

На правах рукописи

Муродов Ориф Жумаевич



**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ
СЕПАРАЦИОННО–ОЧИСТИТЕЛЬНОЙ ЗОНЫ ПОТОЧНОЙ ЛИНИИ
ПЕРЕРАБОТКИ ХЛОПКА-СЫРЦА**

Специальность 2.6.16. Технология производства изделий текстильной и легкой промышленности

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание учёной степени доктора технических наук

Кострома – 2023

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Костромской государственный университет».

Научный консультант:

доктор технических наук, профессор

Рудовский Павел Николаевич

Официальные оппоненты:

Севостьянов

Петр Алексеевич

доктор технических наук, профессор, профессор кафедры автоматизированных систем обработки информации и управления, ФГБОУ ВО «Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)», г. Москва;

Трещалин

Михаил Юрьевич

доктор технических наук, профессор, заместитель декана по научной работе и развитию факультета искусств, ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», г. Москва;

Азанова

Альбина Альбертовна

доктор технических наук, доцент, профессор кафедры материалов и технологий легкой промышленности, ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», г. Казань.

Ведущая организация:

ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет», г. Иваново.

Защита состоится 11 мая 2023 г. в 10-00 часов на заседании диссертационного совета 24.2.317.01 при ФГБОУ ВО «Костромской государственный университет», по адресу 156005, г. Кострома, ул. Дзержинского, 17, ауд. 331.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте ФГБОУ ВО «Костромской государственный университет»: <https://ksu.edu.ru/nauchnaya-deyatelnost>

Текст автореферата размещен на сайте ВАК России: <http://vak3.ed.gov.ru>

Автореферат разослан « ____ » _____ 2023 г.

Ученый секретарь

диссертационного совета 24.2.317.01

доктор технических наук, доцент

Чагина Любовь Леонидовна

Актуальность темы диссертации. В настоящее время среди натуральных волокон хлопковое является основным сырьем, используемых в текстильной и легкой промышленности. Согласно статистике International Cotton Advisory Committee (ICAC) Международного консультативного комитета «ведущими экспортерами хлопкового волокна в мире являются Индия, США, Бразилия, Австралия и Узбекистан, а основными импортирующими странами являются Китай, Турция, Вьетнам, Бангладеш и Индонезия». При этом в этих странах уделяется большое внимание дальнейшему развитию перерабатывающей промышленности с использованием передовых технологий, высокоэффективных машин и механизмов, позволяющих снижать себестоимость и повышать качество выпускаемой продукции. Поэтому актуальным является решение важной задачи получения качественного хлопкового волокна путем создания высокоэффективных, ресурсосберегающих конструкций машин.

Для интенсификации использования современной техники и технологий, при переработке большого объема засоренного хлопка проводятся комплексные теоретико-экспериментальные научные исследования по совершенствованию технологии, созданию нового поколения технологических машин, созданию современных компьютеризированных методов расчета рабочих параметров, нагруженности, определению режимов работы, обеспечивающих увеличение очистительного эффекта. Вместе с этим, особенно важными задачами для отрасли являются разработка высокоэффективной техники и технологий, позволяющих оптимизировать переработку хлопка, с целью максимального сохранения природных свойств волокна.

В Республике Узбекистан проводятся широкомасштабные мероприятия по модернизации техники и технологий для производств переработки хлопка, особенно для кластерных систем. В Стратегии Развития Республики Узбекистан на 2017-2021 годы, отмечаются задачи, в частности «... снижение ресурсо- и энергозатрат в экономике, широкое внедрение в производство технологий, обеспечивающих энергосбережение» [2]. Выполнение этих задач, в частности, разработка эффективных, ресурсосберегающих технологий и конструкций сепараторов, очистителей хлопка-сырца с рациональной компоновкой рабочих органов, с учетом непрерывности и совместимости технологий отделения хлопка от воздуха с последующей очисткой хлопка, позволяющих получать хлопковое волокно высокого качества является актуальным.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных Указом Президента Республики Узбекистан №ПУ-4947 от 7 февраля 2017 года «О стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан», Постановлениями Президента Республики Узбекистан №ПП-2687 от 21 декабря 2016 года «О программе мер по дальнейшему развитию текстильной и швейно-трикотажной промышленности на 2017-2019 годы», №ПП-2692 от 22 декабря 2016 года «О дополнительных мерах по ускоренному обновлению физически

изношенного и морально устаревшего оборудования, а также сокращению производственных затрат предприятий отраслей промышленности», и с другими нормативно-правовыми документами, принятыми в данной сфере. В связи с этим тема настоящего диссертационного исследования является востребованной и актуальной.

Комплексные теоретико-экспериментальные научные исследования, направленные на создание новых и усовершенствование существующих техники и технологии очистки хлопка средневолокнистых сортов в хлопкоочистительной промышленности, проводятся в ведущих научных центрах и высших образовательных учреждениях мира.

Степень изученности проблемы. Основной проблемой в технологии переработки хлопка-сырца является низкий очистительный эффект оборудования и повреждение волокна и семян при переработке, что ведет к снижению качества текстильной продукции. Решению этой проблемы посвящены работы ряда зарубежных ученых, таких как Н.Н. Schommer, N.I. Kolchin, W. Pampel, G. Veit, F. Reiner, J.Pfeifer, C.O. Jonkers, A.M. Martinenko, L. Gladinewiez, P. Pfeiger, P. Bernard, и др. Анализ результатов их исследований показывает, что они в основном посвящены технологии очистки хлопка-сырца. Однако в исследованиях по обоснованию технологических режимов фактически не учитываются упруго-диссипативные свойства хлопка и рабочих органов, а также технологические нагрузки от очищаемого хлопка, а также их влияние на очистительный эффект. Недостаточно исследован вопрос влияния вибрации рабочих органов сепараторов и очистителей хлопка на повреждаемость семян и волокна хлопка.

Научные исследования по созданию новых и совершенствованию существующих и технологий сепарации, очистки хлопка от сорных примесей, обоснованию оптимальных параметров и режимов движения основных их рабочих органов проводили отечественные ученые Г.И. Мирошниченко, Р.З. Бурнашев, Г.Д. Джаббаров, С.Д. Балтабаев, Р.В. Корбельников, А.Р. Корбельников, А. Расулов, А. Джураев, А.Ф. Плеханов, Г.А. Хосровян, Э.Т. Максудов, А.Е. Лугачев, Х.Т. Ахмадходжаев, Р.М. Муродов, Р.Х. Максудов, М.Т. Ходжиев, А.П. Парпиев, А.К. Усманкулов, Ш.Ш. Хакимов, С.З. Юнусов, Д.М. Мухаммадиев, Х.К. Рахмонов, И.Д. Мадумаров, А.Ф. Бобоматов, О. Саримсаков, Р.Ш. Сулаймонов и др. Ими разработаны научные основы технологии первичной обработки хлопка, предложены рациональные конструкции рабочих органов машин и методики их расчета. Однако при этом остается мало изученным вопрос влияния виброактивности рабочих органов сепараторов и очистителей хлопка на перерабатываемое сырье и технологические режимы его переработки.

В связи с этим проведение научных исследований по обоснованию и созданию новых высокоэффективных рабочих органов для сепарации и очистки хлопка-сырца, обоснование технологических режимов их использования на основе глубоких динамических исследований имеет высокое значение для отрасли.

Целью исследования является обоснование и разработка эффективной совмещенной технологии сепарации и очистки хлопка–сырца, использующей виброактивность системы «хлопок-сырец – рабочие органы машин» для создания рациональных режимов переработки хлопка, обеспечивающих сохранение его природных свойств.

Для достижения поставленной цели решены следующие основные задачи:

- Проведен анализ существующих технологий переработки хлопка-сырца, особенностей работы отдельных рабочих органов для выявления резерва повышения очистительного эффекта по мелкому и крупному сору, а также снижения повреждаемости волокна и семян.
- Разработаны эффективные рабочие органы и элементы сепаратора хлопка, обеспечивающих снижение дробления семян и потери волокна.
- Проведен теоретический анализ взаимодействия рабочих органов сепаратора хлопка с потоком летучек и слоем хлопка на перфорированной стенке отделительной камеры, для выявления рациональных режимов работы сепаратора.
- Апробированы в условиях производства предложенные рабочие органы и технологические режимы сепарации хлопка.
- Разработаны эффективные рабочие органы и элементы очистителя хлопка от мелкого сора, обеспечивающие повышение очистительного эффекта.
- Проведен теоретический анализ взаимодействия предложенных рабочих органов очистителя мелкого сора с перерабатываемым хлопком, позволивший выработать рекомендации по выбору рациональных технологических режимов очистки хлопка от мелкого сора.
- Апробированы в условиях производства предложенные рабочие органы и технологические режимы очистителя мелкого сора.
- Разработаны эффективные рабочие органы и элементы очистителя хлопка от крупного сора, обеспечивающие повышение очистительного эффекта и снижение повреждаемости семян.
- Проведен теоретический анализ взаимодействия композитных колосников на упругих опорах с перерабатываемым слоем хлопка-сырца, позволивший выработать рекомендации по выбору рациональных технологических режимов очистки хлопка от крупного сора.
- Проведена промышленная апробация предложенных рабочих органов и технологических режимов очистителей хлопка от крупного сора
- Проведены сравнительные производственные испытания опытного и серийного образцов сепарационно-очистительного агрегата.

Методы исследования. В теоретических исследованиях использованы методы дифференциального и интегрального исчислений, теории колебаний

и аэродинамики, численные математические методы и конечно-элементное моделирование.

Экспериментальные исследования технологических характеристик оборудования и качества продукции проводились с использованием стандартных методик. Для контроля кинематических параметров рабочих органов использовались методы тензометрии и системы сбора данных. Обработка результатов экспериментов проводилась с использованием методов математической статистики с использованием Microsoft Excel и Mathcad.

Достоверность результатов исследования подтверждается адекватностью полученных математических моделей, достаточной для практического применения точностью совпадения результатов теоретических и экспериментальных исследований, корректным применением стандартных методов и средств, а также результатами внедрения предложенной технологии в сепарационно-очистительном агрегате на производстве.

Внедрение результатов исследования. Модернизированный по результатам диссертационного исследования сепарационно-очистительный агрегат внедрен на хлопкоочистительных заводах «Карасувский» и «Пискентский» Ташкентской области, «Каганский» и «Пешкувский» Бухарской области, «Шерабадский» Сурхандарьинской области, «Челакский» Самаркандской области Республики Узбекистан.

Научная новизна исследований заключается в создании новой технологии сепарации и очистки хлопка-сырца, активно использующей виброактивность рабочих органов под действием технологической нагрузки, позволяющей существенно повысить очистительный эффект и сократить потери волокна при переработке. В работе впервые:

- предложено совмещение и обеспечение непрерывности технологий отделения хлопка сырца от воздуха и его очистки. Разработана конструктивно-технологическая схема сепарационно-очистительного агрегата поточной линии очистки хлопка-сырца. Новые эффективные схемы рабочих органов и элементов сепаратора, и очистителя хлопка;
- получена формула для определения перемещения и скорости движения частицы хлопка на криволинейной поверхности составного направлятеля сепаратора, обоснованы параметры направлятеля;
- определены закономерности движения летучки хлопка с учетом направлятеля потока на входе в сепаратор, получены траектории и скорости движения летучки хлопка в зависимости от изменения угла наклона направлятеля;
- определены закономерности движения слоя хлопка на поверхности сетки сепаратора, получены формулы для расчета радиуса расположения частиц хлопка на поверхности сетки, а также силы сдвига слоя хлопка с учетом формы отверстий в сетках сепаратора;
- получены формулы для определения амплитуды и частоты собственных и вынужденных колебаний композитных колосников на

упругой опоре с нелинейной восстанавливающей силой. Обоснованы параметры упругих опор, обеспечивающие повышение очистительного эффекта. Показано, что влияние случайной составляющей вынуждающей силы со стороны перерабатываемого хлопка-сырца не превышает (8,0 – 10)%.

- получены формулы для определения параметров отклонения летучки хлопка закрепленной на пильчатом барабане при переменной частоте его вращения. Установлено влияние этого отклонения на процесс очистки хлопка от крупного сора.

Практическая значимость и реализация результатов работы.

В результате проведенных исследований предложены и внедрены на производстве

- непрерывная технология сепарации и очистки хлопка сырца; модернизированный сепаратор, обеспечивающий снижение потерь волокна от 33 до 39% в зависимости от сорта хлопка, а также механического повреждения семян в 1,5 раза за счет чего достигается экономический эффект в размере 490 350,26 тыс. сум.;
- рекомендации по требуемой степени разрыхления хлопка при подаче в очиститель мелкого сора, а также по выбору параметров многогранной сетки очистителя хлопка от мелкого сора для повышения очистительного эффекта до 89,9%, что позволило получить годовой экономический эффект по одному хлопкозаводу 52466 тысяч сумов.
- колосниковая решетка с композитными колосниками на упругих опорах, обеспечивающая повышение очистительного эффекта по крупному сору на (12÷14) % за счет использования виброактивности колосников под действием возбуждения со стороны обрабатываемого хлопка при одновременном снижении повреждаемости семян на (0,75÷0,82) %;

Сепарационно – очистительный агрегат с предложенными в ходе диссертационного исследования рабочими органами и рекомендуемыми технологическими режимами внедрён и позволяет получить годовой экономической эффект по одному хлопкозаводу 656937,76 тысяч сумов.

Апробация работы. Основные положения диссертационной работы доложены, обсуждены и получили положительную оценку на: Международной научной конференции «МИП: Инжиниринг-2020-Модернизация, инновации, прогресс: передовые технологии в материаловедении, машиностроении и автоматике» 16-18 апреля 2020 г. в Красноярске, Россия; Международной молодёжной научной конференции, «Будущее науки – 2021» (МЛ-52). 21-22 апреля 2021 года. Механико-технологический факультет Юго-Западного государственного университета Совет молодых учёных и специалистов Курской области; Международной научно-практической конференции «Проблемы социально-экономической трансформации менеджмента в эпоху цифровизации: человеческий потенциал для устойчивого развития» (PSETM-2021) г. Ростов-на-Дону, 25-

мая 2021 г; Республиканской научно-практической конференции "Роль и задачи разработки систем автоматизации технологических процессов" в Ферганском политехническом институте министерства высшего и среднего специального образования Республики Узбекистан 22-23 октября 2021 г; Республиканской научно-практической конференции «Анализ и решения проблем текстильной промышленности Узбекистана» 23-24 ноября, 2021 год Андижан, на заседании Костромского филиала Всероссийского семинара РАН РФ по теории машин и механизмов им. И.И. Артоболевского, секция текстильного машиноведения от 22 сентября 2021 года; на заседании научного семинара ФГБОУ «Ивановский государственный политехнический университет» ИВГПУ №1 от 3 марта 2022 года, на расширенном заседании кафедры текстильных технологий Московского государственного университета имени А.Н. Косыгина от 22 марта 2022 года.

Личный вклад автора состоит в постановке цели и формулировании задач, обосновании программы исследования, разработке теоретических положений, участии в проведении научных экспериментальных исследованиях, анализе и обобщении полученных результатов, в обработке и интерпретации экспериментальных данных, составлении общих выводов по работе. При личном участии автора проведена апробация результатов исследований и подготовка основных публикаций по выполненной работе.

Содержание диссертации соответствует:

п. 3 Технологии волокон, нитей, материалов и изделий текстильной и легкой промышленности,

п. 6 Разработка малоотходных, энергосберегающих, экологичных технологий производства и первичной обработки текстильных материалов и сырья,

п.10 Развитие теоретических основ проектирования и технологий переработки волокон, производства нитей, материалов и изделий текстильной и легкой промышленности,

паспорта специальности 2.6.16. Технология производства изделий текстильной и легкой промышленности

Публикации. По материалам диссертации опубликовано 54 научных работы, в том числе статьи в журналах, проиндексированных в базе SCOPUS 8, журналах из перечня ВАК РФ 8, одна монография, один патент РФ на изобретение и один патент РФ на полезную модель.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа включает введение, шесть глав, общие выводы и рекомендации, список используемой литературы, приложения. Работа изложена на 344 страницах машинописного текста, включая 137 рисунков, 30 таблиц, список используемой литературы из 175 наименований и приложения на 54 страницах.

Основное содержание работы

Во введении обоснована актуальность темы диссертационной работы, сформулированы цели и задачи исследований, отмечены научная новизна, практическая значимость результатов работы и ее апробация.

В первой главе проведён анализ работ, посвящённых совершенствованию техники и технологии сепарации и очистки хлопка сырца. Отмечается, что процессы происходящие на этапе сепарации и очистки во многом определяют качество волокна и семян, которые получают в результате первичной обработки хлопка. Существенный вклад в создание основ технологии первичной обработки хлопка и ее совершенствование внесли ученые советской научной школы, такие как Г.И. Мирошниченко, Р.З. Бурнашев, Г.Д. Джаббаров, С.Д. Балтабаев, Р.В. Корбельников, А.Е. Лугачев и их продолжатели, работающие в Республике Узбекистан, где сформировались новые научные школы, которые представляют А. Расулов, А. Джураев, Э.Т. Максудов, Х.Т. Ахмадходжаев, Р.М. Муродов, Р.Х. Максудов, М.Т. Ходжиев, А.П. Парпиев, А.К. Усманкулов, Ш.Ш. Хакимов, С.З. Юнусов, Д.М. Мухаммадиев, Х.К. Рахмонов, И.Д. Мадумаров, А.Х. Бобоматов, О. Саримсаков, Р.Ш. Сулаймонов и др. Несомненным является также вклад в развитие технологии первичной обработки хлопка зарубежных ученых таких как Н.Н. Schommer, N.I. Kolchin, W.Pampel, G.Veit, F. Reiner, J.Pfeifer, C.O. Jonkers, A.M. Martinenko, L. Gladinewicz, P. Pfeieger, P. Bernard, и др. Анализ результатов их исследований показывает, что они в основном посвящены технологии очистки хлопка-сырца. Однако в исследованиях по обоснованию технологических режимов фактически не учитываются упруго-диссипативные свойства хлопка и рабочих органов, а также технологические нагрузки от очищаемого хлопка, а также их влияние на очистительный эффект. Недостаточно исследован вопрос влияния вибрации рабочих органов сепараторов и очистителей хлопка на повреждаемость семян и волокна хлопка.

Также изучен опыт и оборудование используемое для сепарации и очистки хлопка, выпускаемое ведущими мировыми производителями: «Platt Lummus», «Continental Jin Company», «Consolidated Cotton Gin Co.», «Continental Eagle Corporation» (США), «Lummus Company», «Hardwicke Etter Company», «Moss-Gorden Continental», «Continental Murray», «Cotton research and development corporation» (Австралия), «Shandong Swan Cotton Industries Limited», «Handan Golden Lion», «Cotton Research Institute of Nanjing Agricultural University», «National Research Center for cotton processing engineering and technology», «China Cotton Industries Limited» (Китай).

В результате анализа работ установлено, что основной проблемой в технологии переработки хлопка-сырца является низкий очистительный эффект оборудования и повреждение волокна и семян при переработке, что ведет к снижению качества текстильной продукции. Выявлены причины возникновения указанных проблем. Так высокая повреждаемость семян в сепараторе хлопка возникает из-за отсутствия управления потоком хлопково-воздушной смеси на входе в отделительную камеру сепаратора, а

повреждаемость волокон и их преждевременное отделение от семян связано с несовершенством процесса съема слоя волокна с перфорированной стенки сепаратора.

Анализ технологии очистки хлопка от мелких и крупных примесей показал, что резервом для повышения очистительного эффекта является повышение виброактивности рабочих органов, непосредственно контактирующих с хлопком-сырцом.

Проведенный в первой главе анализ позволил конкретизировать задачи, решаемые в рамках настоящей диссертации.

Во второй главе обосновываются технические решения, позволяющие повысить эффективность технологических процессов сепарации и очистки хлопка-сырца.

Основным недостатком технологических процессов, происходящих в сепарационно-очистительной секции является: неравномерность распределения хлопка-сырца, как по ходу движения, так и по ширине рабочих органов, низкий очистительный эффект при очистке от крупного и мелкого сора, не совмещенность работы сепаратора с очистителями хлопка по производительности. Для обеспечения совмещенности технологических процессов сепарации и очистки хлопка-сырца предложена поточная линия, технологическая схема которой показана на рис.1. Она состоит из сепаратора и очистителя хлопка. Сепаратор хлопка-сырца состоит из отделительной камеры 2, на торцах которой смонтированы сетчатые поверхности 3, имеющие сферическую форму с радиусом R . Прилегающие к сетчатым поверхностям 3 скребки 5 с упругими лопастями имеют форму дуги окружности того же радиуса. В центре камеры 2 имеется входной патрубок 1, по бокам выходные патрубки 6. Под камерой 2 установлен вакуум-клапан 7. Под сепаратором установлена шахта 8 с питающими валиками 9.

Очиститель хлопка включает зону очистки от мелкого сора 10 и зону очистки от крупного сора 11 установленные в корпусе 12. В зоне очистки от мелкого сора 10 установлены колковые барабаны 13 и под ними сетчатая поверхность 14 и сороотвод 15 для мелкого сора. Зона очистки от крупного сора 11 включает щеточные барабаны 16, пыльчатые барабаны 17, колосниковую решетку 18 под ними, щеточный съемный барабан 19, а внизу винтовой конвейер 20 для отвода крупного сора.

Сепарационно - очистительная секция очистительного цеха работает следующим образом. Хлопок-сырец в сепаратор поступает через входной патрубок 1. С помощью верхнего и нижнего направителей 4 с криволинейной рабочей поверхностью хлопок-сырец и воздух направляются в зону усиленного витания хлопка-сырца, то есть в центральный участок сетчатой поверхности 3. При этом значительно минимизируются механические воздействия на хлопок. Направитель 4 обеспечивают непрерывное и равномерное распределение хлопка и отделение от него воздуха. При этом воздух пневмосистемой отсасывается через сетчатые поверхности 3 и из выходного патрубка 6 выносятся за пределы сепаратора.

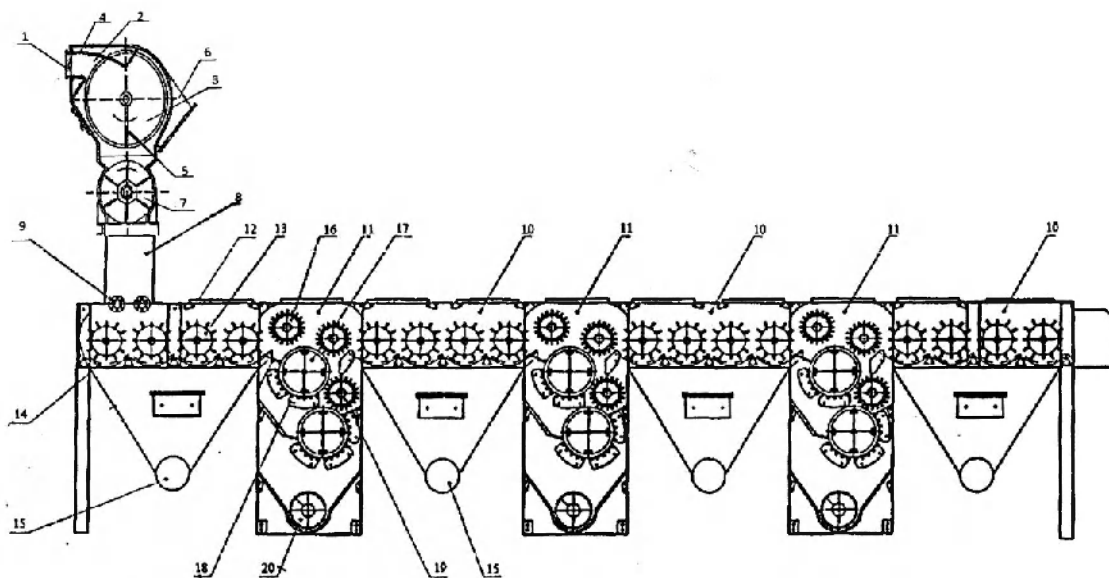


Рис.1. Сепарационно-очистительная секция очистительного цеха

Хлопок-сырец ударяется о сетки 3, скорость воздушного потока при этом резко падает, и основная масса хлопка-сырца сваливается в вакуум-клапан 7, а часть оседает на поверхностях сетчатых поверхностей 3. Следует отметить, что за счет выполнения сетчатых поверхностей 3 сферическими увеличена площадь рабочей поверхности сеток 3. Это позволяет избежать образования на сетках слоя хлопка повышенной толщины, увеличивающего аэродинамическое сопротивление сепаратора и приводящего к его остановке. Вращающийся вал 4 приводит в движение скребки 5, которые снимают летучки хлопка, осевшие на сетчатых поверхностях 3 и направляют их в вакуум-клапан 7. При этом, как показано в главе 5, значительно уменьшается поврежденность волокон хлопка-сырца и увеличится надежность работы сепаратора. Далее из вакуум-клапана 7 через шахту 8 хлопок поступает к питающим валикам 9. Для ликвидации забоев в зоне питания левый питающий валик 9 вращается с большей линейной скоростью лопастей относительно линейной скорости лопастей правого питающего валика 9. В зоне очистки хлопка от мелкого сора, конические многогранные колки 21 барабанов 13 захватывают хлопок, протаскивая их по сетчатой поверхности 14, разрыхляют. При этом мелкие сорные примеси отводятся сороотводом 15 отдельно от крупного сора. В зоне очистки хлопка от крупного сора щеточные барабаны 16 транспортируют хлопок, который падает на пильные цилиндры 17. Зубья пил цилиндров 17 захватывая летучки хлопка протаскивают их по колосникам решетки 18. В начальной зоне очистки хлопок будет менее разрыхленным и поэтому зазор между пильным цилиндром 13 и колосником решетки 18 выбран большим $\delta_{вх}=17\text{мм}$, а в выходной зоне меньшим $\delta_{вых}=14\text{мм}$. При этом обеспечивается эффективное выделение сорных примесей.

Конструкция обеспечивает эффективное отделение хлопка от воздуха, совмещенную работу сепаратора и очистителя, а также обеспечивает увеличение очистительного эффекта хлопка от мелкого и крупного сора.

Кроме того, предложенная сепарационно-очистительная секция может использоваться в кластерных производствах.

При этом для рассмотренной секции сепарации и очистки хлопка были разработаны ряд эффективных рабочих органов сепараторов и очистителей хлопка.

В частности, для снижения механической повреждаемости семян в сепараторе при взаимодействии хлопка-воздушной смеси с направителем, предложена конструкция амортизирующего направителя, позволяющая ему совершать малые колебания. Для снижения поврежденности волокон хлопка при взаимодействии скребков с перфорированными стенками отделительной камеры предложена специальная форма отверстий в виде конуса, ось которого наклонена в направлении хода скребков. Для этой же цели предложена изолирующая камера, устанавливаемая с обратной стороны перфорированной стенки напротив скребка и вращающаяся синхронно с ним.

Основным недостатком очистителей мелкого сора является их низкий очистительный эффект. Очистка хлопка от сорных примесей происходит при взаимодействии хлопка, протаскиваемого по сетчатой поверхности колковым барабаном. При этом хлопок должен подвергаться встряхивающим воздействиям, способствующим выделению сорных примесей. В существующих конструкциях очистителей, оснащенных сеткой цилиндрической формы встряхивающее воздействие явно недостаточно. Для его интенсификации предложено изготавливать сетку в виде многогранной поверхности (рис.2), закрепленной на упругих опорах, что позволит интенсифицировать процесс за счет вынужденных колебаний сетки, возникающих при действии на нее технологической нагрузки.

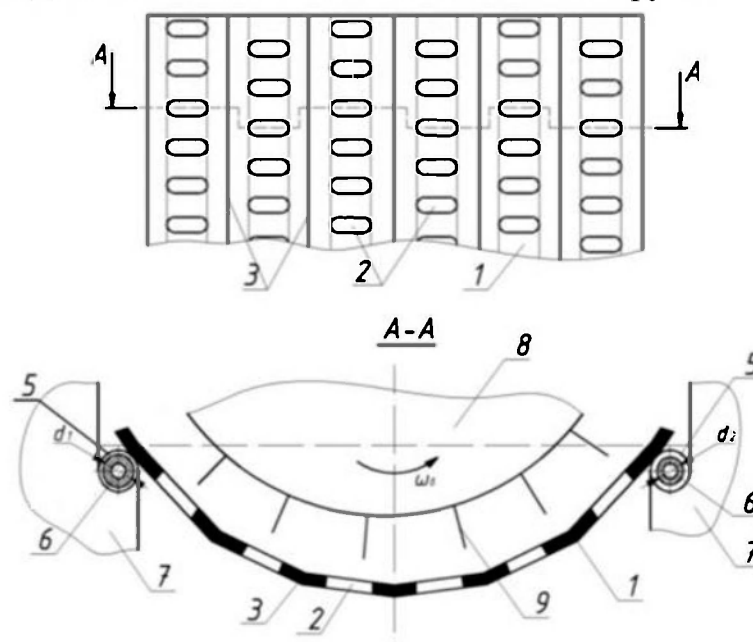


Рис. 2. Сетчатая поверхность очистителя от мелкого сора

- 1–сетчатая поверхность; 2 – отверстия; 3 – призмы с ребрами; 4 – втулки;
5– палец; 6– резиновые втулки; 7– корпус очистителя; 8– барабан; 9 – колки.

Очистители хлопка от крупного сора имеют аналогичный недостаток, но кроме низкого очистительного эффекта при очистке возникает механическое дробление семян, вызванное ударом летучек о колосники. Интенсифицировать процесс очистки можно за счет снижения жесткости колосниковой решетки, в результате чего возникают ее колебания под действием технологической нагрузки со стороны обрабатываемого хлопка. Обеспечить требуемую жесткость можно за счет изготовления колосников из композитного материала и установке его на упругих опорах. Снижение твердости поверхности колосника, по сравнению с используемыми в настоящее время стальными колосниками, приведет к снижению дробления семян и устранению такого опасного явления, как возгорание хлопка от искр, периодически возникающих при ударе мелких камней, которые всегда присутствуют в соре, о колосники.

Предложенные элементы модернизации сепарационно-очистительного оборудования нуждаются в теоретическом обосновании их конструктивно-технологических параметров и режимов работы.

В главе 3 проведено теоретическое обоснование параметров рабочих органов и технологических режимов зоны сепарации воздуха от хлопка в комбинированном сепарационно – очистительном агрегате.

Разработана математическая модель формирования слоя хлопка на перфорированной стенке сепаратора с учетом движения скребка, получены формулы, позволившие рассчитать зависимости изменения толщины слоя хлопка от производительности сепаратора и полярного угла, отсчитываемого от положения скребка, падение давления на сетке сепаратора, расход воздуха и плотность слоя в зависимости от его толщины. Получены рекомендации по выбору рациональных режимов работы сепаратора.

Проведён теоретический анализ изменения натяжения волокон хлопка при снятии его с поверхности сетки и влияния его на повреждение семян и образование свободных волокон. На основе полученных зависимостей установлено, что натяжение волокон, попавших в отверстия перфорированной стенки, при снятии слоя хлопка скребком может достигать до 6,31 Н. При этом происходит отрыв волокна от семени. Образовавшееся волокно потоком воздуха уносится в сор, что снижает общую эффективность работы сепарационно-очистительного комплекса.

Для снижения натяжения волокон на краях отверстия сетки предложено выполнять их в форме конуса с наклоненной образующей (рис.3). Получена формула для расчета силы сдвига слоя хлопка в зависимости от геометрических параметров отверстий.

$$F_{сд} = f_2 \cos \alpha [f_1 (am_{в}g + kV^2) + F_{в} + nF_0 + e^{f_3\beta}] \quad (1)$$

где α – угол наклона оси отверстия; a - коэффициент, учитывающий уменьшение количества волокон в коническом наклонном отверстии;

n - количество волокон в отверстии;

k -коэффициент аэродинамической силы в поперечном направлении

f_2 - коэффициент трения волокон о криволинейную поверхность отверстия;

f_1 - коэффициент трения между волокнами и поверхностью сетки.

β - угол охвата криволинейной части отверстия.

Очевидно, что при уменьшении силы сдвига волокон в отверстии должно снижаться количество свободных волокон, уходящих в отходы. Экспериментальная зависимость влияние угла наклона отверстий на количество свободных волокон показана на рис. 4. Полученные зависимости позволили рекомендовать форму отверстий в перфорированной стенке сепаратора.

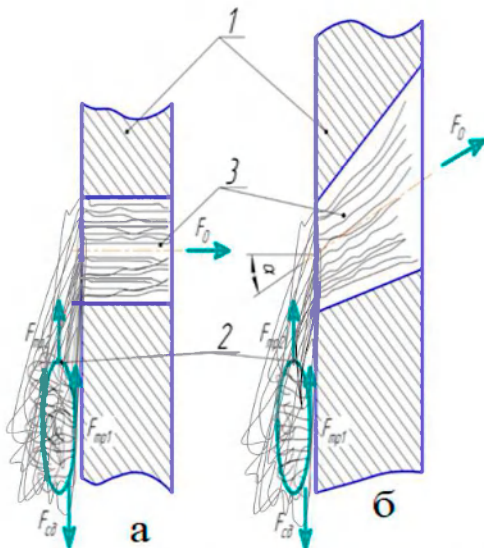


Рис. 3 Расчетная схема для определения силы съема летучки с перфорированной сетки. а-существующая сетка; б – рекомендованная сетка; 1-сетка; 2-семя; 3-волокна.

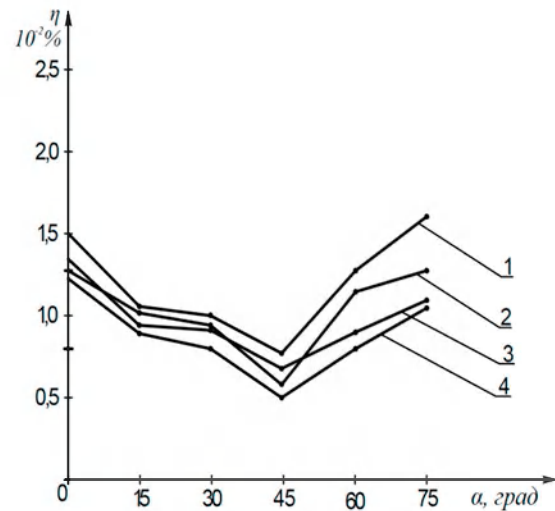


Рис.4 Количество свободного волокна в зависимости от изменения угла наклона отверстий перфорированной сетки. 1 и 2-при $W = 12,5\%$; 3 и 4- при $W = 9,5\%$; 1 и 3- с цилиндрическими отверстиями; 2 и 4- с коническими отверстиями.

Рассмотрено движение хлопко-воздушной смеси в сужающемся патрубке сепаратора. На основе анализа разработанной математической модели получены рекомендации по выбору угла сужения в зависимости от расхода воздуха из условия стационарности потока. Полученная математическая модель позволяет рассчитать траектории движения летучек во входном патрубке и в отделительной камере сепаратора на участке от входа в нее до встречи со стенкой отделительной камеры с учетом направителя потока воздуха. Результаты расчетов представлены на рис.5, из которых видно, что установка направителя позволяет снизить скорость летучки при ударе по стенке отделительной камеры, что будет способствовать снижению дробления семян. Разработана математическая модель движения летучки хлопка по поверхности направителя, учитывающая его геометрические параметры. Она позволяет рассчитать скорость летучек при сходе с поверхности направителя

$$V = \sqrt{\frac{[g(\sin \alpha + f \cos \alpha) - [gf - kv_b^2(f \sin \beta - \cos \beta)]e^{-R \sin \beta}(f \sin \beta - \cos \beta)]}{f \sin \beta - \cos \beta}} \quad (2)$$

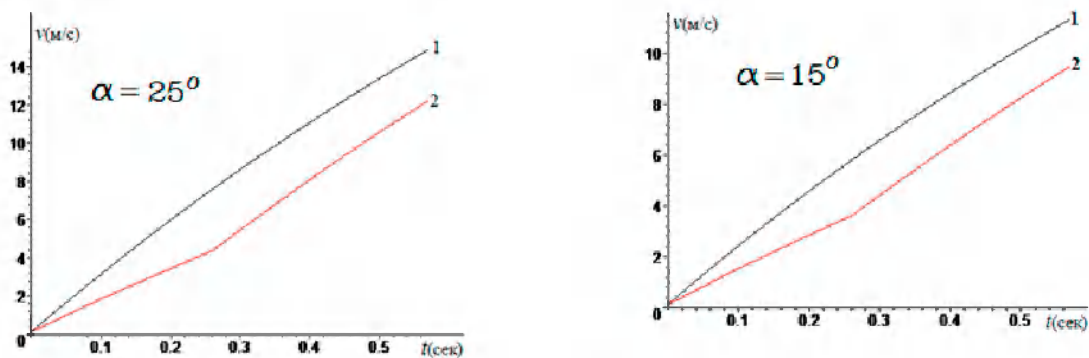


Рис. 5. Изменение скорости во времени частицы в камере сепаратора. без направлятеля (линия 1) и с направлятелем (линия 2).

Комплексный анализ движения воздушных потоков и транспортируемых летучек хлопка проводился методами конечно-элементного моделирования в системе ANSYS CFX. В результате анализа получены распределения скорости воздуха, траектории движения летучек, удельной силы давления летучек на поверхность направлятеля и стенки отделительной камеры. На рис.6 показаны траектории летучек в серийном сепараторе и сепараторе с направлятелем потока на входе.

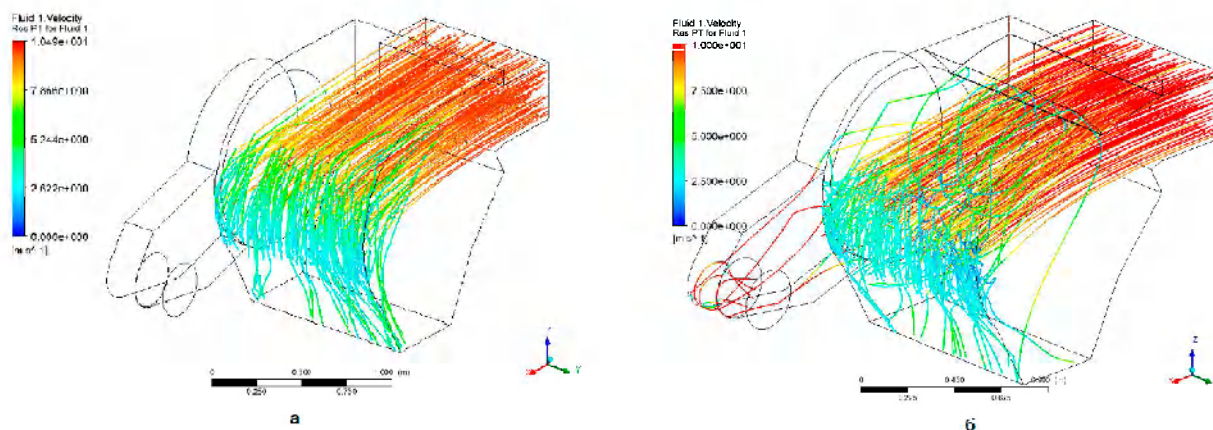


Рис. 6. Траектории частиц хлопка сечения (а – существующая схема сепаратора, б –предлагаемая схема сепаратора)

Проведенный анализ подтвердил рекомендации, полученные по результатам аналитического исследования.

Четвертая глава посвящена теоретическому обоснованию технологических параметров очистителей хлопка.

В ней рассмотрено взаимодействие летучек хлопка-сырца с рабочими органами в первую очередь с сеткой очистителей от мелкого сора и с колосниковой решеткой очистителей крупного сора.

При анализе взаимодействия частиц хлопка с сеткой очистителя мелкого сора учтена предложенная многогранная форма. На основе уравнений Лагранжа получена математическая модель, позволяющая рассчитать изменение скорости летучек при движении по многогранной сетке, величину отскока летучек после удара по граням сетки. На рис.7. и 8 приведены некоторые из полученных зависимостей.

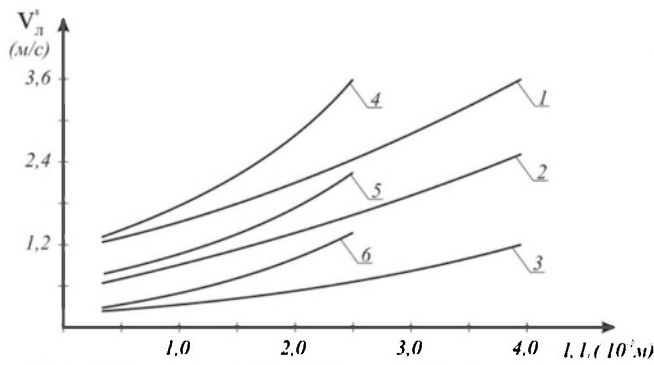


Рис. 7 Изменение скорости летучек хлопка при движении по многогранной сетчатой поверхности от изменения длины граней l и длины полета летучек l_1
 где, 1,2,3 – $V'_л = f(l)$; 4,5,6 – $V'_л = f(l_1)$
 1,4 – при $m_л=0,25г$; 2,5– при $m_л=0,5 г$; 3,6 – при $m_л=0,85г$;

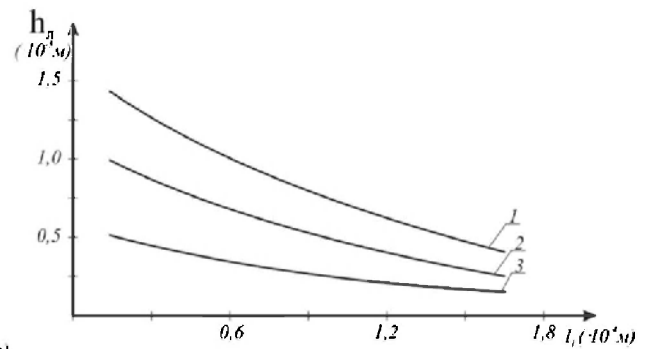


Рис.8. Изменение величины отскоки летучки хлопка от изменения длины зоны взаимодействия с сеткой.
 где, 1 – $m_л=0,25 г$; 2 – $m_л=0,5 г$; 3 – $m_л=0,85 г$

Установлено, что сила, действующая на сетку со стороны обрабатываемого хлопка, носит случайный характер и является вынуждающей силой, вызывающей колебания сетки, установленной на упругие опоры. Колебания сетки позволяют интенсифицировать процесс выделения сорных примесей.

Для оценки влияния параметров системы «обрабатываемый хлопок-сетка» на ее колебания разработана математическая модель. Схема взаимодействия, положенная в основу модели, показана на рис. 9.

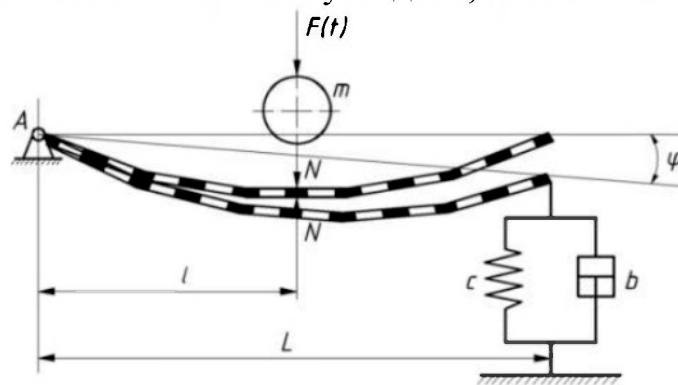


Рис. 9. Схема взаимодействия сетчатой поверхности с хлопком
 c, b – коэффициенты жесткости и вязкого трения упругой опоры.

На основе полученной модели получена зависимость для определения динамической реакции в месте контакта с клочком хлопка.

$$N = F'_b(t) \sin \beta - \frac{F'_b(t) m l^2}{I_0 + m l^2} + \frac{m l^2 \sqrt{p_0^4 + 4 n^2 p_1^2}}{(I_0 + m l^2) p_1} \cdot \int_0^t l^{-n(t-\tau)} \sin[p_1(t-\tau) - \gamma] F'_b(t) d\tau \quad (3)$$

где, $\gamma = \arctg \frac{2 n p_1}{p_0^2}$

Показано, что динамическая реакция имеет импульсный характер и может на 30% превышать реакцию, рассчитанную из условия гармонического изменения нагрузки на сетку.

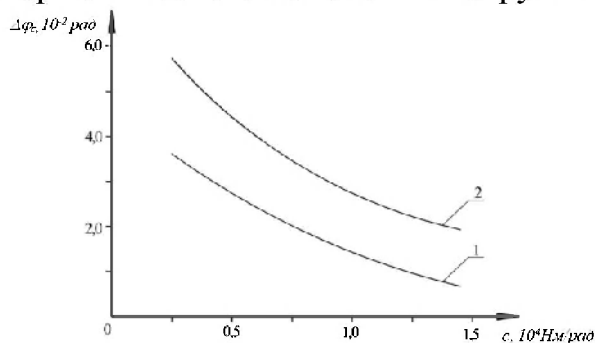


Рис. 10. Зависимость амплитуды колебаний многогранной сетки от увеличения жесткости упругой опоры, при массе сетки 1 – при $m=14,5$ кг ; 2 – при $m=10$ кг

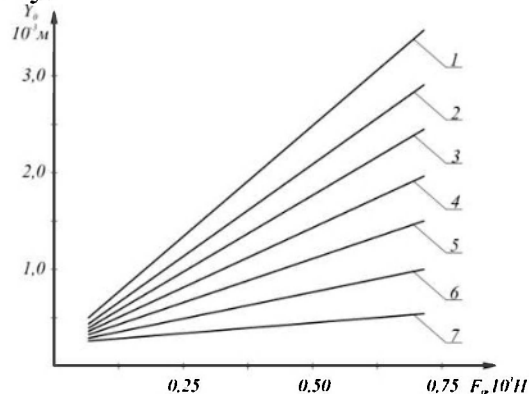


Рис. 11. Зависимости изменения амплитуды колебаний сетчатой поверхности на упругих опорах от изменения амплитуды технологической нагрузки, при массе сетки 1 – $m=10$ кг; 2 – $m=14,5$ кг

Исходя из необходимого зазора между сеткой очистителя мелкого сора и колками барабана рекомендованы параметры сетки и упругих опор, обеспечивающих требуемую амплитуду колебаний.

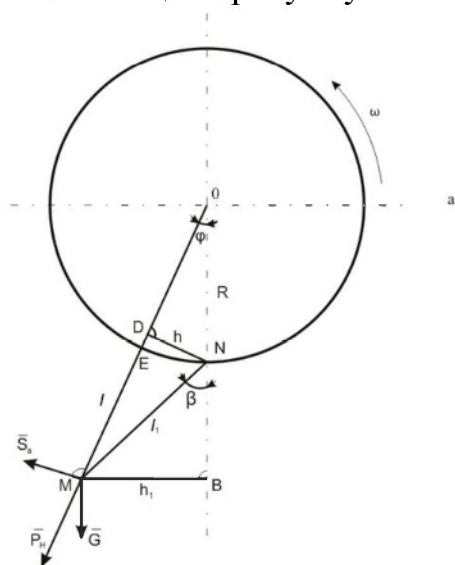


Рис. 12 Расчетная схема к определению колебаний летучки, вызванных изменением частоты вращения пильчатого барабана

Теоретически определено положение прядки хлопка закрепленной на пильчатом барабане очистителя крупного сора. Показано, что летучка при этом совершает устойчивые свободные колебания с частотой

$$f_{св} = \sqrt{\frac{R\omega^2 + g}{l_1}} \quad (4)$$

где g – ускорение свободного падения.

Угол отклонения прядки от радиуса барабана может достигать до $60^\circ \dots 62^\circ$. При этом l_1 будет изменяться в пределах $0,018 \dots 0,021$ м.

С целью снижения поврежденности хлопковых волокон и семян хлопка-сырца целесообразным является снижение кратности взаимодействия рабочих органов с хлопком в процессе первичной обработки хлопка. Этого можно достичь за счет интенсификации процесса очистки путем использования вынужденных колебаний колосников под действием нагрузки

от перерабатываемого хлопка. Для этого рекомендуется изготавливать колосники из композиционного материала в качестве матрицы использующего полиамид, а в качестве армирующего наполнителя базальтовое волокно. Для обеспечения регулируемой жесткости колосники монтируются в боковинах с помощью упругих резиновых втулок. На рис. 13 приведена схема установки колосников и динамическая модель колосника.

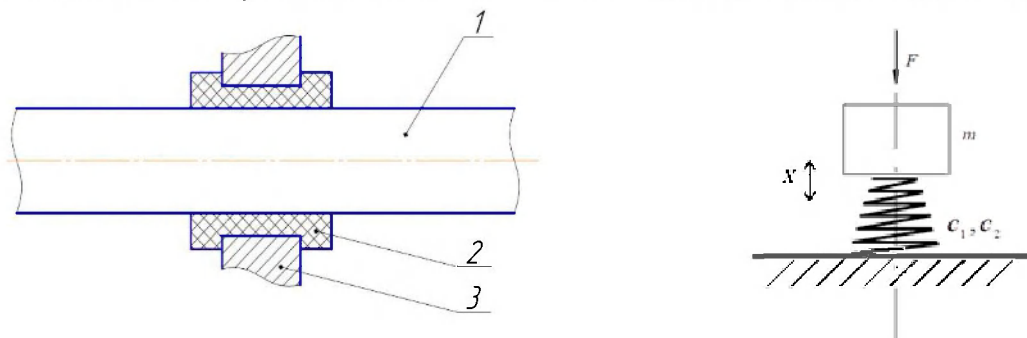


Рис.13. Схема композитного колосника на упругих опорах (а) и расчетная схема (б)
1-пластмассовые колосники, 2- резиновая втулка с переменной толщиной, 3-корпус (боковина, сегмент) колосниковой решетки

При этом упругая втулка рассматривается как имеющая нелинейную жесткость. Дифференциальное уравнение движения колосника имеет вид

$$m\ddot{x} + c_1x + \frac{c_2}{\mu}x^3 = F_e \quad (5)$$

где, m - приведенная масса пластмассового колосника; μ - постоянный коэффициент нелинейности; F_e - возмущающая сила от очищаемого хлопка-сырца.

Решения дифференциального уравнения позволили определить основные факторы, влияющие на свободные колебания колосника. Некоторые из них показаны на рис.14 и 15.

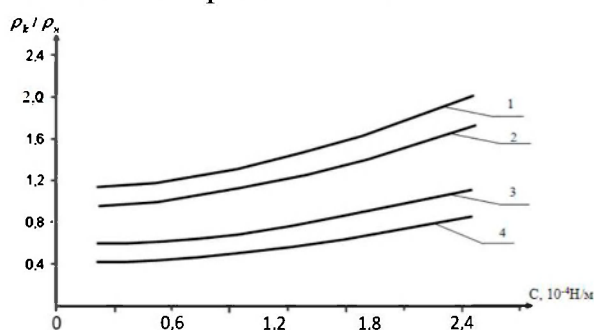


Рис.14. Изменение относительных значений собственной частоты колебаний композитного колосника от изменения коэффициентов жесткостей упругой опоры.

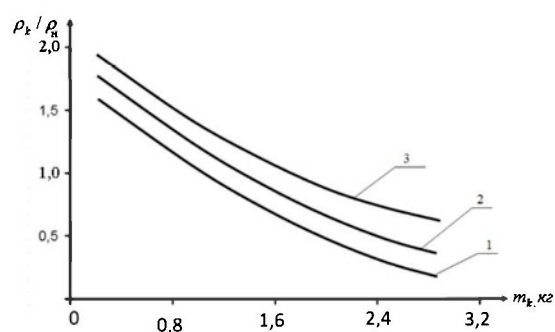


Рис.15. Зависимости изменения относительного значения собственной частоты колебаний композитного колосника от его приведенной массы, при максимальной деформации резиновой опоры 1- $a=0,8 \cdot 10^{-3}$ м; 2 - $a=1,0 \cdot 10^{-3}$ м при; 3- $a=1,2 \cdot 10^{-3}$ м

Для определения форм и уточнения частот собственных колебаний проводилось конечно-элементное моделирование в системе ANSYS Mechanical APDL с использованием типа анализа Modal. Первые 6 форм собственных колебаний колосниковой решетки показаны на рис. 17.

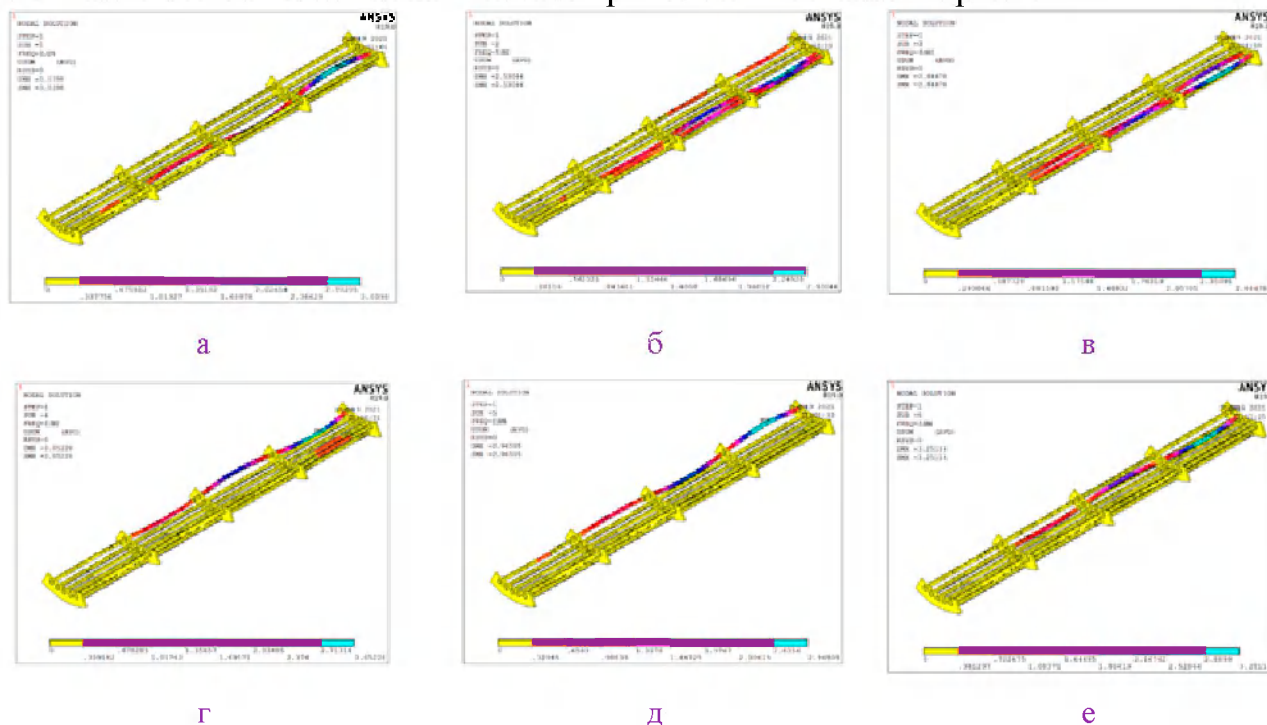


Рис.16. Формы колебаний колосниковой решетки, соответствующие собственным частотам

Значения собственных частот, полученные с помощью конечно-элементного моделирования с достаточной для практики точностью, совпадают со значениями, полученными при аналитическом решении.

Как отмечалось выше возбуждающая сила, действующая на колосники со стороны обрабатываемого хлопка является случайной величиной. В учетом этого дифференциальное уравнение колебаний колосника приобретает вид

$$m \frac{d^2x}{dt^2} + \nu \frac{dx}{dt} + c_1 x + \frac{c_2}{\mu} x^3 = M(F_e) \pm \delta(F_e), \quad (6)$$

где, ν – коэффициент внутреннего сопротивления упругой опоры колосника. Возбуждающая сила $M(F_e) \pm \delta(F_e)$ как функция времени определялась экспериментально и при моделировании представлялась в виде разложения в ряд Фурье с точностью до семи членов. По результатам моделирования получены значения амплитуды колебаний, скорости и ускорения колосника в функции его конструктивных параметров, которые показали, что колосники работают в диапазоне частот далеких от резонансных и основную роль при интенсификации процесса очистки играют вынужденные колебания. Полученные модели позволили рекомендовать технологические режимы

очистки и конструктивные параметры рабочих органов, которые проверялись экспериментально в лаборатории и в условиях производства.

В пятой главе приведены результаты экспериментальных исследований предлагаемой технологии переработки хлопка на сепарационно– очистительном агрегате.

Для выработки рекомендаций по выбору рациональных режимов работы модернизированного сепаратора хлопка проводился полный факторный эксперимент по изучению зависимости повреждения семян ($Y, \%$) от скорости воздуха X_1 на входе в сепаратор, угла наклона направителя потока X_2 и производительности сепаратора X_3 . Получена адекватная регрессионная модель

$$y = 1,2720 + 0,0829X_1 - 0,0995X_2 + 0,0395X_3 - 0,0262X_1X_3 \quad (7)$$

Для облегчения съема хлопка с сетки сепаратора предложено за скребком устанавливать, вращающуюся синхронно с ним изолирующую камеру, которая перекрывает поток воздуха вблизи скребка (рис. 17).

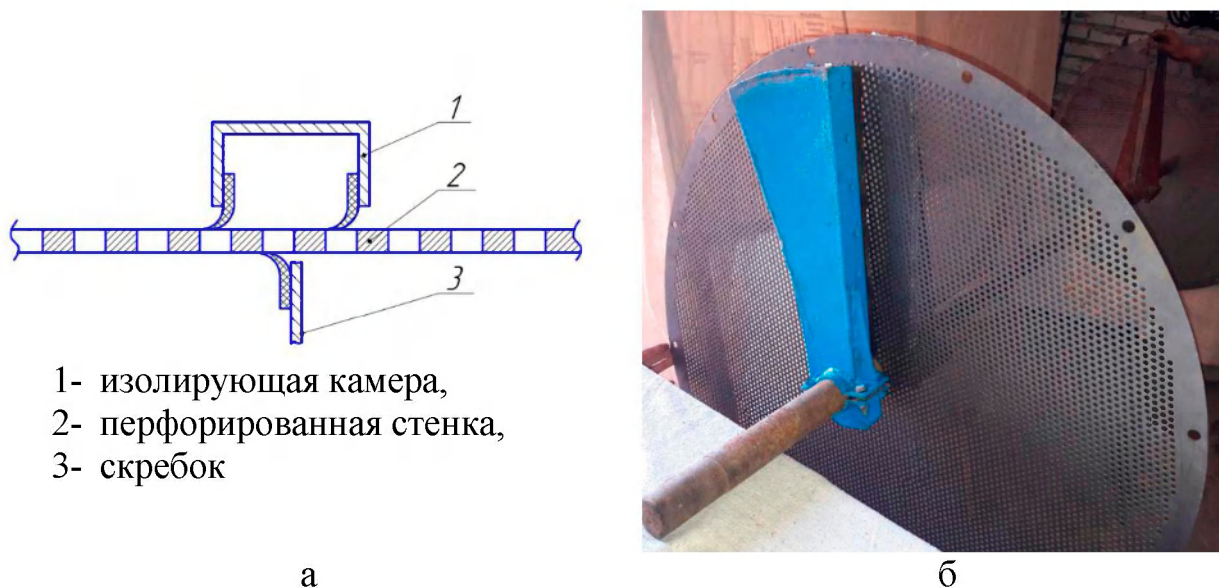


Рис. 17 Перфорированная стенка со скребком и изолирующей камерой

При испытаниях сепаратора с изолирующей камерой выходными параметрами были количество свободных волокон в соре (%) и повреждаемость семян (%). Испытания проводились на хлопке I-V сорт.

Результаты эксперимента позволяют рекомендовать использование направителя потока на входе в сепаратор и изоляционную камеру для сохранения природных свойств хлопка-сырца.

Для изучения комплексного влияния колебаний сетки на упругих опорах, количества граней сетки X_1 , зазора между сеткой и колосниками X_2 и упругости опор сетки X_3 проводился центральный композиционный рототабельный эксперимент ЦРКЭ, по результатам которого получена регрессионная модель второго порядка.

$$Y = 88,8 + 0,79X_1 + 1,46X_1^2 - 0,84X_2^2 - 0,93X_3^2 \quad (8)$$

Y - очистительный эффект, %

Результаты иллюстрируются графиками на рис 18, 19 и 20.

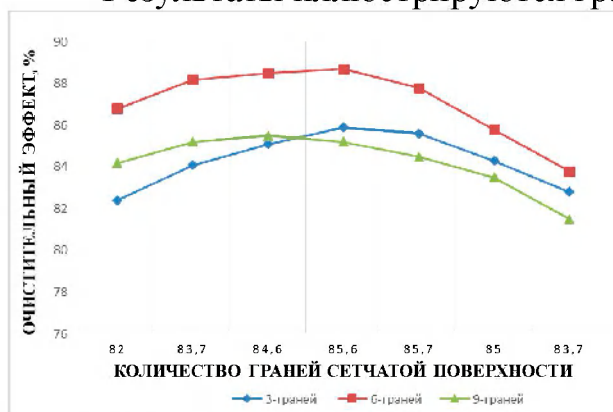


Рис. 18 Изменение очистительного эффекта в зависимости от количества граней сетчатой поверхности

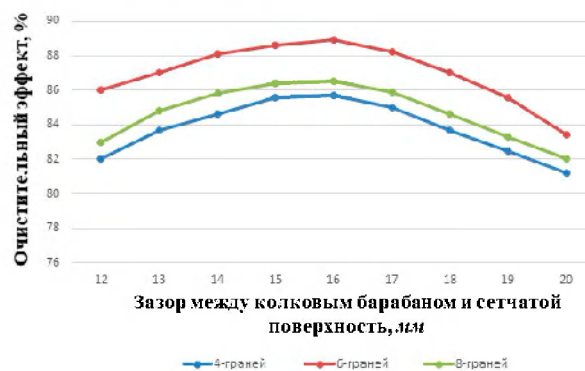


Рис. 19. Изменения очистительного эффекта в зависимости от зазора между колками и сетчатой поверхностью

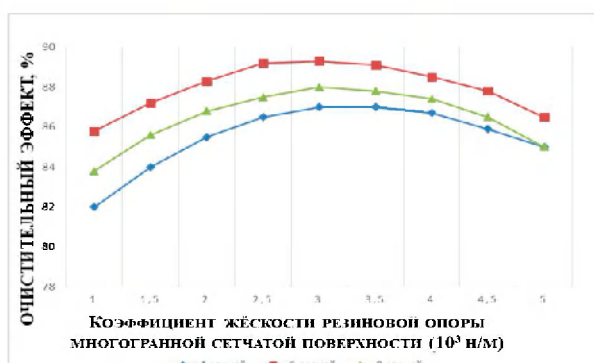


Рис.20 Изменение очистительного эффекта в зависимости от коэффициента жесткости резиновой опоры сетки.

По результатам эксперимента для практического использования рекомендуется сетчатая поверхность с шестью гранями и зазор между колками и сеткой 15-16 мм. При коэффициенте жесткости резиновой втулки в пределах $(3 \div 3,5) \cdot 10^3 \text{ Н/м}$ достигается наибольший очистительный эффект.

В экспериментах на очистителях хлопка от крупного сора исследовались параметры вибрации колосников и их влияние на очистительный эффект. Для проведения эксперимента была изготовлена тензометрическая установка, позволяющая определять частоты и амплитуды колебаний в двух взаимно перпендикулярных направлениях, и разных точках вдоль колосников. На рис. 21 приведены изменения амплитуды вынужденных колебаний колосников от нагрузки со стороны обрабатываемого хлопка.

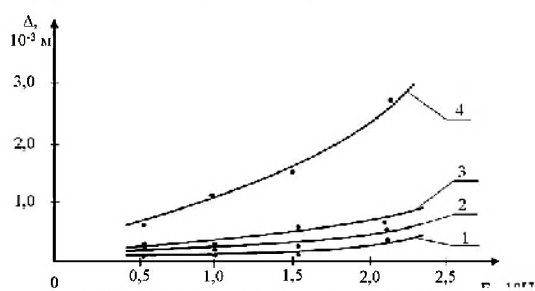


Рис.21. Изменение амплитуды колебаний колосников от нагрузки со стороны очищаемого хлопка-сырца

1,2 – для металлического (серийного) варианта колосника; 3,4- для пластмассового колосника на упругих опорах

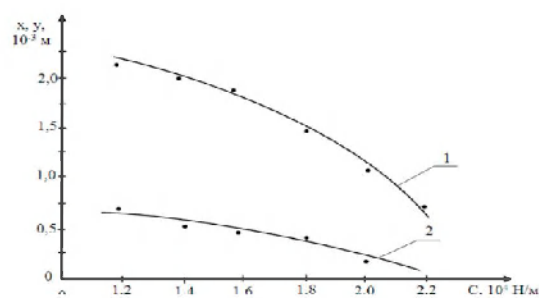


Рис.22. Изменение амплитуды колебаний композитного колосника от изменения коэффициента жесткости упругой опоры 1 - в направлении x, 2 - в направлении y

Для выявления технологических параметров на очистительный эффект проводились полные факторные эксперименты, по результатам которых получены регрессионные зависимости:

для хлопка II сорта

$$Y = 80,1 + 0,95X_1 - 1,28X_2 - 0,76X_3 - 2,26X_1X_2 - 0,34X_1X_3 - 0,28X_2X_3 + 0,26X_1X_2X_3$$

для хлопка IV сорта

$$Y = 80,1 + 0,33X_1 - 1,24X_2 - 1,87X_3 + 0,4X_1X_2 - 1,56X_1X_3 + 0,73X_2X_3 + 0,37X_1X_2X_3$$

Анализ результатов эксперимента позволяет рекомендовать следующие значения для выбранных основных факторов:

- производительность, – 5,0 т/ч;
- жесткость резиновых втулок – $2,0 \cdot 10^4$ Н/м;
- зазор между колосником и пильчатым барабаном – 16 мм.

При данных значениях факторов обеспечивается очистительный эффект более 90%.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Анализ работ по совершенствованию сепараторов и очистителей хлопка показал, что в настоящее время отсутствуют сведения об исследованиях по совмещению и непрерывности процессов разделению хлопка и воздуха с последующей его очисткой. Из-за несовершенства рабочих органов сепараторов и очистителей хлопка происходит высокая поврежденность волокон и семян хлопка. Предложено совмещение и обеспечение непрерывности технологий отделения хлопка сырца от воздуха и очистки. На этой основе предложена технологическая схема сепарационно-очистительной секции поточной линии очистки хлопка-сырца.
2. Разработаны эффективные и ресурсосберегающие конструктивные схемы рабочих органов и элементов сепараторов хлопка:
 - сепаратор с криволинейным направляющим хлопка во входной части камеры;
 - схема сепаратора хлопка-сырца с составным направителем и упругим амортизатором;
 - сепаратор хлопка-сырца с усовершенствованной конструкцией перфорированного диска и изолирующей камерой;
 - схема сепаратора со сферической формой конструкции сетчатой поверхности камеры.
3. Теоретически обоснованы технологические параметры рабочих органов сепаратора хлопка: давление на входе в сепаратор, положение направителя, закон движения скребкового вала с отделительной камерой, обеспечивающие снижение механического повреждения семян в 1,5 раза, а образование свободных волокон свободных волокон на 33 – 39%.
4. Определены закономерности движения, траектории и скорости летучки хлопка с учетом направителя на входе в сепаратор. Методами конечно-элементного моделирования определены силы взаимодействия семян со стенкой отделительной камеры.
5. Установлены закономерности, позволяющие рассчитать силы сдвига слоя хлопка на поверхности сетки сепаратора с учетом геометрии отверстий с ней, обоснованы параметры сетки и конических отверстий, при которых обеспечивается минимальное значение сил их сдвига.
6. Получены формула для определения перемещения и скорости движения частицы хлопка по криволинейной вибрирующей поверхности составного направителя сепаратора, рекомендованы технологические параметры, обеспечивающие эффективное выделение пыли и мелкого сора.
7. По результатам исследований в условиях производства установлено, что в результате снижения механического повреждения семян и потери волокна в предлагаемой технологии сепарирования с изоляционной камерой и направителем сепаратора достигнута экономическая выгода в размере 490 350,26 тыс. сум.

8. Установлено, что использование многогранных сеток в очистителях мелкого сора позволяет снизить монотонность движения хлопка по их поверхности и за счет этого увеличить очистительный эффект.
9. Получена математическая модель движения летучки по поверхности многогранной сетки, позволяющая определить значения технологического угла взаимодействия летучек хлопка с многогранными поверхности сетки, скорости ударного взаимодействия летучки хлопка о многогранную сетчатую поверхность и величины отскока летучки хлопка после взаимодействия с сеткой.
10. Построены графические зависимости изменения скорости передвижения летучки хлопка по многогранной сетчатой поверхности от изменения угла наклона полета летучек в зоне очистки. Выявлено, что для увеличения быстрого передвижения летучек хлопка в зоне очистки целесообразным является достаточное разрыхление хлопка, такое, чтобы масса протаскиваемого комка хлопка-сырца не превышала 0,5–0,7 г.
11. Изучены малые колебания многогранной сетки при воздействии технологической нагрузки от очищаемого хлопка. Получены зависимости изменения размаха колебаний многогранной сетки от крутильной жесткости упругой опоры и от момента инерции сетки, позволяющие повысить эффективность выделения мелкого сора.
12. Предложен метод определения жесткости упругой опоры многогранной сетки, обеспечивающий требуемый уровень амплитуды ее от переменной технологической нагрузки. Установлены режимы работы очистителя, обеспечивающие необходимый зазор между концами колков и сетчатой поверхностью 0,014–0,016 м.
13. Установлена зависимость очистительного эффекта от числа граней сетки и зазора между колками сеткой, что позволило обоснованно подойти к выбору рациональных параметров с точки зрения снижения повреждаемости семян и волокна.
14. На основе многофакторных экспериментов были определены наилучшие параметры очистителя хлопка от мелкого сора, при которых на очистителе УХК обеспечивается максимальный эффект очистки хлопка до 89,8 %.
15. На основе результатов испытаний было выявлено, что модернизированный агрегат УХК с использованием шестигранных сеток позволяет получить очистительный эффект на 7,0–7,5 % больше, чем в серийном очистителе хлопка. Внедрение рекомендуемой конструкции многогранной сетчатой поверхности позволяет получить годовой экономический эффект по одному хлопкозаводу 52466 тысяч сумов.
16. На основе анализа конструкций колосниковых решеток очистителей хлопка-сырца от крупного сора разработаны облегченные конструкции композитных колосников на упругих опорах. Разработана классификация колосниковых решеток с учетом подвижности и материалов изготовления, а также функционально–технических свойств колосников.

17. Получено дифференциальное уравнение колебательного движения облегченного композитного колосника на упругой опоре с нелинейной жесткостью, получены формулы для определения периода и частоты собственных колебаний колосника на упругой опоре с нелинейной восстанавливающей силой. Выявлено, что с увеличением приведенной массы колосника уменьшается частота собственных колебаний колосника по нелинейной зависимости.
18. Получены зависимости для определения расстояния и угла отклонения летучки хлопка при переменном вращении пыльчатого барабана и использовании композитных колосников, а также зависимости изменения колебаний перемещения, скорости и ускорения композитного колосника в зависимости от коэффициента жесткости упругой опоры колосника. Выявлено, что с увеличением нагрузки на композитные колосники значения перемещения, скорости и ускорения увеличиваются по нелинейной закономерностям, а влияние случайной составляющей нагрузки находится в пределах 8,0–10%. Для обеспечения необходимых амплитуд колебаний композитного колосника $(1,0–1,4) \cdot 10^{-3}$ м, среднее значение возмущающей силы не должно превышать 15–20 Н.
19. Испытания сепарационно – очистительного агрегата с предложенными изменениями в условиях хлопкозаводов показали, что очистительный эффект хлопка– сырца в среднем на 12–14 % выше, чем в серийных машинах. Кроме того, механическая поврежденность семян хлопка за счет использования составного направителя в сепараторе и амортизирующих втулок в опорах колосников очистителя снижается на 0,75–0,82 % относительно серийной конструкции.
20. Результаты испытаний волокна для существующей и предлагаемой систем очистки по системе НВИ показали, что засорённость волокна снижается по сорту «Бухара-6» на 14 –17 %, а по сорту «Наманган-77» на 14–29%. Индекс короткого волокна снижается средним на 3% независимо от селекционного сорта.
21. Внедрение сепарационно – очистительного агрегата с разработанными рабочими органами и рекомендуемыми технологическими режимами позволяет получить годовой экономической эффект по одному хлопкозаводу 648972,45 тысяч сумов.

Основные публикации, отражающие суть работы

Публикации в изданиях, входящих в перечень ВАК РФ

1. Муродов О.Ж. Влияние формы сетки очистителя мелкого сора для хлопка-сырца на очистительный эффект / О.Ж. Муродов, Технологии и качество 2021, №2(52), С.52-56. <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2021-2-52-52-55>.
2. Муродов О.Ж. Снижение повреждаемости семян в сепараторе хлопка-сырца / О.Ж. Муродов // Технологии и качество. 2021, № 3(53), С. 48–51. <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2021-3-53-48-51>.

3. Муродов О. Ж., Рузметов М. Э. Изучение изменения технологических показателей хлопка-сырца при складировании // Технологии и качество. 2021 № 4(54). С. 30–36. <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2021-4-54-30-36>.
4. Муродов О.Ж. Результаты экспериментального исследования нагруженности и характера колебаний многогранной сетки на упругих опорах очистителя хлопка / О. Ж. Муродов., О.И. Ражабов // Известия Высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2021, №5, С.191-197. https://doi.org/10.47367/0021-3497_2021_5_191.
5. Муродов О.Ж. Анализ влияния переменной угловой скорости пыльчатого барабана на угол отклонения захваченной летучки в очистителе хлопка / О. Ж. Муродов // Дизайн и технологии, 2021, 81(123). С. 73-77.
6. Муродов О.Ж. Совершенствование конструкции и обоснование параметров сепаратора хлопка-сырца/ О.Ж. Муродов // Известия Высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2022, №1, С. 248-253. DOI 10.47367/0021-3497_2022_1_248.
7. Муродов О.Ж. Обоснование параметров и конечно-элементное моделирование движения хлопковоздушной смеси в сепараторе хлопка/ О.Ж. Муродов, П.Н. Рудовский, А.Р. Корабельников// Известия Высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2022, №1, С.266-271. DOI 10.47367/0021-3497_2022_1_266.
8. Муродов О. Ж., Рудовский П. Н., Корабельников А. Р. Определение собственных частот и форм свободных колебаний колосниковой решетки очистителя хлопка-сырца // Технологии и качество. 2022. № 1(55). С. 24–28. <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2022-1-55-24-28>.

Публикации в изданиях, индексируемых в базе SCOPUS

1. Murodov O.J. Design development and parameters calculation methods of plastic diamond pattern bars on resilient supports in ginning machines / O.J. Murodov, D.S Tashpulatov, A. Juraev J.K. Gafurov, S. Vassiliadis // Aegean International Textile and Advanced Engineering Conference (AITAE 2018) IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 459 (2019) 012068. Scopus. page-1-10.
2. Murodov O.J. Development of Design and Substantiation of The Parameters of the Separator for Fibrous Materials / O.J. Murodov M. T. Khojiev, A. Juraev, A. Rakhimov // International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE) ISSN: 2277-3878, Volume-8 Issue-2, July 2019. page-5806-5811.
3. Murodov O.J. Perfection of Designs and Rational of Parameters of Plastic Koloski Cleaning Cleaners / O.J. Murodov // International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE) ISSN: 2278-3075, Volume-8 Issue-12, October 2019. Page-2640-2646.
4. Murodov O.J. Creation of Scientific-Based Construction of the Separator with Insulation Camera / O.J. Murodov M.T. Khodjiev, D. Eshmurodov // International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE) ISSN: 2278-3075, Volume-9 Issue-4, February 2020. Page-3231-3236
5. Murodov O.J. Improving the quality of lint by strengthening the cleaning of cotton seeds from waste / O.J. Murodov, Kh. J Abdugaffarov, A. A Safoev // MIP:

- Engineering-2020 IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 862 (2020) 032026 IOP Publishing doi:10.1088/1757-899X/862/3/032026. Page-1-6.
6. Murodov, O.J. Tests in the insulating cameras of the improved separator / O.J. Murodov, M.T. Khodjiev, D.D. Eshmurodov, D.A. Eshnazarov // MIP: Engineering-2020 IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 862 (2020) 032025 IOP Publishing doi:10.1088/1757-899X/862/3/032025. Page-1-5.
 7. Murodov O.J. Development of an effective design and justification of the parameters of the separation and cleaning section of raw cotton / O.J. Murodov // ICMSIT-II 2021 Journal of Physics: Conference Series 1889 (2021) 042012 IOP Publishing doi:10.1088/1742-6596/1889/4/042012. Page-1889-1896
 8. Murodov O.J. Analysis of the vibrations of a console column made on a base with non-line protection in gin / O.J. Murodov, A. Djuraev, E.A. Narmatov, T. Yormamatov, // ICMSIT-II 2021 Journal of Physics: Conference Series 1889 (2021) 042017 IOP Publishing doi:10.1088/1742-6596/1889/4/042017. Page-1-5.

Монографии

1. Муродов О.Ж., А.Д. Джураев. Совершенствование конструкций и методы работе параметров пластмассовых колосников на резиновых опорах очистителей хлопка от крупного сора //Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности. Ташкент.: «Fan va texnologiya»-2018.136 с.

Патенты и программы для ЭВМ

1. Патент на изобретение РФ № 2701220 МПК D01B1/02 Сепаратор хлопка-сырца / О.Ж. Муродов, М.Т. Хожиев А. Рахимов и др. 19.04.2019; Оpubл. 25.09.2019, Бюл. № 27.
2. Патент на изобретение UZB № IAP 05853 АПИС, D 01 G 9/4;2006.01. Колосниковая решетка очистителя волокнистого материала / О.Ж. Муродов, А. Джураев. Ж.Ю. Мирахмедов. С. Элмонов. 04.05.2016; Оpubл. 31.05.2019. Бюл. № 6.
3. Патент на изобретение UZB № IAP 05652 АПИС. D 01 G 9 00; 2006.01. Колосниковая решетка очистителя волокнистого материала / О.Ж. Муродов, А. Джураев. Дж. Мирахмедов. С. Элмонов. 29.04.2016; Оpubл. 28.08.2018. Бюл. № 10.
4. Патент на полезную модель UZB № FAP 01459 АПИС. D 01 G 9 14; 2006.01. Колосниковая решетка очистителя волокнистого материала / О.Ж. Муродов, А. Джураев. О.И. Ражабов. 02.03.2017; Оpubл. 27.12.2019. Бюл. № 1.
5. Патент на полезную модель UZB № FAP 01522 АПИС. D 01 B 1 02; 2006.01. Сепаратор хлопка-сырца / О.Ж. Муродов, М.Т. Хожиев А. Жураев. 01.04.2019; Оpubл. 29.08.2020. Бюл. № 8.
6. Патент на полезную модель РФ №2021132612 ФИПС от 08.11.2021. входящий №068777. Пильный диск волоконоочистителя / Муродов О.Ж., Мавлянов А.П., Абдусаматов А.А.
7. Патент на изобретение UZB № IAP 06632 АПИС. D 01 B 1 02; 2006.01. Сепаратор хлопка-сырца / О.Ж. Муродов, А. Джураев. Хожиев М.Т., Рахимов А.Х. 13.05.2019; Оpubл. 24.11.2021. Бюл. № 11.

Статьи в других изданиях

1. Муродов О.Ж. Режимы движения барабана питателя при случайном сопротивлении от хлопка / О.Ж. Муродов, А. Джураев, Д.Ю. Мирахмедов, О.П. Мавлонов // «Текстильные проблемы». Научно-технический журнал. Ташкент. 2005. № 4. С. 8-11.
2. Муродов О.Ж. Янги пластмассали колосник ўрнатилган тозалаш машинасида тозаланган чигитли пахта сифат кўрсаткичларини тадқиқ қилиш / О.Ж. Муродов, Х.К. Рахмонов О.И. Ражабов // «Развитие науки и технологий» Научно-технический журнал Бухарский инженерно-технологический институт 2017. № 4. С. 33-38.
3. Муродов О.Ж. Исследование колебаний облегченного колосника на упругих опорах очистителя хлопка-сырца от крупного сора при случайном возмущении / О.Ж. Муродов, А. Джураев // Вестник ТашГУ № 2, 2017 г., С. 95-100.
4. Murodov O.J. Groundation of the parameters of grate bar on elastic support with non-linear hardness / O.J. Murodov, A. Djurayev // The european science review. № 7–8 2017. July–August. Vienna - Prague 2017. page-109-111.
5. Murodov O.J. Researches Gained in Process with Developed CC-15A Separator / O.J. Murodov, M. T. Khojiev // ISSN: 2350-0328 International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology Vol. 6, Issue 4, April 2019. page-8735-8738.
6. Murodov O.J. Investigation of vibrations of a lightweight grate on elastic supports of a coarse litter cleaner with random disturbance from raw cotton / O.J. Murodov, Sh. Madrahimov Z. Shodiyev //ISSN (Online): 2455-3662. EPRA International Journal of Multidisciplinary Research (IJMR) - Peer Reviewed Journal. Volume: 7 Issue: 1 January 2021 Journal doi: 10.36713/epra2013 SJIF Impact Factor: 7.032 ISI Value: 1.188 Article DOI: <https://doi.org/10.36713/epra6042>
7. Murodov O.J. Analysis of harmful mixtures in air flow during cotton cleaning / O.J. Murodov, A.SH. Adilova // Tashkent state technical university named after Islam Karimov. Technical science and innovation. The Journal was established in 1993, Renamed in 2019. Published 4 times a year Tashkent-2021, №3(09). Page-79-87.

Тезисы докладов на конференции

1. Муродов О.Ж. О новом способе переработки семенного хлопка-сырца / О.Ж. Муродов, А. Джураев, К. Собиров // Министерство образования республики Беларусь Учреждение образования «Витебский Государственный технологический университет» Новое в технике и технологии текстильной и легкой промышленности. Витебск-2005. С. 53-54.
2. Муродов О.Ж. Улучшение конструкции сушилки хлопка-сырца и повышение эффективности очистки / О.Ж. Муродов, Р.Х. Нурбоев, Д.Х.Бафоев // Бух ТИП и ЛП. Материалы V-научной конференции магистров. Бухара-2005.

3. Муродов О.Ж. Эффективная колосниковая решетка очистителя хлопка от крупного сора / О.Ж. Муродов, Х. Нуруллаева, О. Мавлянов // Материалы 58-й межвузовской научно-технической конференции молодых ученых и студентов «Студенты и молодые ученые КТТУ производству», 19-21 апреля 2006 г. Кострома, КТТУ 2006 г., С. 138-139
4. Муродов О.Ж. Совершенствование системы питания и волокна отделения в пыльных джинах / О.Ж. Муродов, Ш. Мамадалиев, Дж. Мирахмедов, С. Юнусов // Материалы 58-й межвузовской научно-технической конференции молодых ученых и студентов «Студенты и молодые ученые КТТУ производству», 19-21 апреля 2006 г. Кострома, КТТУ 2006 г., С. 140-141
5. Муродов О.Ж. Совершенствование конструкции питающих валков питателей хлопка / О.Ж. Муродов, Ж. Мирахмедов Ш. Мамадалиев // Тезисы Республиканской научно-практической конференции. Ташкент 2006 г., С. 284-285.
6. Муродов О.Ж. Собственные колебания колка на упругом основании рабочего барабана очистителя хлопка / О.Ж. Муродов, Ж.Ю. Мирахмедов, О.П. Мавлянов // Тезисы Республиканской научно-практической конференции. Ташкент 2006 г., С. 286-287.
7. Муродов О.Ж. Колосниковая решетка очистителя хлопка с многогранными колками / О.Ж. Муродов, Х. Нуруллаева Ж.Ю. Мирахмедов., Ш. Мамадалиев // Сб. стат. Межд. НКТ «Молодёжь-производству» 21-22 ноября, Витебск-2006 г., С. 221-223.
8. Муродов О.Ж. Динамика барабана питателя хлопка / О.Ж. Муродов, Ж.Ю. Мирахмедов., О.П. Мавлянов // Тезисы РНПК молодых ученых, «Инновации в модернизации производства, технико-технологическом перевооружении, экономическая эффективность и нетрадиционные решения», Фергана-2008 г., С. 6-8.
9. Муродов О. Способы устранения износа деталей современной инновационной универсальной хлопкоочистительной машины / О.Ж. Муродов, Ф. Бобокулов // Материалы научно-практической конференции профессоров, преподавателей, старших научных сотрудников, магистрантов и студентов на тему «Проблемы и решения для развития инновационного сотрудничества в науке, образовании и производстве» Бухарский ИТИ (26-30 апреля 2016 г.) Бухара -2016 г., С. 276 -278.
10. Муродов О.Ж. Особенности конструкции пяти и шестигранных колосников очистителя хлопка / О.Ж. Муродов, А. Джураев // Минобрнауки России. Качество в производственных и социально-экономических системах. Сборник научных трудов 4-й Международной научно-технической конференции. 21-22 апреля 2016 года. Курск – 2016 г., С. 265-266.
11. Муродов О.Ж. Эффективная конструкция барабана для съема хлопка-сырца с пыльных цилиндров и его транспортирования в очистителях / О.Ж. Муродов, А. Джураев, С. Элмонов // Материалы научно-практической конференции по совершенствованию оборудования и технологий в

- современных производственных условиях и повышению их экономической эффективности 24-25 ноября. Наманган – 2016 г., С. 195-197.
12. Муродов О.Ж. Новые облегченные конструкции пильных цилиндров очистителей хлопка на упругих подшипниковых опорах / О.Ж. Муродов, С. Юнусов, Дж.Ю. Мирахмедов // «Современные материалы, оборудование и технологии в машиностроении», Международная научно-техническая конференция, секция 2 Андижан-2016., С. 94-97.
 13. Муродов О.Ж. Эффективная схема конструкции колосниковой решетки с пяти и шестигранными колосниками очистителя хлопка-сырца от мелкого сора / О.Ж. Муродов, Дж.Ю. Мирахмедов // «Современные материалы, оборудование и технологии в машиностроении», Международная научно-техническая конференция, секция 4. Тошкент–2016 г., С. 35-37.
 14. Муродов О.Ж. Ресурсосберегающий барабан для съема хлопка-сырца с пильных цилиндров и его транспортирования в очистителях / О.Ж. Муродов, С.М. Элмонов, Б.К. Хусанов // Поколение будущего: Взгляд молодых ученых Сборник научных статей 5-й Международной молодежной научной конференции 10-11 ноября, Курск 2016 г. С. 314-316.
 15. Муродов О.Ж. Аналитический метод изучения колебаний колосника на упругих опорах очистителя шерсти от растительных примесей / О.Ж. Муродов, Дж. Мирахмедов, С. Элмонов, Д. Ташпулатов // Роль интеграции науки в организации производства на предприятиях текстильной промышленности и решении актуальных проблем. Международная научно-техническая конференция. Часть 2, 27-28 июля, Маргилан-2017 г., С. 111-114.
 16. Муродов О.Ж. Очиститель волокнистого материала с колосниками на упругих резиновых втулках / О.Ж. Муродов, А. Джураев. С. Элмонов // «Молодежь и XXI век – 2017» Материалы VII Международной молодежной научной конференции. 21-22 февраля 2017 года. Курск 2017. С. 325-326.
 17. Муродов О.Ж. Пахтани йирик ва майда хас-чўплардан тозалаш машинасидаги қайишқоқ элементли янги пластмассали колосникли панжаранинг параметрларини оптималлаштириш (Оптимизация параметров новой пластиковой колосниковой решетки с эластичным элементом в машине для очистки хлопка от крупных и мелких соров) / О.Ж. Муродов, О.И. Ражабов С.Х. Бобожонов // «Развитие науки и технологий» Научно-технический журнал, Бухарский инженерно-технологический институт, 2018, №1, С. 5-12.
 18. Муродов О.Ж. Эффективный сепаратор хлопка-сырца / О.Ж. Муродов, Б.Ч. Пардаев // Материалы Республиканской научно-практической конференции «Инновационные технологии на основе местного сырья и вторичных ресурсов». Ургенч, Ургенчский государственный университет, 2021. Том I. С. 529-530.
 19. Муродов О.Ж. Новая конструкция пильного цилиндра хлопка на упругих подшипниковых опорах / О.Ж. Муродов, // Будущее науки–2021. Сборник научных статей 9-й Международной молодежной научной конференции. 21-22 апреля 2021 года, С 212-214. <https://nauka46.ru/konferentsii>

20. Муродов О.Ж. Исследование показателей качества после очистки на хлопкоочистительной машине, оснащенной пластиковыми колосниками с эластичной опорой на семенах хлопка / О.Ж. Муродов, А.А. Умаров, Б.Ч. Пардаев // Актуальные проблемы инновационных технологий хлопкоочистки, текстильной, легкой промышленности, полиграфического производства и их решения в контексте интеграции науки, образования, производства. Республиканская научно-практическая конференция. Часть II. 21-22 апреля. Ташкент-2021. С.101-103.
21. Муродов О.Ж. Эффективная конструктивная схема сепарационно-очистительного агрегата / О.Ж. Муродов, А.Джураев, С. Саидкулов, У. Бердимуродов // Республиканская научно-практическая конференция «Анализ и решение проблем текстильной промышленности Узбекистана» Андижан 23-24 ноября 2021 года. С. 20-21.
22. Муродов О.Ж. Влияние производительности очистителя хлопка от крупного сора на колебания пластмассового колосника / О.Ж. Муродов, А. Джураев, С. Саидкулов, У.Бердимуродов // Республиканская научно-практическая конференция «Анализ и решение проблем текстильной промышленности Узбекистана» Андижан 23-24 ноября 2021 года. С. 21-24.
23. Муродов О.Ж. Влияние жесткости упругой опоры колосника на показатели его колебаний очистителя хлопка / О.Ж. Муродов, А.Джураев, С. Саидкулов, У. Бердимуродов // Республиканская научно-практическая конференция «Анализ и решение проблем текстильной промышленности Узбекистана» Андижан 23-24 ноября 2021 года. 24-26.

Муродов Ориф Жумаевич

Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук
Подписано в печать « » _____ 2023. Печ. л. 2,0. Заказ _____. Тираж 100.
РИО КГУ, Кострома, ул. Дзержинского, 17