvest losses in the sector. The study is aimed at identifying the negative aspects of the operation of bucket elevators, which can damage seeds during their loading and unloading.

3 Methodology

3.1 Data

As a part of the study, the statistics of incidents at bucket elevators, associated with damage to seeds, during the loading and unloading of grain, were analysed. The work of elevators was monitored and problematic points were identified that could lead to seed damage. In addition, an analysis of the design of elevators was carried out and technical factors that may affect safety when working with them were identified. In this regard, a direct method of staining seeds was chosen, followed by viewing through a magnifying glass. This method is the most suitable for agricultural enterprises with a small number of mechanised processes and has sufficient accuracy to determine the degree of damage to seeds. It allows visualising and studying structural changes, such as damage to the shell, the presence of cracks, destruction of the embryo and changes in the colour or texture of seed tissues, and also has a number of advantages over other methods. For example, this method does not require complex tools or special conditions. This is a relatively fast and affordable procedure that can be performed using a conventional microscope or magnifying glass. If desired, it is possible to carry out a quantitative assessment of grain damage by counting damaged and undamaged seeds, which can be useful for the comparative analysis of various seeds. This method is non-invasive, that is, it does not require the destruction or separation of seeds into parts, which preserves the integrity of the seeds for further use or additional research. Staining seeds and viewing through a magnifying glass is a relatively inexpensive method, it does not require the use of expensive equipment or chemicals, which makes it available both in the laboratory and in production.

3.2 Research description

Before the analysis, two samples of grain weighing 1,000 g each were selected: one from the intake pit with a manual sampler before entering the bucket elevator, and the other before entering the grain cleaning machine. Two portions weighing 50 g each were taken from each sample and 200 seeds were randomly selected from each weighted portion for analysis, which eventually amounted to 400 seeds. Each of the 200 seed portions was immersed in a glass flask with an aniline dye for 2 minutes, used for dyeing cotton fabrics. Then the excess dye was removed, and the seeds were thoroughly washed with water, placed on filter paper, and dried in air. After that, the damaged seeds were randomly selected from each subsample using a manual magnifying glass and weighed on a scale. According to the literature data, the percentage of damaged seeds was determined in:

$$\Delta = \frac{W_{dam}}{W_{sub}} * 100\%, \quad (1)$$

where:
W_{dam} - weight of damaged seeds;
W_{sub} - weight of the initial subsample (200 seeds).

According to Equation (1), the number of damaged seeds in the intake pit (Δ_1) and before entering the grain cleaning machine (Δ_2) was determined. Since there were two subsamples in each sample, the average value in Equation (2), (3) was determined:

$$\Delta_1^{avg} = \frac{\Delta_1^1 + \Delta_1^2}{2}, \quad (2)$$

$$\Delta_2^{avg} = \frac{\Delta_2^3 + \Delta_2^4}{2}, \quad (3)$$

where:

$\frac{\Delta_1^1 + \Delta_1^2}{2}$ - respectively, the percentage of damaged seeds in the intake pit for the first and second subsamples;

$\frac{\Delta_2^3 + \Delta_2^4}{2}$ - respectively, the percentage of damaged seeds before entering the grain cleaning machine for the third and fourth subsamples.

The full amount of damage to seeds by the bucket elevator was determined based on:

$$\sum \Delta = \Delta_2^{avg} - \Delta_1^{avg} \quad (4)$$

Data on experimental studies and calculations of Equations (1)-(4) were entered in the Table 1.

4 Results

In this experiment, the two grain samples were selected, each weighing 1000 g. One sample was taken from the intake pit before entering the bucket elevator, and the other was collected before entering the grain cleaning machine. From these samples, we took smaller subsamples for detailed analysis. Using an aniline dye, we stained 200 seeds from each subsample for two minutes. After removing excess dye, washing, and drying the seeds, we inspected them using a magnifying glass to identify and weigh the damaged seeds. Our objective was to calculate the percentage of damaged seeds based on their weight relative to the total weight of the subsample.

In this study, the damage of grain by one burrow for a particular farm was 4.25%. This means that for every 100 tonnes of grain loaded into the elevator, approximately 4.25 tons of grain were damaged. This level of damage can affect the quality of the product and lead to losses of harvest and income. But in general, the percentage of grain damage in the range from 3% to 5% is a fairly common indicator. For example, according to studies conducted in the USA in the period from 2005

Table 1 *Data on experimental studies and calculations*

Sample number	First (before the elevator)		Second (after the elevator)	
Subsample number	Subsample No. 1 (200 seeds)	Subsample No. 2 (200 seeds)	Subsample No. 3 (200 seeds)	Subsample No. 4 (200 seeds)
Weight of the subsample, g	8.66	8.53	7.95	7.86
Weight of damaged seeds, g	1.67	1.77	1.94	1.89
Δ_1 - % of damage to seeds before the bucket elevator, %	19.2	20.7	-	-
Δ_2 - % of damage to seeds before the bucket elevator, %	-	-	24.4	24
Average amount of damage to seeds	19.95		24.2	
% of damage to seeds by the bucket elevator	4.25			

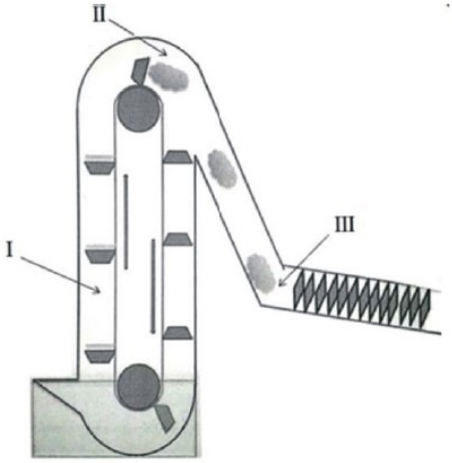


Figure 1 *Zones of the greatest damage to seeds*

to 2010, the percentage of damage to seeds ranged from 2% to 5%, depending on the type of grain and its storage method. In other studies, conducted in different regions of the world, the percentage of damage also ranged from 3% to 6%. Thus, a damage rate of 4.25% is quite typical for this situation, and to reduce it, it is necessary to apply special methods and technologies to protect the seed grain from mechanical damage (Table 1).

It can be concluded with great certainty that in the process of operation of the bucket elevator under study, three factors have the greatest influence on the damage of seed grain [10] (Figure 1):

1. The presence of a "backlagging" when lifting seeds up. "Backlagging" when lifting seeds can have a negative impact on the quality and quantity of the crop, as well as on the safety of working with bucket elevators. The problem of the presence of "backlagging" in the elevator arises from the fact that some seeds may remain on the walls of the elevator and begin to fall down in the opposite direction due to gravity during the next ascent, thereby reducing the efficiency of pumping seeds. The problem may arise when using bucket elevators, especially in the case of an incorrect choice of operating mode. All this can lead to product losses, reduced productivity and increased costs for maintenance and repair of equipment.
2. The problem of the method of unloading buckets in the elevator and the impact on the damage of grain. There are several factors that can affect the damage of grain when using the bucket elevators. One of the main factors is the speed of unloading. If the unloading speed is too high, the grain may be damaged when falling into the elevator. Another factor that can affect the damage of grain when unloading buckets is the air pressure in the burrow. If the air pressure in the burrow is too high, it can also lead to damage to the grain when falling. Moreover, the design of the bucket elevator can also affect the damage to grain. For example, if the buckets are too narrow or too deep, this can damage the grain when filling them. The design of the buckets can also affect how the grain will be unloaded from the buckets, which can affect the damage of the grain.
3. The problem of collision of the discharged material with the working body of the subsequent machine. This factor is also a serious problem that can lead

to significant losses in grain quality. This problem arises due to the fact that the buckets when unloading the burrows can strongly toss grain, which can lead to collision with other surfaces inside the elevator. At this level, the speed of unloading the grain is the highest, and the buckets are at the maximum height. The grain must move quickly from the elevator to the next machine so as not to slow down the production process. But at such a high unloading speed, the buckets are at the maximum height, which leads to additional loads on the grain and, as a result, damage to its structure. For example, grain can be crushed or deformed, which can lead to loss of product quality.

There are several suggested ways to reduce the grain damage. The first one, is the installation of rubberised plates at the bottom of the bucket elevator, is one of the ways to eliminate the problem of "backlagging" when lifting seeds up. The process of installing the plates does not require special skills and can be performed by operators on the spot. Such plates are usually produced from high-quality rubber, which provides good adhesion to the grain and does not cause damage upon contact with it. They can be installed on the bottom of each bucket or only on those that work with the most difficult materials to pump. The use of rubberised plates in the lower part of the buckets allows reducing or completely eliminating the "backlagging" and preventing the grain loss. In addition, it can reduce the load on the elevator and extend its service life. However, the use of rubberised plates can affect the performance of the elevator and lead to an increase in energy consumption. In addition, such plates must be replaced periodically to maintain the efficiency of the installation. Thus, the use of rubberised plates at the bottom of the bucket elevator can be an effective way to eliminate the problem of "backlagging" when lifting seeds up, which can lead to a reduction in grain losses and improve product quality. However, before installing them, a thorough analysis and assessment of possible negative consequences should be carried out. In addition, the use of rubberised plates in the lower part of the bucket elevator may be ineffective when pumping bulk materials with a high moisture content since the rubber may not adhere well to wet grain and does not provide the necessary adhesion. In such cases, alternative methods of eliminating the problem can be considered, such as installing special foamed materials at the bottom of the bucket or using additional means to increase friction between the grain and the bucket. It is also necessary to remember that rubberised plates can be subject to wear and damage, especially when working with heavy materials, which may lead to the need for frequent replacement. In addition, the installation of rubberised plates may require additional maintenance and replacement costs, which should also be considered when choosing this method [11].

The second one, to ensure the optimal way of unloading buckets, is an important aspect of ensuring high-quality grain and efficient operation of bucket elevators. When choosing the optimal method of unloading buckets, it is important to consider the following parameters: the size and shape of the buckets, the speed of the conveyor, the type of material that is pumped, and the characteristics of the elevator, such as the angle of inclination and dimensions. One of the ways to achieve the optimal method of unloading buckets is to build the outline of the bucket head only for a specific brand with knowledge of its parameters and the drive mechanism. The use of an irregular shape of the bucket head can lead to problems with unloading grain. For example, if the head of the bucket elevator has a too sharp shape, that can lead to an uneven load on the buckets, which can lead to damage to the grain and reduce its quality. If the head of the elevator is too flat, then this can lead to congestion and reduce the capacity of the elevator. The optimal way of unloading buckets can be achieved only by constructing a bucket head, which considers all the parameters of the bucket elevator, including the size, shape of the buckets, the speed of the conveyor, and the type of material. This will help to reduce the grain damage, improve the quality of the product, and ensure the efficient operation of the bucket elevator [12].

The third way is to install a dispenser in the upper part of the elevator in the unloading area, which can help reduce damage to seeds when they collide with the working body of the subsequent machine. The dispenser is a device that controls the speed of unloading grain from the elevator, and also allows grain to be distributed over the unloading surface, which can reduce the likelihood of its collision with the working body. When installing the dispenser in the unloading area of the elevator, it can be configured to a certain speed of unloading grain, which allows controlling the process and preventing possible overloads that can lead to grain damage. In addition, the dispenser can be configured to evenly distribute the grain over the unloading surface, which can prevent its accumulation and reduce the likelihood of collision with the working body [13].

Dispensers can be of various types, including mechanical, electronic, and hydraulic. Mechanical dispensers are used for unloading grain with low productivity, while electronic and hydraulic dispensers are used for high-performance unloading systems. Electronic and hydraulic dispensers can be equipped with sensors to control the unloading speed and grain level, which allows automatically adjusting the unloading speed and preventing possible overloads [14]. Dispensers can also have different shapes and designs, depending on the operating conditions and user requirements. They can be installed both inside and outside the elevator, depending on the specific needs. In addition, dispensers can be made of various materials, such as steel, aluminium, plastic. When installing the dispenser, it is necessary to consider various parameters, such as the type and design of the elevator, the type of grain,

the required volume of unloading. It is also important to properly configure the dispenser for specific operating conditions. An additional advantage of installing a dispenser is the ability to control the process of unloading grain, which allows increasing the efficiency of the elevator and reduces the likelihood of emergencies [15-17]. Thus, the installation of a dispenser in the upper part of the elevator in the unloading zone is an effective way to reduce the damage of grain in collision with the working body of the subsequent machine. This allows improving the quality of unloaded seeds and reduces losses of crop and income.

5 Discussion

This study, aligning with the conclusions on the effectiveness of direct staining methods and magnifying glass inspection for assessing seed damage during transportation in bucket elevators, underscores the significance of these approaches. As indicated by Shahbazi [18], the staining technique, which uses brightly colored solutions, enhances the visibility of surface damage, providing crucial immediate feedback on transportation quality. This method is essential for pinpointing the causes of seed quality deterioration and taking corrective measures, although it falls short in revealing internal seed damage.

The observed 4.25 % seed damage rate within the bucket elevator, as noted in our findings, aligns with the insights from Fraczek and Slipek [19] regarding elevator efficiency and its impact on crop yield and quality. Regular measurements, as suggested by Warechowska et al. [20], are vital for maintaining and enhancing elevator performance. Innovative designs and modernizations, such as those explored by Gieroba and Dreszer [21] and Grundas and Mis [22], including diverse bucket shapes and sizes, improved drive mechanisms, and optimized unloading processes, have shown efficacy in minimizing seed damage.

Particular attention to modifications like rubberized plates in the elevator's lower section, customizing the bucket head outlines as per brand specifics as discussed by Wozniak [23], and installing dispensers in the upper unloading area has been emphasized. Those modifications, echoing the suggestions of Kaharmanova [8] and Rsaliev [9], have not only enhanced productivity but significantly reduced the rate of grain damage, as well. Those changes also facilitated continuous and slower grain movement, positively impacting transportation, as highlighted by Mesterhazy et al. [5] and Shaimerdenova [6]. Optimising the size and shape of buckets in bucket elevators, as discussed by Grundas and Mis [22], and controlling conveyor speed [24] are crucial for improving the efficiency of separators and avoiding grain damage. The integration of modern automation and quality control technologies, using sensors and control algorithms, can further enhance separator efficiency [25-28]. However, considerations such as the need for proper grain storage and processing before pumping [29], the potential for reduced capacity and increased equipment wear in new designs [30-33], and the importance of testing new designs [33], are essential for effective elevator operation.

Incorporating these references, the study underscores the practical importance of grain damage analysis in bucket elevators for the agricultural sector. It aids in identifying operational issues and developing solutions to reduce product losses and improve seed quality, as also supported by the findings of Kumar and Kalita [2] and Koyshybaev et al. [7]. This analysis is vital for comparing the grain handling methods, informing equipment manufacturing and maintenance, supporting operator training programs, and providing a standardized testing approach, as suggested by Syzdykova et al. [3] and Irmulatov et al. [4]. The economic, productivity, and quality benefits of reducing the grain damage through analysis and improved handling techniques are significant, contributing to the broader goal of food security.

For a more accurate and comprehensive assessment of the seed damage caused by bucket elevators, various research methods, including visualization techniques, should be employed, as discussed in the wider literature. Implementing these advanced technologies and developments can significantly reduce the seed damage rates, thereby enhancing product quality and elevator efficiency. Moreover, these advancements can lead to reduced wear and tear on equipment, decreasing maintenance and repair costs, as outlined by the broader research community. Future research could focus on analyzing and improving various factors that influence the grain damage during the loading and unloading processes in bucket elevators.

6 Conclusion

The use of the method of direct staining of seeds and their subsequent inspection through a magnifying glass is an effective way to assess the degree of damage to seeds during transportation using bucket elevators. This method quickly determines the presence of damage on the surface of the seeds and its degree. Staining of seeds is carried out with special solutions that allow identifying the damage, and also differ in bright colour, which facilitates their detection during examination. This method enables quick feedback on the quality of transportation, which can be useful in determining the reasons for the decline in seed quality and taking measures to eliminate problems. However, this method does not provide information about the internal state of the seeds and does not determine the presence of hidden damage. Therefore, to fully assess the quality of seeds, it is necessary to use additional methods and tools, such as strength tests and other methods of analysis.

According to the measurement results, the percentage of seeds damaged as a result of the bucket elevator operation is 4.25%. This indicator is important for assessing the quality of the elevator, as damaged seeds can lead to a decrease in the yield and quality of the final product. The measurement results can be used to optimise the operation of the elevator and reduce the percentage of seed damage. Such measurements should also be carried out regularly to monitor and improve the quality of the bucket elevator. The reduction of seed damage caused by the bucket elevator can be achieved through the application of patent inventions and modernisation of the elevator design. These developments may include new bucket shapes and sizes, improved drive mechanisms, and methods to optimise the unloading process.

Special attention was paid to the installation of rubberised plates in the lower part of the bucket elevator, the construction of the outline of the bucket head only for a specific brand with knowledge of its parameters and drive mechanism, and the installation of a dispenser in the upper part of the elevator in the unloading area, which eliminated the presence of "backlagging", to ensure the optimal way of unloading buckets and to reduce the probability of collision of grain with the working body of the subsequent machine, resulting in a significant increase in productivity and a decrease in the percentage of damage to grain. This design also ensured the continuous supply of grain from the bucket elevator to the subsequent machine and reduced the speed of grain movement, which also had a positive impact on the transportation process.

The analysis of grain damage by a bucket elevator is of a great practical importance for the agricultural sector, as it helps to identify the problems in elevator operation and develop solutions to reduce product losses, improve work efficiency and seed quality, optimize equipment and processes to minimize mechanical damage, allow comparison of grain handling methods, inform equipment manufacturing and maintenance procedures, support operator training programs, and provide a standardized testing approach. Reducing the grain damage through analysis and improved handling provides economic, productivity, and quality benefits across the sector while supporting the food security.

For a more accurate assessment of the seed damage caused by a bucket elevator, various research methods can be used, for example, visualisation methods. The use of such patent developments can help significantly reduce the percentage of damage to seeds, which will positively affect the quality of products and increase the efficiency of the bucket elevator. In addition, the use of new technologies can reduce the wear and tear of equipment and decrease the cost of its maintenance and repair. Further study of grain damage by the bucket elevator during loading/unloading can be aimed at analysing and improving various parameters that affect the damage of grain.

Grants and funding

The authors received no financial support for the research, authorship and/or publication of this article.

Conflicts of interest

The authors declare that they have no known competing financial interests or personal relationships that could have appeared to influence the work reported in this paper.

References

[1] TUSHAR, S. R., ALAM, MD. F. B., ZAMAN, S. MD., GARZA-REYES, J. A., MAINUL BARI, A. B. M., KARMAKER, C. L. Analysis of the factors influencing the stability of stored grains: Implications for agricultural sustainability and food security. *Sustainable Operations and Computers* [online]. 2023, **4**, p. 40-52. ISSN 2666-4127. Available from: https://doi.org/10.1016/j.susoc.2023.04.003

[2] KUMAR, D., KALITA, P. Reducing postharvest losses during storage of grain crops to strengthen food security in developing countries. *Foods* [online]. 2017, **6**(1), e8. ISSN 2304-8158. Available from: https://doi.org/10.3390/foods6010008

[3] SYZDYKOVA, G. T., SEREDA, S. G., MALITSKAYA, N. V. Selection of varieties of spring soft wheat (Triticum aestivum L.) according to adaptability to the conditions of the steppe zone of the Akmola region of Kazakhstan. *Agricultural Biology* [online]. 2018, **53**(1), p. 103-110. ISSN 2412-0324. Available from: https://doi.org/10.15389/agrobiology.2018.1.103eng

[4] IRMULATOV, B. R., ABDULLAEV, K. K., KOMAROV, A. A., YAKUSHEV, V. V. On the prospects for precision control of wheat productivity in the conditions of Northern Kazakhstan. *Agricultural Biology* [online]. 2021, **56**(1), p. 92-102. ISSN 2412-0324. Available from: https://doi.org/10.15389/agrobiology.2021.1.92eng

[5] MESTERHAZY, A., OLAH. J., POPP, J. Losses in the grain supply chain: causes and solutions. *Sustainability* [online]. 2020, **12**(6), e2342. ISSN 2071-1050. Available from: https://doi.org/10.3390/su12062342

[6] SHAIMERDENOVA, D. A. Influence of storage conditions on the technological potential of soft wheat grain in Kazakhstan. *New Technologies* [online]. 2017, **2**, p. 37-42. ISSN 2713-0029. Available from: https://newtechology.mkgtu.ru/jour/article/view/26/26

[7] KOYSHYBAEV, M., KANAFIN, B. K., FEDORENKO, E. N., GOTS, A. YU., LITOVCHENKO, ZH. I. Stability sources of spring soft wheat to types of rust and Septoria in North Kazakhstan. *International Research Journal* [online]. 2017, **12**(66), p. 117-122. ISSN 2227-6017. Available from: https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.66.098

[8] KAHARMANOVA, S. M. Improvement of food supply system in Kazakhstan. *Problems of AgriMarket* [online]. 2020, **2**, p. 188-195. ISSN 2708-9991. Available from: https://www.jpra-kazniiapk.kz/jour/article/view/408/357

[9] RSALIEV, A. S. Wheat stem rust pathotypes in Kazakhstan. *Plant Protection and Quarantine* [online]. 2011, **10**, p. 41. ISSN 1026-8634. Available from: https://cyberleninka.ru/article/n/patotipy-steblevoy-rzhavchiny-pshenitsy-v-kazahstane

[10] JIN, C., KANG, Y., GUO, H., YIN, X. An experimental and finite element analysis of the characteristics of soybean grain compression damage. *Journal of Food Process Engineering* [online]. 2021, **44**(7), e13721. ISSN 1745-4530. Available from: https://doi.org/10.1111/jfpe.13721

[11] AMANTEA, R. P., BALBINO, G. P., FORTES, M. Dynamic analysis of grain quality during drying in fluidised beds. *Biosystems Engineering* [online]. 2023, **228**, p. 149-165. Available from: https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2023.03.007

[12] NADIMI, M., DIVYANTH, L. G., PALIWAL, J. Automated detection of mechanical damage in flaxseeds using radiographic imaging and machine learning. *Food and Bioprocess Technology* [online]. 2023, **16**, p. 526-536. ISSN 1935-5149. Available from: https://doi.org/10.1007/s11947-022-02939-5

[13] CHEN, Z., WASSGREN, C., AMBROSE, K. A review of grain kernel damage: Mechanisms, modelling, and testing procedures. *Transactions of the ASABE* [online]. 2020, **63**(2), p. 455-475. ISSN 2151-0032 Available from: https://doi.org/10.13031/trans.13643

[14] LIU, L., HUANG, L., LIN, X., SUN, C. Hydrogen peroxide alleviates salinity-induced damage through enhancing proline accumulation in wheat seedlings. *Plant Cell Reports* [online]. 2020, **39**, p. 567-575. ISSN 1432-203X. Available from: https://doi.org/10.1007/s00299-020-02513-3

[15] ATTA, B., RIZWAN, M., SABIR, A. M., GOGI, M. D., ALI, K. Damage potential of Tribolium castaneum (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae) on wheat grains stored in hermetic and non-hermetic storage bags. *International Journal of Tropical Insect Science* [online]. 2020, **40**, p. 27-37. ISSN 1742-7592. Available from: https://doi.org/10.1007/s42690-019-00047-0

[16] SABANCI, K. Detection of sunn pest-damaged wheat grains using artificial bee colony optimization-based artificial intelligence techniques. *Journal of the Science of Food and Agriculture* [online]. 2020, **100**(2), p. 817-824. ISSN 1097-0010. Available from: https://doi.org/10.1002/jsfa.10093

[17] NOHR, R. Wooden cribbed grain storage elevator and annex general history, structural design, materials and construction with guidelines for inspection and evaluation of wear and damages for repair, modernization, re-purposing or demolition considerations. In: 2021 ASABE Annual International Virtual Meeting: proceedings [online]. 2021. ISSN 2769-3287. Available from: https://doi.org/10.13031/aim.202100850

[18] SHAHBAZI, F. A study on the seed susceptibility of wheat (Triticum aestivum L.) cultivars to impact damage. *Journal of Agricultural Science and Technology* [online]. 2012, **14**(3), p. 505-512. ISSN 2345-3737 Available from: https://doi.org/20.1001.1.16807073.2012.14.3.2.6

[19] FRACZEK, J., SLIPEK, Z. Influence of moisture content and number of mechanical impacts, upon the energy and sprouting capacity of wheat grains. *International Agrophysics* [online]. 1998, **12**(2), p. 97-101. ISSN 2300-8725. Available from: http://www.international-agrophysics.org/pdf-107013-37823?filename=Influence%20of%20moisture.pdf

[20] WARECHOWSKA, M., ANDERS, A., WARECHOWSKI, J., BRAMOWICZ, M., MARKOWSKA-MENDIK, A., REJMER, W., TYBURSKI, J., KULESZA, S. The endosperm microstructure, physical, thermal properties and specific milling energy of spelt (Triticum aestivum ssp. spelta) grain and flour. *Scientific Reports* [online]. 2023, **13**, e3629. ISSN 2045-2322. Available from: https://doi.org/10.1038/s41598-023-30285-9

[21] GIEROBA, J., DRESZER, K. An analysis of the reasons for mechanical grain damage in working sets of agricultural machines. *Zeszyty Problemowe Postepow Nauk Rolniczych / Problem Notebooks of Progress in Agricultural Sciences* [online]. 1993, **399**, p. 69-76. ISSN 0084-5477. Available from: https://bibliotekanauki.pl/articles/795989

[22] GRUNDAS, S., MIS, A. Mechanical damage of wheat grain and its hardness. *International Agrophysics* [online]. 1994, **8**(2), p. 239-243. ISSN 2300-8725. Available from: http://www.international-agrophysics.org/pdf-139702-66614?filename=Mechanical%20damage%20of.pdf

[23] WOZNIAK, W. Mechanical properties of wheat grain in relation to internal cracks. *International Agrophysics* [online]. 2001, **15**(1), p. 59-64. ISSN 2300-8725. Available from: http://www.international-agrophysics.org/pdf-106824-37658?filename=Mechanical%20properties%20of.pdf

[24] KAIRBAYEVA, A., TLEVLESSOVA, D., IMANBAYEV, A., MUKHAMADIYEVA, K., MATEYEV, Y. Determining optimal technological modes for pressing oil from melon seeds to justify rational engineering and structural solutions. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies* [online]. 2022, **2**(11-116), p. 12-22. ISSN 1729-3774. Available from: https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.255731

[25] FOMIN, O., LOVSKA, A., BOHOMIA, V., BERESTOVOI, I. Determination of dynamic loading of a tank wagon with malleable links between the pot and the frame. *Procedia Structural Integrity* [online]. 2022, **36**, p. 239-246. ISSN 2452-3216. Available from: https://doi.org/10.1016/j.prostr.2022.01.030

[26] CHOVNYUK, Y. V. DIACHENKO, L. A., IVANOV, Y. O., DICHEK, N. P., OREL, O. V. Optimisation of dynamic loads of rope systems of lifting mechanisms of bridge cranes during cargo handling. *Scientific Herald of Uzhhorod University. Series "Physics"* [online]. 2022, **51**, p. 59-73. ISSN 2415-8038. Available from: https://doi.org/10.54919/2415-8038.2022.51.59-73

[27] ALIIEV, E., LUPKO, K. Results of numerical modelling of the process of separation of seed material of small-seeded crops on a cylindrical cell trier. *Machinery and Energetics* [online]. 2022, **13**(2), p. 9-19. ISSN 2663-1334. Available from: https://doi.org/10.31548/machenergy.13(2).2022.9-19

[28] TLEVLESSOVA, D., MEDVEDKOV, Y., KAIRBAYEVA, A., NAZYMBEKOVA, A. Mechanisation of the primary processing of watermelons without destroying the rind. *Food Science and Technology* [online]. 2023, **43**, e86622. ISSN 0101-2061. Available from: https://doi.org/10.1590/fst.86622

[29] ASKAROV, A., TLEVLESSOVA, D., OSTRIKOV, A., SHAMBULOV, Y., KAIRBAYEVA, A. Developing a statistical model for the active ventilation of a grain layer with high moisture content. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies* [online]. 2022, **1**(11-115), p. 6-14. ISSN 1729-3774. Available from: https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.253038

[30] NAVROTSKYI, Y., ZAKHARCHUK, O., VYSHNEVETSKA, O., GLINKOWSKA-KRAUZE, B., KUCHMIEIEV, O. The agricultural machinery market for crop production and prospects for its development in the postwar period. *Scientific Horizons* [online]. 2023, **26**(9), p. 153-166. ISSN 2663-2144. Available from: https://doi.org/10.48077/scihor9.2023.153

[31] PANOV, V. The scientific process of two interferometers (optical) development and the mitigation of external influence. *Scientific Herald of Uzhhorod University. Series "Physics"* [online]. 2023, **53**, p. 19-30. ISSN 2415-8038. Available from: https://doi.org/10.54919/physics/53.2023.19

[32] BABAK, V. P., KOVTUN, S. I. Calibration thermoelectric heat flux sensor in the diagnostic system of thermal state of electric machines. *Technical Electrodynamics* [online]. 2019, **2019**(1), p. 89-92. ISSN 1607-7970. Available from: https://doi.org/ 10.15407/techned2019.01.089

[33] MOZHARIVSKYI, D., TITOVA, L., NADTOCHIY, O., DASIC, P. Aspects of expert system of engineering management of technical condition of grain harvesters. *Machinery and Energetics* [online]. 2022, **13**(1), p. 60-66. ISSN 2663-1334. Available from: https://doi.org/10.31548/machenergy.13(1).2022.60-66

ИНЖЕНЕРИЯ ЖӘНЕ ИНЖЕНЕРЛІК ІС
ИНЖЕНЕРИЯ И ИНЖЕНЕРНОЕ ДЕЛО
ENGINEERING AND ENGINEERING

МАШИНА ЖАСАУ
МАШИНОСТРОЕНИЕ
MECHANICAL ENGINEERING

DOI 10.51885/1561-4212_2025_1_25
МРНТИ 55.57.01

Ж.А. Бекмырза
НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы»,
г. Костанай, Казахстан
*E-mail: 5112431@mail.ru**

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЛЕНТОЧНОГО ТРАНСПОРТЕРА ДЛЯ РАБОТЫ С СИЛЬНО ЗАСОРЕННЫМИ ЗЕРНОВЫМИ КУЛЬТУРАМИ

ҚАТТЫ ЛАСТАНҒАН АСТЫҚ ДАҚЫЛДАРЫН ӨҢДЕУГЕ АРНАЛҒАН ТАСПАЛЫ КОНВЕЙЕРДІҢ ДИНАМИКАЛЫҚ СИПАТТАРЫН ЗЕРТТЕУ

THE STUDY OF THE DYNAMIC CHARACTERISTICS OF A BELT CONVEYOR FOR WORKING WITH HEAVY CONTAMINED GRAIN CROPS

Аннотация. *Актуальность тематики, заявленной в рамках данного научного исследования, заключается в существенной значимости ленточных транспортеров в технологических процессах обработки сельскохозяйственных культур и необходимости изучения их динамических характеристик, как важнейшего фактора безаварийного функционирования. Основной целью исследования является изучение принципов конструкции и движения ленточных транспортёров, которые используются в практике сельскохозяйственных предприятий для работ по сбору и транспортировке зерна. Основу методологического подхода в данной научной работе составляет теоретическое исследование общих принципов совершенствования конструктивно-режимных параметров ленточного транспортёра для работы с засоренными зерновыми культурами. Полученные результаты свидетельствуют о наличии прямой зависимости между параметрами производительности ленточного транспортёра, с одной стороны, и шириной транспортёрной ленты, скоростью её движения, а также плотностью перемещаемой зерновой массы, с другой стороны. Все полученные зависимости были представлены в виде математических выражений. Также были установлены основные типы ленточных транспортёров, которые применяются для работы с зерновыми культурами, представлена классификация подобного рода технических устройств. Рассмотрен перечень стандартизированных нормативных документов, регламентирующих технические условия применения ленточных транспортёров. Также были определены основные конструктивные и режимные характеристики ленточных транспортёров, которые используются для работы с сильно засоренными зерновыми культурами. Определены перспективы их усовершенствования в целях оптимизации технологических операций по сбору и транспортировке зерновых культур на предприятиях сельскохозяйственного сектора Республики Казахстан.*

Ключевые слова: *сельское хозяйство, аграрный сектор, конвейер, промышленное оборудование, технологические устройства, технические условия.*

Аңдатпа. *Осы ғылыми зерттеу аясында жарияланған тақырыптың өзектілігі ауылшаруашылық дақылдарын өңдеудің технологиялық процестеріндегі таспалы тасымалдаушылардың маңыздылығында және апатсыз жұмыс істеудің маңызды факторы ретінде олардың динамикалық сипаттамаларын зерттеу қажеттілігінде жатыр. Бұл ғылыми зерттеудің негізгі мақсаты ауылшаруашылық кәсіпорындарының тәжірибесінде астық жинау және тасымалдау жұмыстары үшін қолданылатын таспалы тасымалдаушылардың дизайны мен қозғалысының принциптерін*

культурами. Перспективы совершенствования конструктивных и режимных параметров исследуемого агрегата заключаются в последовательном повышении его производительности при параллельном снижении параметра нарастания натяжения транспортёрной ленты ($F_п$). Это обуславливает повышение эффективности практического применения ленточных транспортёров для проведения работ по погрузке зерна и транспортировке его к местам хранения, что имеет существенное значение с точки зрения организации деятельности сельскохозяйственных предприятий Казахстана, специализирующихся на проведении работ по сбору, транспортировке и хранению зерновых культур.

Постепенное совершенствование конструктивных характеристик и отладка режимов функционирования ленточного транспортера, используемого для работы с сильно засоренными зерновыми культурами, создает предпосылки для улучшения его динамических характеристик. Это необходимо с точки зрения создания оптимальных условий для сбора зерна во время зерноуборочной кампании и транспортировки его к местам хранения. При этом следует уделять внимание вопросам очистки зерна в местах хранения во избежание его порчи и преждевременного прихода в негодное состояние.

Перспективы дальнейших научных исследований в направлении, которое определяется тематикой данной работы, заключаются в возможности практического применения их результатов при проектировании высокопроизводительных ленточных конвейеров, предназначенных для работы с зерновыми культурами на предприятиях аграрного сектора экономики Республики Казахстан.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы

Alighaleh P., Gundoshmian T.M., Alighaleh S., Rohani A. (2023). Feasibility and reliability of agricultural crop height measurement using the laser sensor array, Information Processing in Agriculture. Vol. 11, no. 2, 228-236, https://doi.org/10.1016/j.inpa.2023.02.005

Aviara N.A., Liberty J.T., Olatunbosun O.S., Shoyombo H.A., Oyeniyi S.K. (2022). Potential application of hyperspectral imaging in food grain quality inspection, evaluation and control during bulk storage, Journal of Agriculture and Food Research, Vol. 8, 2666-1543, https://doi.org/10.1016/j.jafr.2022.100288

Belt conveyors (2023), https://www.dehsetiler.kz/products/grain-handling-equipments/belt-conveyors

Bhullar G., Bhullar N. (2012). Agricultural Sustainability, London, Academic Press https://www.elsevier.com/books/agricultural-sustainability/bhullar/978-0-12-404560-6

Canabarro N.I., Mazutti M.A., do Carmo Ferreira M. (2019). Drying of olive (Olea europaea L.) leaves on a conveyor belt for supercritical extraction of bioactive compounds: Mathematical modeling of drying/extraction operations and analysis of extracts, Industrial Crops and Products, Vol. 136, 140-151, https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.05.004

Cesco S., Sambo P., Borin M., Basso B., Orzes G., Mazzetto F. (2023). Smart agriculture and digital twins: Applications and challenges in a vision of sustainability. European Journal of Agronomy. Vol. 146, 1161-1176, https://doi.org/10.1016/j.eja.2023.126809

Closed belt conveyors, 2023, https://www.dehsetiler.kz/products/grain-handling-equipments/enclosed-belt-conveyors

Fu X., Niu H. (2022). Key technologies and applications of agricultural energy Internet for agricultural planting and fisheries industry, Information Processing in Agriculture. Vol.10, 416-437, https://doi.org/10.1016/j.inpa.2022.10.004

Gebresenbet G., Bosona T., Patterson D., Persson H., Fischer B., Mandaluniz N., Chirici G., Zacepins A., Komasilovs V., Pitulac T., Nasirahmadi A. (2023). A concept for application of integrated digital technologies to enhance future smart agricultural systems. Smart Agricultural Technology. Vol. 5, https://doi.org/10.1016/j.atech.2023.100255

GOST EN 620-2012, 2012, http://vsegost.com/Catalog/55/55149.shtml

GOST 22647-77, 1977, https://meganorm.ru/Data2/1/4294742/4294742143.pdf

Jafari S. (2021). Postharvest and Postmortem Processing of Raw Food Materials, Soston, Woodhead Publishing.
https://www.elsevier.com/books/postharvest-and-postmortem-processing-of-raw-food-materials/jafari/978-0-12-818572-8

Ленточный транспортер для зерна: назначение, виды, преимущества. (2022) https://csharpcoderr.com/28800 // Lentochnyj transporter dlja zerna: naznachenie, vidy, preimushhestva. (2022), https://csharpcoderr.com/28800.

Higgins V., Van der Velden D., Bechtet N., Bryant M., Battersby J., Belle M., Klerkx L. (2023). Deliberative assembling: Tinkering and farmer agency in precision agriculture implementation. Journal of Rural Studies. Volume 100, 747-792, https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2023.103023

Luo T., Zhao J., Gu Y., Zhang S., Qiao X., Tian W., Han Y. (2023), Classification of weed seeds based on visual images and deep learningю Information Processing in Agriculture. Vol. 10, no. 1, 40-51.
https://doi.org/10.1016/j.inpa.2021.10.002

Marchant B., Rudolph S., Roques S., Kindred D., Gillingh am V., Welham S., Coleman C., Sylvester-Bradley R., 2020, Establishing the precision and robustness of farmers' crop experiments. Field Crops Research. Vol. 230, 31-45. https://doi.org/10.1016/j.fcr.2018.10.006

Moreno F.G., Zimmermann G.G., Jasper S.P., da Silva Ferraz R., Savi D., 2023, Sensors installation position and its interference on the precision of monitoring maize sowing. Smart Agricultural Technology. Vol. 4, 1255-1369 https://doi.org/10.1016/j.atech.2022.100150

Reardon T., Echeverria R., Berdegue J., Minten B., Liverpool-Tasie S., Tschirley D., Zilberman D. (2019), Rapid transformation of food systems in developing regions: Highlighting the role of agricultural research & innovations. Agricultural Systems. Vol. 172, 47-59. https://doi.org/10.1016/j.agsy.2018.01.022

Richard D., Liembrock-Rosch L., Kessler S., Stoll E., Zimmer S., 2023, Soybean yield response to different mechanical weed control methods in organic agriculture in Luxembourg. European Journal of Agronomy. Vol. 147, 1162-1184, https://doi.org/10.1016/j.eja.2023.126842

Salembier C., Segrestin B., Sinoir N., Templier J., Weil B., Meynard J-M. (2020). Design of equipment for agroecology: Coupled innovation processes led by farmer-designers. Agricultural Systems. Vol. 183, 1242-1264, https://doi.org/10.1016/j.agsy.2020.102856

СНИП 2.05.07-85. (1985) https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=31282628&show_di=1&pos=2;-122#pos=2;-122 // SNIP2.05.07-85. (1985) https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=31282628&show_di=1&pos=2;-122#pos=2;-122

Турдалиев А., Ильясова А. (2021). Исследование поперечного движения конвейерной ленты мощных ленточных конвейеров. Бюллетень Каз НТУ им.К.И.Сатпаева, №7, 72-74// Turdaliev A. Ilyasova A. (2021). Study of the transverse movement of the conveyor belt of powerful belt conveyors. Bulletin of the KazNTU named after K.I. Satpaeva, №7, pp. 72-74

Чигамбаев Т.О., Юсупова С.А., Бижанов Д.Е. (2021). Казахстан. Исследование системы транспортировки ленточным конвейером на промышленных предприятиях. Вестник Каз АТК. № 1(116), с. 242-248// Chigambaev T.O., Jusupova S.A., Bizhanov D.E. (2021). Kazahstan. Issledovanie sistemy transportirovki lentochnym konvejerom na promyshlennyh predprijatijah, Vestnik KazATK No 1(116), 2021, s. 242-248

Шаяхметов Е.Я. (2017), Конструктивное и технологическое обеспечение качества роликоопор ленточных конвейеров, работающих в тяжелых условиях. Диссертация на соискание степени доктора философии (PhD) Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева // Shajahmetov E.Ja. (2017), Konstruktivnoe i tehnologicheskoe obespechenie kachestva rolikoopor lentochnyh konvejerov, rabotajushhih v tjazhelyh uslovijah. Dissertacija na soiskanie stepeni doktora filosofii (PhD) Kazahskij nacional'nyj issledovatel'skij tehnicheskij universitet imeni K.I. Satpaeva

Wu W., Wang Y., Wang L., Xu H., Zorb C., Geilfus C-M., Xue C., Sun Z., Ma W. (2022). Booting stage is the key timing for split nitrogen application in improving grain yield and quality of wheat – A global meta-analysis.
Field Crops Research. Vol. 287, 965-982, https://doi.org/10.1016/j.fcr.2022.108665

Wu W., Shah F., Ma B-L., 2023, Understanding of crop lodging and agronomic strategies to improve the resilience of rapeseed production to climate change. Crop and Environment. Vol. 1, Issue 2, pp.133-144. DOI:10.1016/j.crope.2022.05.005

Information about authors

Bekmyrza Zhumash Aitzhanuly – Doctoral student of the Department of Mechanical Engineering of Non-profit joint-stock company «Kostanay Regional University named after Akhmet Baitursynuly». Kostanay. Republic of Kazakhstan, 5112431@mail.ru,+77015112431

ТОРАЙҒЫРОВ УНИВЕРСИТЕТІНІҢ
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
ТОРАЙГЫРОВ УНИВЕРСИТЕТА

ҚАЗАҚСТАН ҒЫЛЫМЫ МЕН ТЕХНИКАСЫ

2001 ЖЫЛДАН БАСТАП ШЫҒАДЫ

TORAIGHYROV UNIVERSITY

НАУКА И ТЕХНИКА КАЗАХСТАНА

ИЗДАЕТСЯ С 2001 ГОДА

ISSN 2788-8770

№ 1 (2025)

ПАВЛОДАР

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
ТОРАЙГЫРОВ УНИВЕРСИТЕТ
выходит 1 раз в квартал

СВИДЕТЕЛЬСТВО
о постановке на переучет периодического печатного издания,
информационного агенства и сетевого издания
№ KZ51VPY00036165

выдано
Министерством информации и общественного развития
Республики Казахстан

Тематическая направленность
Публикация научных исследований по широкому спектру проблем
в области металлургии, машиностроения, транспорта, строительства,
химической и нефтегазовой инженерии, производства продуктов питания

Подписной индекс – 76129

https://doi.org/10.48081/HPYP5442

Импакт-фактор РИНЦ – 0,216

Импакт-фактор КазБЦ – 0,406

Касенов Асылбек Жумабекович – к.т.н., профессор (главный редактор);
Сулейменов Ансаган Дюсембаевич – PhD (ответственный секретарь);
Омарова Айгерим Рымболатовна – технический редактор.

Члены редакционной коллегии:
Богомолов Алексей Витальевич – к.т.н., ассоц. профессор (Павлодар, Казахстан);
Калиакпаров Алтай Гиндуллинович – д.т.н., профессор (Нур-Султан, Казахстан);
Шеров Карибек Тагаевич – д.т.н., профессор (Караганда, Казахстан);
Кажибаева Галия Тулеуевна – к.т.н., профессор (Павлодар, Казахстан);
Жунусов Аблай Каиртасович – к.т.н., асс. профессор (доцент) (Павлодар, Казахстан);
Зарубежные члены редакционной коллегии:
Baigang Sun – PhD, профессор (Пекин, Китай);
Gabriele Comodi – PhD, профессор (Анкона, Италия);
Jianhui Zhao – профессор (Харбин, Китай);
Khamid Mahkamov – д.т.н., профессор (Ньюкасл, Великобритания);
Magin Lapuerta – д.т.н., профессор (СьюДад Реал, Испания);
Mareks Mezitis – д.т.н., профессор (Рига, Латвия);
Petr Bouchner – PhD, профессор (Прага, Чехия);
Барзов Александр Александрович – д.т.н., профессор (Москва, Россия);
Витвицкий Евгений Евгеньевич – д.т.н., профессор (Омск, Россия);
Иванчина Эмилия Дмитриевна – д.т.н., профессор (Томск, Россия);
Лазарев Владислав Евгеньевич – д.т.н., профессор (Челябинск, Россия);
Мягков, Леонид Львович – д.т.н., профессор (Москва, Россия);
Янюшкин Александр Сергеевич – д.т.н., профессор (Чебоксары, Россия)
Ребезов Максим Борисович – д.с/х.н., профессор (Москва, Россия).
Чайкин Владимир Андреевич– д.т.н., доцент (Сафоново, Россия);

За достоверность материалов и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели
Редакция оставляет за собой право на отклонение материалов
При использовании материалов журнала ссылка на журнал «Наука и техника Казахстана» обязательна

© Торайгыров университет

МАЗМҰНЫ

МАШИНА ЖАСАУ
МАШИНОСТРОЕНИЕ
MECHANICAL ENGINEERING

Аукенова Б. Қ., Дудкин М. В., Молдаханов Б. А., Васильков Д. С., Старостина Ж. А.
Методика расчета бульдозерного отвала с разноуровневой геометрией угла поворота боковых секций.....7
Байгереев С. Р, Сулейменов А. Д, Гурьянов Г. А, Жаксалыков К. Н.
Разработка и экспериментальные исследования новой конструкции измельчителя.....22
Басқанбаева Д. Ж., Елемесов Қ. К., Ерік Ә. Қ.
Сенімділік параметрлерін арттыру үшін сорғы паркінің техникалық жай-күйінің мониторингі.....40
Бекмырза Ж. А., Курманов А. К., Камышева Н. А.
Совершенствование конструктивно-режимных параметров ленточного транспортера для работы с сильно засоренными зерновыми культурами.....50
Берг А. С., Берг А. А.
Исследование прочности кран-балки с оптимизированной геометрией.....69
Бузауова Т. М., Сарсенгалиева Г. К.
Оценка качества плазменной резки.....82
А. А. Ергешев, А. К. Ракишев, Н. Ю. Кузминова
Аддитивті технологиямен алынған pla үлгілерінің беріктігін талдау.....94
Kassenov A. Zh., Taskarina A. Zh., Itybayeva G. T., Iskakova D. A., Yanushkin A. S.
Optimization of the process of processing holes with a tool assembly reamer.....105
Куанов И. С., Шеров К. Т., Сагитов А. А., Тусупова С. О., Мендалиева С. И.
Экспериментальное исследование твердости обработанной поверхности при термофрикционном фрезеровании с импульсным охлаждением стали hardox 450.....117
Мусина Ж. К., Луб Т. Л., Шумейко И. А., Деревягин С. И., Ткачук А. А.
Математическое моделирование процесса износа при ротационной обработке инструментом с самовращающейся кромкой.....129
Мухитова А. Е., Нуржанова О. А., Жаркевич О. М., Černašėjus О.
Исследование износостойкости наплавочных материалов для восстановления поверхностей валов электродвигателей.....144
Поветкин В. В., Татыбаев М. К., Абілқайыр Ж. Н., Дуйсенбекова О. О., Манкешева О. Т.
Машиналар мен материалдардың қызмет ету мерзімін және тозуға төзімділігін арттырудың негізгі бағыттары.....155

МРНТИ 55.57.01
DOI

***Ж. А. Бекмырза[1], А. К. Курманов[1], Н. А. Камышева[2]**
[1]Республика Казахстан, г. Костанай Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы
[2]Республика Казахстан, г. Костанай, Костанайский инженерно-экономический университет имени М. Дулатова
[1]ORCID: https://orcid.org/0009-0005-8147-5431
[2]ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2047-3281
[3]ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4864-5142
*e-mail: 5112431@mail.ru

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНО-РЕЖИМНЫХ ПАРАМЕТРОВ ЛЕНТОЧНОГО ТРАНСПОРТЕРА ДЛЯ РАБОТЫ С СИЛЬНО ЗАСОРЕННЫМИ ЗЕРНОВЫМИ КУЛЬТУРАМИ

По мере развития технических параметров конвейерных систем транспортировки сельскохозяйственного сырья постепенно улучшается качество зерна, повышается эффективность работы сложной конструкции ленточного транспортера, снижаются затраты на погрузочные работы, совершенствуются погрузочно-разгрузочные системы непрерывного действия. Целью статьи является изучение эффективности транспортировки и производительности процесса перемещения зерновых грузов, с усовершенствованием конструктивно-технологической схемы ленточного транспортера при засорении зерновой пылью.

Используя методы анализа, синтеза и сравнения исследованы основные концепции и прикладные исследования производительности ленточного транспортера по режимным параметрам для обоснования оптимальных конструктивно-технологических действий, обеспечивающих снижение энергоемкости и обоснования экономической эффективности сельскохозяйственного производства, оценки качества урожая непосредственно в послеуборочном цикле зернопроизводства.

Результаты указывают на то, что исследование позволило определить динамические нагрузки, которые приводят к отказам элементов конвейера, засорению пылью роликовых опор, разрывам ленты. Рассмотрена возможность реализации процессов очистки насыпного зернового груза в период транспортировки, хранения и переработки партии зерна для предотвращения дополнительного образования пыли, потому как стирается небольшая часть наружной поверхности каждой зерновки. Обзор и анализ исследований существующих технологий показал воздействие конструктивных особенностей на производительность и качество зерновой перевозки. Модификация роликов на восходящей ветви рабочего органа ленты снижает потери зерна с двух сторон при проскальзывании на ведущем барабане.

Ключевые слова: зерно, ленточный конвейер, сыпучее сырье, примеси, пыль.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 **Wheat J., Leali A.** Hazard monitoring equipment selection, installation, and maintenance [Текст] // In Storage of Cereal Grains and Their Products. Woodhead Publishing, 2022. P. 371 405.

2 **Jin H., Hu S., Xie B., Yan Y., Yang M., Zhou F.** Experimental optimization for cleaning parameters and field application of cartridge filter in bulk grain loading [Текст] // Powder Technology. 2021. P. 421 429.

3 **Шаяхметов Е. Я., Темиртасов О. Т., Мендебаев Т. М.** Анализ работы и пути совершенствования ленточных конвейеров на элеваторах [Текст] // Вестник Казахской академии транспорта и коммуникаций им. М. Тынышпаева. 2014. № 5. С. 44 48.

4 **Roman-Sanchez, A., Laguna, A., Reimann, T., Giraldez, J. V., Peña, A., Vanwalleghem, T.** Bioturbation and erosion rates along the soil-hillslope conveyor belt, part 2: quantification using an analytical solution of the diffusion-advection equation [Текст]//Earth Surface Processes and Landforms. 2019. P. 2066 2080.

5 **Friso D.** Conveyor-belt dryers with tangential flow for food drying: Development of drying Odes useful to design and process adjustment [Текст] // Inventions. 2021. № 6. P. 2106.

6 **Heilman M.** The Racial Elevator Speech: How Multiracial Individuals Respond to Racial Identity Inquiries [Текст] // Sociology of Race and Ethnicity. 2022. P. 1268.

7 **Permyakov V., Ganeev I., Akhmetyanov I., Karimov K., Verzilov S.** Improving the efficiency of corn drying in a conveyor belt dryer [Текст] // Journal of Environmental Science and Health. 2021. Part B. № 56 (10). P. 861 868.

8 **Suglobov V. V., Raksha S. V., Hrynko P. A.** Rationale for centering capacity of redesigned belt conveyor drums [Текст] // Science and Transport Progress. 2016. № 1 (61). P. 158 168.

9 **Gella D., Maza D., Zuriguel I.** Granular internal dynamics in a silo discharged with a conveyor belt [Текст] // Journal of Fluid Mechanics. 2021. P. 925.

10 **Požėlienė A., Lynikienė S., Šapailaitė I., Sakalauskas A.** Utilization of strong electric field for special cleaning buckwheat seeds [Текст] // Agronomy Research. 2008. № 6. P. 291 298.

11 **Kumar N.** Fundamentals of conveyors [Текст] // In Transporting Operations of Food Materials Within Food Factories. Woodhead Publishing, 2023. P. 221 251.

12 **Hrabovský L., Fries J.** Transport Performance of a Steeply Situated Belt Conveyor [Текст] // Energies. 2021. № 14(23). P. 7984.

13 **Oorschot A.** Quantifying Reworking and Accumulation Rates in a Plaggic Anthrosol Using Feldspar Single-grain Luminescence Dating [Текст]. 2018. P. 56

REFERENCES

1 **Wheat J., Leali A.** Hazard monitoring equipment selection, installation, and maintenance // In Storage of Cereal Grains and Their Products. Woodhead Publishing, 2022. P. 371 405.

2 **Jin H., Hu S., Xie B., Yan Y., Yang M., Zhou F.** Experimental optimization for cleaning parameters and field application of cartridge filter in bulk grain loading // Powder Technology. 2021. P. 421 429.

3 **Shayakhmetov E. Ya., Temirtasov O. T., Mendebaev T. M.** Analiz raboty i puti sovershenstvovaniya lentochnykh konveyerov na elevatorakh [Analysis of the operation and ways to improve belt conveyors in elevators] // Vestnik Kazakhskoy akademii transporta i kommunikatsiy im. M. Tynyshpaeva. 2014. № 5. P. 44 48.

4 **Roman-Sanchez A., Laguna A., Reimann T., Giraldez J. V., Peña A., Vanwalleghem T.** Bioturbation and erosion rates along the soil-hillslope conveyor belt, part 2: quantification using an analytical solution of the diffusion-advection equation// Earth Surface Processes and Landforms. 2019. P. 2066 2080.

5 **Friso D.** Conveyor-belt dryers with tangential flow for food drying: Development of drying Odes useful to design and process adjustment// Inventions. 2021. № 6. P. 2106.

6 **Heilman M.** The Racial Elevator Speech: How Multiracial Individuals Respond to Racial Identity Inquiries// Sociology of Race and Ethnicity. 2022. P. 1268.

7 **Permyakov V., Ganeev I., Akhmetyanov I., Karimov K., Verzilov S.** Improving the efficiency of corn drying in a conveyor belt dryer// Journal of Environmental Science and Health. 2021. Part B. № 56 (10). P. 861 868.

8 **Suglobov V. V., Raksha S. V., Hrynko P. A.** Rationale for centering capacity of redesigned belt conveyor drums// Science and Transport Progress. 2016. № 1 (61). P. 158 168.

9 **Gella D., Maza D., Zuriguel I.** Granular internal dynamics in a silo discharged with a conveyor belt// Journal of Fluid Mechanics. 2021. P. 925.

10 **Požėlienė A., Lynikienė S., Šapailaitė I., Sakalauskas A.** Utilization of strong electric field for special cleaning buckwheat seeds // Agronomy Research. 2008. № 6. P. 291 298.

11 **Kumar N.** Fundamentals of conveyors // In Transporting Operations of Food Materials Within Food Factories. Woodhead Publishing, 2023. P. 221 251.

12 **Hrabovský L., Fries J.** Transport Performance of a Steeply Situated Belt Conveyor // Energies. 2021. № 14(23). P. 7984.

13 **Oorschot A.** Quantifying Reworking and Accumulation Rates in a Plaggic Anthrosol Using Feldspar Single-grain Luminescence Dating 2018. P. 56

Поступило в редакцию 11.02.25.
Поступило с исправлениями 26.02.25.
Принято в печать 03.03.2025.

Ж. А. Бекмырза[1] , А. К. Құрманов[1], Н. А. Камышева[2]
[1]Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай Өңірлік университеті
Қазақстан Республикасы, Қостанай қ.
[2] М. Дулатұлы атындағы Қостанай инженерлік-экономикалық университеті
Қазақстан Республикасы, Қостанай қ.
11.02.25 ж. баспаға түсті.
26.02.25 ж. түзетулерімен түсті.
03.03.25 ж. басып шығаруға қабылданды.

ҚАТТЫ ЛАСТАҒАН АСТЫҚ ДАҚЫЛДАРЫМЕН ЖҰМЫС ІСТЕУГЕ АРНАЛҒАН ЛЕНТАЛЫҚ КОНВЕЙЕРДІҢ ЖҰМЫСЫ ЖӘНЕ ӨНІМДІЛІК ПАРАМЕТРЛЕРІН ЖЕТІЛДІРУ

Ауыл шаруашылығы шикізатын тасымалдаудың конвейерлік жүйелерінің техникалық параметрлері дамыған сайын астық сапасы біртіндеп жақсарады, таспалы транспортердің күрделі конструкциясы жұмысының тиімділігі артады, тиеу жұмыстарына шығындар азаяды, үздіксіз жұмыс істейтін тиеу-түсіру жүйелері жетілдіріледі. Мақаланың мақсаты астық шаңымен бітелу кезінде таспалы тасымалдаушының конструктивтік-технологиялық сұлбасын жетілдіре отырып, астық жүктерін тасымалдау тиімділігі мен орын ауыстыру процесінің өнімділігін зерделеу болып табылады.

Талдау, синтездеу және салыстыру әдістерін пайдалана отырып, энергия сыйымдылығын төмендетуді және ауыл шаруашылығы өндірісінің экономикалық тиімділігін негіздеуді қамтамасыз ететін оңтайлы конструктивтік-технологиялық іс-қимылдарды негіздеу, астық өндірудің егін жинаудан кейінгі циклінде тікелей егін сапасын бағалау үшін режимдік параметрлер бойынша таспалы тасымалдауының өнімділігінің негізгі тұжырымдамалары мен қолданбалы зерттеулері зерттелді.

Нәтижелер зерттеу конвейер элементтерінің істен шығуына, роликті тіректердің шаңмен бітелуіне, таспаның жыртылуына әкелетін динамикалық жүктемелерді анықтауға мүмкіндік бергенін көрсетеді. Тасымалдау кезінде сусымалы астық жүктерін тазарту процестерін енгізу мүмкіндігі қарастырылды, қосымша шаңның пайда болуын болдырмау үшін астық партиясын сақтау және өңдеу, өйткені әрбір дәннің сыртқы бетінің кішкене бөлігі жойылады. Қолданыстағы технологияларды зерттеуге шолу және талдау құрылымдық ерекшеліктердің астық тасымалдаудың өнімділігі мен сапасына әсерін көрсетті. Таспаның жұмыс органының өсіп келе жатқан тармағындағы роликтердің модификациясы жетекші барабанда сырғанау кезінде екі жағынан астық шығынын азайтады.

Кілтті сөздер: дән, таспалы конвейер, сусымалы шикізат, қоспалар, шаң.

Zh. A. Bekmyrza[1], A. K. Kurmanov[1], N. A. Kamysheva[2]
[1] Kostanay Regional University named after Akhmet Baitursynuly
Republic of Kazakhstan, Kostanay,
[2] Kostanay engineering and economics university named after
M. Dulatov Republic of Kazakhstan, Kostanay
Received 11.02.25.
Received in revised form 26.02.25.
Accepted for publication 03.03.25.

IMPROVING THE DESIGN AND PERFORMANCE PARAMETERS OF A BELT CONVEYOR FOR WORKING WITH SEVERELY CONTAMINED GRAIN CROPS

As the technical parameters of conveyor systems for transporting agricultural raw materials develop, the quality of grain gradually improves, the efficiency of the complex design of the belt conveyor increases, the costs of loading operations are reduced, and continuous loading and unloading systems are improved. The purpose of the article is to study the efficiency of transportation and the productivity of the process of moving grain cargo, with the improvement of the design and technological scheme of the belt conveyor when clogged with grain dust. Using methods of analysis, synthesis and comparison, the basic concepts and applied studies of the performance of a belt conveyor according to operating parameters were investigated to substantiate optimal design and technological actions that ensure a reduction in energy intensity and substantiate the economic efficiency of agricultural production, assessing the quality of the crop directly in the post-harvest cycle of grain production. The results indicate that the study made it possible to determine the dynamic loads that lead to failures of conveyor elements, clogging of roller supports with dust, and belt ruptures. The possibility of implementing processes for cleaning bulk grain cargo during transportation, storage and processing of a batch of grain to prevent additional dust formation is considered, because a small part of the outer surface of each grain is erased. A review and analysis of research into existing technologies showed the impact of design features on the productivity and quality of grain transportation. Modification of the rollers on the ascending branch of the belt working body reduces grain losses on both sides when sliding on the drive drum.

Keywords: grain, conveyor belt, bulk raw materials, impurities, dust.

ПРИЛОЖЕНИЕ Г
ОТТИСК МОНОГРАФИИ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

НАО Костанайский региональный университет
имени А. Байтурсынова

Ж.А. Бекмырза, К.С. Рыспаев

ЛЕНТОЧНЫЕ КОНВЕЙЕРЫ ДЛЯ СЫПУЧИХ ГРУЗОВ

Костанай, 2023

УДК 620.9
ББК 31.6
Б 17

Рецензенты:
Баймухамедов М. Ф. – д. т. н., профессор кафедры Физика и информационные технологии КСТУ им. академика З. Алдамжар, РК;
Курманов А.К. – д. т. н., профессор кафедры Машиностроение НАО КРУ им. А. Байтурсынова, РК

Авторы: Бекмырза Жумаш Айтжанулы – магистр технических наук, докторант кафедры «Машиностроение» НАО КРУ им. А. Байтурсынова;
Рыспаев Куаныш Сабиржанович – доктор философии (PhD), профессор кафедры «Машиностроение» НАО КРУ им. А. Байтурсынова

Бекмырза Ж.А.

Б17 ЛЕНТОЧНЫЕ КОНВЕЙЕРЫ ДЛЯ СЫПУЧИХ ГРУЗОВ:/ Монография. Ж. А. Бекмырза, К.С. Рыспаев., - Костанай, НАО КРУ им. А. Байтурсынова, 2023 – 175 с.
ISBN 978-601-356-099-1

Монография знакомит читателя с историей и этапами развития ленточных транспортеров, классификацией транспортеров, с осуществлением технологических процессов очистки и обработки зерновой массы. проблемами эксплуатации ленточных конвейеров, проведен анализ эксплуатации ленточных конвейеров в реальных условиях производства, сделано прогнозирование по патентам перспективности конструкций роликов конвейеров.

Книга предназначена для инженерно-технических и научных работников, занимающихся конструированием, проектированием и эксплуатацией ленточных конвейеров. Может быть полезна преподавателям и студентам старших курсов вузов соответствующего профиля.

Рекомендовано к изданию ученым советом НАО Костанайский региональный университет имени А. Байтурсынова

УДК620.9
ББК 31.6

ISBN 978-601-356-099-1

© Ж.А. Бекмырза, К.С. Рыспаев, 2023
© НАО Костанайский региональный университет им. А. Байтурсынова

ЛЕНТОЧНЫЕ КОНВЕЙЕРЫ ДЛЯ СЫПУЧИХ ГРУЗОВ

Монография

Бекмырза Ж.А.
Рыспаев К.С.

Редактор Курманов А.К.
Технический редактор Рыспаев К.С..
Верстка Рыспаев К.С.
Дизайн обложки Рыспаева М.К.

Директор издательства Калаков Б.А.

Подписано к печати 19.01.2023 г. Заказ 3. Формат 60х84/16. Бумага офсетная.
Гарнитура Times/ Усл. печ. л.10,44. Тираж 550 экз. Цена свободная.
Издательство НАО КРУ им. А. Байтурсынова.
110000, Костанай, ул. Байтурсынова, 47.
Отпечатано в типографии. 110000, Костанай, ул. Байтурсынова, 47.

ПРИЛОЖЕНИЕ Д
АКТЫ ВНЕДРЕНИЯ

Утверждаю
Проректор по ИИиЦ
НАО «Костанайский
региональный университет
имени А. Байтұрсынұлы»
_____Ж. Жарлыгасов
(подпись)
«____»_____2025 г.

АКТ ВНЕДРЕНИЯ В ПРОИЗВОДСТВО
результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ

Настоящим актом подтверждаем, что результаты диссертационной работы Бекмырзы Жұмаш Айтжанұлы тему «Совершенствование конструктивно-режимных параметров ленточного транспортера для работы с сильно засоренными зерновыми культурами» выполненной в НАО «Костанайский региональный университет имени А.Байтурсынова» с 01.09. 2021 г. по 30.04. 2024 г., приказ №180Д от 06.12.2021г. внедрены в учебный процесс согласно решения кафедры машиностроения протокол от 18.01. 2025 г. № 1а,
внедрены на (в) в ТОО «Темте» Директор Хамит Сапабек Наузымулы. Село Щербаково Алтынсаринский район.
Тел. 8-777-302-06-97 .

Результаты работы использованы применением научно-исследовательских работ при создании методических рекомендаций при транспортировании сильно засоренного зерна. Положительный эффект от внедрения - наиболее рациональное планирование и использование текущих работ и оптимизация затрат на транспортировку и хранение названных ранее материалов, а так же создание надежной и эффективной системы транспортирования и хранения зерна низкого качества. Внедрены в производство ленточный транспортер с экспериментальными конструктивно-режимными параметрами, новые силосы для хранения зерна, а так же система аспирации с новым вентилятором. Вместе с этим ТОО «Темте»

передана документация для создания и дальнейшего использования в производстве предложенных машин с «1» апреля 2024г.

Настоящим актом подтверждаем, что результаты работы «Совершенствование конструктивно-режимных параметров ленточного транспортера для работы с сильно засоренными зерновыми культурами», приказ КРУ имени А. Байтурсынова №180Д от 06.12.2021 г., использованы на предприятии путем внедрения в производство ТОО «Темте». Годовой экономический эффект составил 3078100 тенге на 1 транспортер, срок окупаемости 0,56 года.

Приложение к Акту: расчет фактического (ожидаемого от внедрения) экономического эффекта на _12__ страницах.

От учреждения образования
Начальник УИиК
_____
А.Коваль
(подпись)
М.П.

Заведующий кафедрой
_____
Д. Рахимова
(подпись)

Руководитель темы
_____ А. Курманов
(подпись)

Руководитель ТОО "Темте"
(наименование предприятия)
_____
И. Фамилия
(подпись)
«___» _____ 20____г.

От предприятия
Начальник планового отдела
_____ Ерденов К
И. Фамилия
(подпись)
Начальник технического отдела
_____ И. Фамилия Есентай М.
(подпись)
Главный бухгалтер
_____ И. Фамилия Ирхабаева Д.
(подпись)
Ответственный за внедрение
_____ Есентай М.
И. Фамилия
(подпись)

Акт производственной проверки

«1» марта 2025г

Комиссией ТОО «Завод элеваторного оборудования Астык»

В лице:

Инженер технолог: Веровский А._____

Инженер Конструктор: Утенов Д.М_____

Произвели осмотр оборудования согласно спецификации №1

Спецификация №1

№	Наименование	Кол-во	Ед. изм
1	Ленточный конвейер 186т/ч.	1	шт.

В результате проведения эксплуатационных испытаний: под нагрузкой и на холостом ходу транспортное оборудование работает в штатном режиме, электрооснащение в норме замечаний и нареканий нет.

Выводы:

Транспортное оборудование готово к дальнейшей эксплуатации .

Представитель от : ТОО „Диевская"

Директор. Астахов. _____

(должность) (Ф.И.О.) (подпись)

Утверждаю

Проректор по академическим вопросам
НАО «КРУ имени А. Байтурсынұлы»
_____ Наурызбаева Э.К.
«____» _____ 2025 г.

АКТ

Внедрения результатов диссертационной работы в учебный процесс

Настоящим актом подтверждается что диссертационная работа Бекмырзы Жұмаш Айтжанұлы тему «Совершенствование конструктивно-режимных параметров ленточного транспортера для работы с сильно засоренными зерновыми культурами» выполненной в НАО «Костанайский региональный университет имени А.Байтурсынова» с 01.09. 2021 г. по 30.04. 2024 г., приказ №180Д от 06.12.2021г. внедрены в учебный процесс согласно решения кафедры машиностроения протокол от 18.01. 2025 г. № 1а

Основными результатами являются:
Практические рекомендации по теме: «ОБОСНОВАННЫЕ ОПТИМАЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ЛЕНТОЧНОГО ТРАНСПОРТЕРА ДЛЯ СИЛЬНО ЗАСОРЕННОГО ЗЕРНА», разработанные докторантом ОП 8D07102 Технологические машины и оборудование (машиностроение) Бекмырзой Ж. А.
Указанные результаты используются в преподавании дисциплин кафедры машиностроение: механика и детали машин, технологические линии и комплексы (технологиялық желілер мен кешендер), агрегаттарын және түіндерін жинау технологиясы, технологическая оснастка, проектирование машиностроительных производств для специальности 6B07105 «Машиностроение», 6B07103 «Технологические машины и оборудование». Кроме того для магистратуры специальности 7M07102 ТМ и О-дисциплина «Проблемы надежности технологических машин и оборудования».

В практических рекомендациях показана информация по расчету конструктивно-режимных параметров ленточного транспортера при работе с сильно засоренным зерном, а так же дополнительного оборудования: опорной рамы силоса, крыши силоса и вентилятора для силоса.

Результаты внедрения оказывают следующие положительные влияния на качество учебного процесса и рост компетентности обучающихся:

1.Возможность осуществлять экспериментальные исследования с представленным оборудованием, и документацией на основе запатентованных устройств.

2. Практикоориентированность при выполнении выпускных работ бакалавров и магистрантов.

3. Повышение уровня технологической грамотности в совершенствовании машин и оборудования для транспортировки и хранения неликвидного низкокачественного зернового материала.

Декан ФМЭИТ _____ Б.Калаков

"11" 03 2025 г.
М.П.

Заведующий кафедрой
Машиностроение _____ Д. Рахимова

"11" 03 2025 г.

Научный консультант
Профессор_____ А. Курманов
ь"11" 03 2025 г.

Начальник УНиК
_____ А. Коваль
"12" _____ 2025 г.
М.П.

И.о. начальника ООП
_____ Г.Исмаилова
"12" 03 2025 г.

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж
РАБОЧАЯ УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА

НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы»
Факультет машиностроения, энергетики и информационных технологий

Утверждаю
Декан
Б. Калаков
2024 г.

Кафедра Машиностроения

РАБОЧАЯ УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА
(Syllabus)

дисциплина	Проектирование технологических машин и оборудования
образовательная программа	7М07102- Технологические машины и оборудование
всего кредитов	5

Костанай, 2024

Рабочая учебная программа составлена Курмановым А.К., д.т.н., профессором
15.05.2024г

Рассмотрена и рекомендована на заседании кафедры машиностроения от 31.05.2024 г. протокол № 5

Зав. кафедрой А. Курманов

Одобрена методическим советом Факультета машиностроения, энергетики и информационных технологий от 10. 06. 2024 г. протокол № 3

Председатель методического совета _____Д. Алиппаева

1 Описание дисциплины

Дисциплина «Проектирование технологических машин и оборудования» является профильной дисциплиной, вузовский компонент.

Дисциплина «Проектирование технологических машин и оборудования» направлена на углубленное изучение современных методов и технологий проектирования, включая цифровые инструменты и оптимизацию конструкций. Особое внимание уделяется применению CAD/CAE-систем, аддитивных технологий и цифровых двойников для создания инновационных решений. Дисциплина формирует навыки научно-исследовательской работы и проектного управления, готовя магистрантов к разработке сложных технических систем с учетом экономических, экологических и надежностных требований.

Пререквизиты:

Постреквизиты:

Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины:

Формирование у обучающихся компетенций, необходимых для проектирования технологических машин и оборудования с учетом современных требований к эффективности, надежности и экологичности.

Задачи дисциплины:

1. Изучение передовых методов и технологий проектирования технологических машин.
2. Развитие навыков использования современных CAD/CAE-систем для моделирования, анализа и оптимизации конструкций.
3. Формирование умений проводить научно-исследовательские работы, связанные с анализом и улучшением характеристик машин.
4. Развитие способности оценивать технико-экономические и экологические показатели проектируемых систем.
5. Формирование ответственного подхода к вопросам безопасности, надежности и экологичности при проектировании.

Результаты обучения:

После успешного завершения курса обучающиеся будут:

1. Знать передовые методы и технологии проектирования технологических машин, включая цифровые двойники и аддитивные технологии.
2. Уметь применять современные CAD/CAE-системы для создания сложных моделей, проведения расчетов и оптимизации конструкций.
3. Владеть навыками научно-исследовательской работы, включая анализ данных, моделирование и интерпретацию результатов.
4. Разрабатывать инновационные решения для повышения эффективности и надежности технологических машин.
5. Демонстрировать готовность к работе в междисциплинарных командах и управлению проектами в области проектирования.
6. Оценивать эффективность проектных решений с учетом экономических и экологических факторов.

Методы обучения и технологии:

- Лекции с использованием мультимедийных презентаций.
- Лабораторные работы в CAD/CAE-средах.
- Проектное обучение
- Групповые дискуссии и защита проектов.
- Технологии blendedlearning (сочетание онлайн-курсов и очных занятий).

2 Содержание дисциплины

Модуль 1 Основы проектирования технологических машин

1.Введение в проектирование

Цели и задачи проектирования технологических машин. Этапы жизненного цикла проектируемого оборудования. Требования к технологическим машинам: функциональность, надежность, экологичность. Классификация технологических машин по назначению и принципу действия. Роль стандартизации и унификации в проектировании. Современные тенденции в области проектирования машин. Анализ требований заказчика и технического задания. Примеры успешных проектов технологических машин.

2. Принципы конструирования

Основные принципы конструирования: модульность, ремонтопригодность, эргономика. Выбор материалов для изготовления деталей и узлов машин. Методы расчета прочности и жесткости конструкций. Принципы обеспечения надежности и долговечности машин. Конструирование с учетом технологичности производства. Особенности проектирования подвижных и неподвижных соединений. Стандарты и нормативы при конструировании. Примеры типовых решений в конструировании.

3. Цифровые технологии в проектировании

Понятие цифрового двойника и его применение в проектировании. Аддитивные технологии и их роль в создании прототипов машин. Использование больших данных (BigData) для анализа характеристик машин. Применение IoT (Интернета вещей) в управлении оборудованием. Виртуальное моделирование процессов работы машин. Интеграция облачных технологий в проектирование. Примеры использования цифровых технологий в промышленности. Перспективы развития цифровых инструментов в машиностроении.

4. Интеграция CAD/CAE-систем в проектирование

Обзорсовременных CAD/CAE-систем: SolidWorks, AutoCAD, ANSYS, CATIA. Создание 3D-моделей и чертежей в CAD-системах. Применение CAE-систем для анализа напряжений и деформаций. Моделирование тепловых и гидродинамических процессов. Оптимизация конструкций с использованием численных методов. Автоматизация проектирования с помощью скриптов и макросов. Интеграция CAD/CAE-систем с системами управления производством (PLM). Практические примеры применения CAD/CAE-систем в проектах.

Модуль 2 Научно-исследовательские аспекты проектирования

1. Методы исследования характеристик машин

Лабораторные методы исследования характеристик машин. Численные методы моделирования: метод конечных элементов (МКЭ). Экспериментальные исследования вибраций и шума. Анализ динамических характеристик машин. Исследование тепловых режимов работы оборудования. Методы оценки энергоэффективности машин. Использование статистических методов для анализа данных. Примеры исследований характеристик реальных машин.

2. Оптимизация конструкций машин

Цели и задачи оптимизации конструкций. Методы многокритериальной оптимизации. Оптимизация массы и габаритов машин. Улучшение прочностных характеристик конструкций. Оптимизация энергопотребления машин. Оптимизация с учетом экономических показателей.Практические примеры оптимизации конструкций.

3. Инженерные расчеты и моделирование

Расчеты на прочность и устойчивость конструкций. Моделирование кинематики и динамики механизмов. Расчеты тепловых и гидравлических процессов. Моделирование электромеханических систем. Применение программных комплексов для инженерных

расчетов. Верификация и валидация результатов моделирования. Примеры расчетов для реальных проектов. Ошибки и ограничения при моделировании.

4. Практика проектирования

Разработка технического задания на проектирование. Создание концептуальной модели машины. Разработка рабочей документации. Проведение экспертизы проектной документации. Примеры проектов технологических машин. Организация работы в проектной команде. Управление рисками при проектировании. Защита проекта перед заказчиком.

5. Технико-экономическое и экологическое обоснование проектов

Методы оценки стоимости проектирования и производства. Расчет затрат на эксплуатацию и обслуживание машин. Анализ экономической эффективности проекта. Оценка экологического воздействия оборудования. Применение стандартов ISO 14000 в проектировании. Учет требований энергоэффективности. Примеры технико-экономического обоснования. Баланс между стоимостью, качеством и экологичностью.

3 Список рекомендуемой литературы

Основная

1. Организация, планирование и управление производством. Практикум (курсовое проектирование) [Текст] : учеб.пособие для студ. вузов / ред. Н. И. Новицкий. - М. : КНОРУС, 2006. - 320 с.

2. Автоматизация производственных процессов [Текст] : учеб.пособие для вузов / Л. И. Волчкевич. - 2-е изд., стер. - М. : Машиностроение, 2007. - 380 с.

3. Основы автоматизированного проектирования [Текст] : учеб.для студ. вузов / Е. М. Кудрявцев. - 2-е изд., стер. - М. : Академия, 2013. - 304 с

4.Проектирование технологических процессов машиностроительных производств [Текст] : учеб.для студ. вузов / В. А. Тимирязев. - СПб. : Лань, 2014. - 384 с.

5. Машиностроительное производство [Текст] : учеб. / В. П. Вороненко, А. Г. Схитладзе, В. Н. Брюханов ; ред. Ю. М. Соломенцев. - М. : Высшая школа ; М. : Академия, 2001. - 304 с.

6.Основы технологии машиностроительного производства [Текст] : учеб.для студ. вузов / В. А. Тимирязев. - СПб. : Лань, 2012. - 448 с.

7. Основы автоматизированного проектирования [Текст] : учеб.для студ. сред. проф. образования / ред. А. П. Карпенко. - М. : ИНФРА-М, 2019. - 329 с.

8. Справочник по расчету надежности машин на стадии проектирования / Б. Ф. Хазов, Б. А. Дидусев. - М. : Машиностроение, 1986

9. Основы проектирования и эксплуатации технологического оборудования [Текст] : учеб.пособие в 2-ч. Ч. 1 / В. А. Зеленин, Г. Н. Савельев. - Костанай : КГУ им. А. Байтурсынова, 2004. - 73 с.

Дополнительная

1. Основы теории и конструирования автотракторных двигателей: Конструирование и расчет автомобильных и тракторных двигателей [Текст] : учеб.для вузов / М. Д. Артамонов, М. М. Морин, Г. А. Скворцов. - М. : Высшая школа, 1978.

2. Автоматические линии в машиностроении [Текст] : справочник. В 3-х т. Т. 1. Этапы проектирования и расчет / ред. Л. И. Волчкевич. - М. : Машиностроение, 1984. - 312 с.

3. Основы проектирования автомобилей [Текст] : учеб.пособие / А. Н. Островцев. - М. : Машиностроение, 1968. - 204 с.

4. Конструирование рациональных механизмов: для спец. / Л. Н. Решетов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Машиностроение, 1972. - 256 с

5. Прочность и износостойкость деталей машин [Текст] : учеб.пособие для студ. вузов / В. П. Когаев, Ю. Н. Дроздов. - М. :Высш. шк., 1991. - 319 с

6. Автоматизированное управление технологическими процессами [Текст] : учеб.пособие для вузов / ред. В. Б. Яковлев. - Л. : Изд-во Ленинградского ун-та, 1988

Приложение к рабочей учебной программе (Syllabus)
Программа дисциплины для обучающихся
на 2023-2024 учебный год
Проектирование технологических машин и оборудования

1. Общая информация							
Институт			Факультет машиностроения, энергетики и информационных технологий				
Образовательная программа			7М07102-Технологические машины и оборудование				
Курс	1	Семестр	1	Форма обучения	очная	Программа обучения	Основная
Цикл дисциплины			ПД	Компонент		Вузовский	
Руководитель программы			Курманов А.К.				
Преподаватель			Курманов А.К.				
Время консультаций (СРОП)			1-я неделя	2-я неделя		3-я неделя	
			Вт 14.00-15.00	Вт 14.00-15.00		Вт 14.00-15.00	

2 Пререквизиты и постреквизиты	
Пререквизиты	-
Постреквизиты	-

3 Цель и задачи дисциплины	
Цель	Формирование у обучающихся компетенций, необходимых для проектирования технологических машин и оборудования с учетом современных требований к эффективности, надежности и экологичности
Задачи	-Изучение передовых методов и технологий проектирования технологических машин. -Развитие навыков использования современных CAD/CAE-систем для моделирования, анализа и оптимизации конструкций. -Формирование умений проводить научно-исследовательские работы, связанные с анализом и улучшением характеристик машин. -Развитие способности оценивать технико-экономические и экологические показатели проектируемых систем. -Формирование ответственного подхода к вопросам безопасности, надежности и экологичности при проектировании.

4 Результаты обучения:

После успешного завершения курса обучающиеся будут:
-Знать передовые методы и технологии проектирования технологических машин, включая цифровые двойники и аддитивные технологии.
-Уметь применять современные CAD/CAE-системы для создания сложных моделей, проведения расчетов и оптимизации конструкций.
-Владеть навыками научно-исследовательской работы, включая анализ данных, моделирование и интерпретацию результатов.
-Разрабатывать инновационные решения для повышения эффективности и надежности технологических машин.
-Демонстрировать готовность к работе в междисциплинарных командах и управлению проектами в области проектирования.
-Оценивать эффективность проектных решений с учетом экономических и экологических факторов.

5Методы обучения и технологии

Лекции с использованием мультимедийных презентаций.Лабораторные работы в CAD/CAE-средах.Проектное обучениеГрупповые дискуссии и защита проектов.Технологии blendedlearning (сочетание онлайн-курсов и очных занятий).

6 Распределение академических часов

Всего	Лек.	Практ.	Лаб./Студ.	СРОП	СРО	Подг. к экз.	Форма контроля
5кредитов, 150 часов	15	30		5	85	15	Экзамен,

7 Список рекомендуемой литературы

Основная	1. Организация, планирование и управление производством. Практикум (курсовое проектирование) [Текст] : учеб.пособие для студ. вузов / ред. Н. И. Новицкий. - М. : КНОРУС, 2006. - 320 с. 2. Автоматизация производственных процессов [Текст] : учеб.пособие для вузов / Л. И. Волчкевич. - 2-е изд., стер. - М. : Машиностроение, 2007. - 380 с. 3. Основы автоматизированного проектирования [Текст] : учеб.для студ. вузов / Е. М. Кудрявцев. - 2-е изд., стер. - М. : Академия, 2013. - 304 с 4. Проектирование технологических процессов машиностроительных производств [Текст] : учеб.для студ. вузов / В. А. Тимирязев. - СПб. : Лань, 2014. - 384 с. 5. Машиностроительное производство [Текст] : учеб. / В. П. Вороненко, А. Г. Схитладзе, В. Н. Брюханов ; ред. Ю. М. Соломенцев. - М. : Высшая школа ; М. : Академия, 2001. - 304 с. 6.Основы технологии машиностроительного производства [Текст] : учеб.для студ. вузов / В. А. Тимирязев. - СПб. : Лань, 2012. - 448 с. 7. Основы автоматизированного проектирования [Текст] : учеб.для студ. сред. проф. образования / ред. А. П. Карпенко. - М. : ИНФРА-М, 2019. - 329 с. 8. Справочник по расчету надежности машин на стадии проектирования / Б. Ф. Хазов, Б. А. Дидусев. - М. : Машиностроение, 1986 9. Основы проектирования и эксплуатации технологического оборудования [Текст] : учеб.пособие в 2-ч. Ч. 1 / В. А. Зеленин, Г. Н. Савельев. - Костанай : КГУ им. А. Байтурсынова, 2004. - 73 с.
Дополнительная	1. Основы теории и конструирования автотракторных двигателей: Конструирование и расчет автомобильных и тракторных двигателей [Текст] : учеб.для вузов / М. Д. Артамонов, М. М. Морин, Г. А. Скворцов. - М. : Высшая школа, 1978. 2. Автоматические линии в машиностроении [Текст] : справочник. В 3-х т. Т. 1. Этапы проектирования и расчет / ред. Л. И. Волчкевич. - М. : Машиностроение, 1984. - 312 с. 3. Основы проектирования автомобилей [Текст] : учеб.пособие / А. Н. Островцев. - М. : Машиностроение, 1968. - 204 с. 4. Конструирование рациональных механизмов: для спец. / Л. Н. Решетов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Машиностроение, 1972. - 256 с

8 Календарно-тематический план

№ недели	Модуль	Тема лекций	Часы	Темы практических (семинарских занятий) занятий	Часы
1	Модуль 1	Введение в проектирование		Анализ требований заказчика и составление ТЗ	
2		Этапы жизненного цикла проектируемого оборудования			
3		Принципы конструирования		Проведение расчетов прочности в CAE-системах	
4		Выбор материалов для изготовления деталей	1		
5		Цифровые технологии в проектировании	1	Разработка узлов с использованием стандартных элементов	
6		Интеграция CAD/CAE-систем в проектирование	1		
7		Методы расчета прочности и жесткости конструкций	1	Моделирование тепловых процессов	
8		Стандартизация и унификация в проектировании			
9		Методы исследования характеристик машин	1	Расчет кинематики и динамики механизмов	
10	Модуль 2	Численные методы моделирования (МКЭ)	1		
11		Оптимизация конструкций машин	1	Разработка плана оптимизации конструкции	
12		Инженерные расчеты и моделирование	1	Составление технической документации	
13		Практика проектирования	1		
14		Технико-экономическое обоснование проектов	1	Оценка экономической эффективности проекта	
15		Экологические аспекты проектирования			
		Итого часов	**15**		

9 График выполнения и сдачи заданий по дисциплине

Виды контроля	Форма контроля	Баллы	Недели														
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
ТК	Подготовка к лекционным занятиям	100	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	Выполнение практических работ			*		*		*		*		*	*		*		*
	Выполнение самостоятельных работ	100				*				*				*			
РК	Рубежный контроль	100								*							*
		100															
ИК	Экзамен	100															

Примечание.
Все учебные достижения обучающегося оцениваются по 100 балльной шкале за каждое выполненное задание (ответ на занятиях, сдача домашнего задания, выполнение контрольной работы и др.), окончательный итог по аттестации подводится расчетом среднеарифметической суммы всех оценок по видам работы.

Оценка по букв. системе	A	A-	B+	B	B-	C+	C	C-	D+	D-	FX	F
%-ное содержание	95-100	90-94	85-89	80-84	75-79	70-74	65-69	60-64	55-59	50-54	25-49	0-24
Оценка по традиц. системе	Отлично		Хорошо				Удовл.				Неудовл.	

Обучающийся, набравший по итогам семестра не менее 50% максимального семестрового рейтинга, допускается к сдаче экзамена. Для получения положительной оценки необходимо на экзамене набрать не менее 50% максимального итогового рейтинга.

10 Критерии оценивания

№	Форма контроля	Критерии оценивания	Шкала оценивания
1	Практическая работа	Наличие не менее 90% отчетов (вписьменном или электронном виде) по практическим работам. Полные и правильные ответы на вопросы преподавателя и других обучающихся, владение специальной терминологией, студент способен обобщать материал, делать собственные выводы, приводить примеры, выражать свое мнение	90-100
		Наличие не менее 70% отчетов по практическим заданиям в письменном или электронном виде). Во время аудиторной работы обучающийся дает правильные, но неполные ответы, испытывает затруднения в подборе примеров, обобщающее мнение студента недостаточно четко выражено.	70-89
		Наличие не менее 50% отчетов (в письменном или электронном виде). Обучающийся дает частично правильные ответы, не дает иллюстрирующих примеров, не способен сформировать собственное мнение по исследуемому вопросу, допускает ошибки в деталях или не дает детализированный ответ	50-69
		Отсутствие отчетов о практических работах либо их низкое качество	0-49
2			

10.1 Критерии оценивания

№	Видучебнойдеятельности	Критерии оценивания	Шкала оценивания
1	Практическая работа	**Оценка процесса выполнения:** полное понимание проблемы, умение систематизировать, структурировать и аргументировать материал, обосновывать свою точку зрения. Самостоятельность поиска, обобщения и оценки информации, полученной на основе исследования стандартной/нестандартной ситуации; использования сведений из различных источников, успешно соотнося их с предложенной или нестандартной ситуацией. Использование положений теоретических концепций для интерпретации и объяснения социальных ситуаций и процессов, применение сведений из различных источников для успешного исследования и поиска решений в нестандартных и предложенных преподавателем практико-ориентированных ситуациях.	40
		Оценка полученного результата: конкретность и ясность формулировки целей и задач работы, глубина/полнота/обоснованность раскрытия проблемы и ее решений; соответствие содержания выводов заявленным целям: наличие элементов новизны теоретического или практического характера; практическая значимость, оформление работы.	60
2	Лабораторная работа	**Оценка процесса выполнения:** Задание по работе выполнено в полном объеме. Студент точно ответил на контрольные вопросы, свободно ориентируется в излагаемом материале, может его модифицировать при изменении условия задачи.	40

		оценка полученного результата: конкретность и ясность формулировки целей и задач работы, глубина/полнота/обоснованность раскрытия проблемы и ее решений; соответствие содержания выводов заявленным целям: наличие элементов новизны теоретического или практического характера; практическая значимость. Отчет выполнен аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями.	60
3	Лекционная работа (подготовка к лекциям, работа на лекциях)	**Оценка работы на лекции:** Оптимальный объем текста (не менее 1/3 оригинала):	20
		Оценка проработки информации: Логическое построение и связность текста (полнота/глубина изложения материала, наличие ключевых положений, мыслей). Визуализация информации как результат ее обработки (таблицы, схемы, рисунки). Оформление (аккуратность, соблюдение структуры оригинала)	50
		Оценка подготовки к лекции: Ведение дискуссий	30
4	Самостоятельная работа	**Оценка процесса выполнения отчета:** самостоятельность, активность интеллектуальной деятельности, творческий подход к выполнению поставленных задач, умение работать с информацией.умение работать в команде	20
		Оценка полученного результата: конкретность и ясность формулировки целей и задач отчета, их соответствие теме, обоснованность выбора источников, глубина/полнота/обоснованность раскрытия проблемы и ее решений; соответствие содержания выводов заявленным целям: наличие элементов новизны теоретического или практического характера; практическая значимость, оформление работы.	50
		Оценки выступления на защите отчета соответствие выступления заявленной теме, структурированность, логичность, доступность, уровень владения исследуемой темой, владение терминологией, ориентация в материале, понимание закономерностей и взаимосвязей, аргументированность, четкость, полнота ответов на вопросы: культура выступления (свободное выступление, чтение с листа, стиль подачи материала.	30
5	Расчетно - графическая работа	**Соответствие содержания требованиям задания** Расчеты выполнены в полном объеме, предусмотренном заданием. Присутствуют все необходимые формулы и расчеты для определения параметров прокатного процесса. Результаты соответствуют техническим условиям и требованиям задания.	10
		Корректность расчетов Расчеты выполнены правильно, с учетом физических и механических характеристик материалов.Все значения даны с правильной размерностью и в соответствии с заданием.	50
		Обоснование и анализ полученных результатов Выбор расчетных методов и подходов аргументирован и логичен.Обосновано использование параметров прокатки (скорость, температура, степень обжатия и т. д.).Проведен анализ влияния параметров процесса на качество продукции.Сделаны выводы по оптимизации прокатного процесса.	20
		Оформление работы Работа структурирована: есть титульный лист, оглавление, введение, основная часть, выводы и список использованной литературы.Присутствует пояснительная записка с расчетами, графиками и таблицами.Логичное и последовательное изложение материала.	10

		Защита работы Автор работы демонстрирует глубокое понимание темы при защите.Уверенно отвечает на вопросы преподавателя.	10
6	Проект групповой	**Качество выполнения проекта** Представлены конкретные решения, которые могут быть применены на практике. Учет современных технологий и тенденций в прокатном производстве.	10
		Графическая и расчетная части Все расчеты выполнены корректно, представлены в логичной последовательности. Используются обоснованные методики расчета.	30
		Оформление проекта Проект структурирован (титульный лист, содержание, введение, основная часть, заключение, список литературы). Соответствие ГОСТ (шрифты, размеры, поля, оформление таблиц и рисунков).Графические элементы способствуют пониманию проекта.	10
		Защита проекта Четкость и последовательность изложения ключевых моментов проекта.Применение визуальных материалов (слайды, графики, таблицы).Умение отвечать на вопросы аудитории.	40
		Командная работа Организация работы внутри группы (распределение обязанностей, совместное обсуждение решений). Учет мнений и идей каждого участника. Группа соблюдала сроки выполнения промежуточных этапов.	10
7	Проект	**Качество выполнения проекта** Проект полностью соответствует заявленной теме и включает все необходимые разделы. Описаны технологические процессы, оборудование, параметры прокатки. Учтены современные технологии, материалы и инновационные подходы.	10
		Расчетная часть Все расчеты выполнены правильно, с учетом актуальных методик. Указаны исходные данные, формулы и результаты расчетов.Обоснован выбор технологических параметров (температура, скорость прокатки, степень обжатия и т. д.). Проведен анализ влияния параметров на качество продукции.	50
		Оформление проекта Проект выполнен в соответствии с ГОСТ. Присутствует титульный лист, содержание, список литературы.	10
		Защита проекта Участник/группа четко излагают суть проекта. Демонстрируют понимание всех этапов выполнения.Уверенные и обоснованные ответы на вопросы преподавателя.	30
8	Анализ видеоматериалов	**Полнота и точность анализа** Полное и последовательное изложение ключевых моментов видеоматериала. Указание процессов, оборудования и методов, продемонстрированных в видео.Учет теоретических аспектов прокатного производства. Привязка материала к изучаемым темам (например, процессы горячей и холодной прокатки, роль параметров в качестве продукции).	60
		Глубина интерпретации Использование научных и технических терминов для объяснения. Анализ причинно-следственных связей (например, как температура влияет на качество прокатки).	10
		Выводы и рекомендации Резюмирование результатов анализа. Оценка значимости увиденного для практического	20

		применения.	
		Оформление анализа Анализ представлен в виде отчета с четкой структурой: введение, описание, интерпретация, выводы.Использован научный стиль.	10
9	Анализ статей	**Полнота и точность анализа** Основные идеи, гипотезы, методы и результаты статьи описаны подробно и точно.	60
		Глубина интерпретации Применены корректные научные и технические термины для объяснения идей статьи.	20
		Оформление анализа Отчет имеет четкую структуру: введение, описание, интерпретация, выводы.	20
10	Рубежный контроль	**Решение теста в Moodle**	Оценка автоматически выставляется системой.
		Выявление технических ошибок в тесте	5