

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
КОСТРОМСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (КГУ)

На правах рукописи



МУРОДОВ ОРИФ ЖУМАЕВИЧ

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

Научная специальность:

2.6.16. Технология производства изделий
текстильной и легкой промышленности

Диссертация на соискание ученой степени

доктора технических наук

Научный консультант

д-р техн. наук, проф П.Н. Рудовский

Кострома-2023

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	7
ГЛАВА 1. Анализ исследований по совершенствованию техники и технологии сепараторов и очистителей хлопка.....	
1.1 Обзор исследований в области сепарации и очистки хлопка.....	16
1.1.1 Обзор исследований по технике и технологии отделение хлопка от воздуха.....	16
1.1.2 Анализ конструкций сепараторов хлопка.....	22
1.1.3 Анализ исследований по совершенствованию технологии очистки хлопка-сырца.....	33
1.2 Особенности технологии очистки хлопка от мелкого сора в существующих очистителях.....	39
1.3 Особенности технологии очистки хлопка– сырца от крупного сора.....	49
1.4 Выводы по главе 1.....	58
ГЛАВА 2. Разработка эффективной конструкции сепарационно-очистительной секции поточной линии очистки хлопка-сырца	
2.1 Совершенствование технологии на сепарационно-очистительной секции поточной линии очистки хлопка.....	59
2.2 Сепаратор с криволинейными направляющими хлопка во входной части камеры.....	66
2.3 Сепаратор хлопка-сырца с составным упругим направлятелем.....	69
2.4 Сепаратор хлопка-сырца с усовершенствованной конструкцией перфорированного диска.....	71
2.5 Сепаратор со сферической формой сетчатой поверхности отделительной камеры	73

2.6	Совершенствование технологии очистки хлопка от мелкого сора.....	75
2.7	Повышение эффективности колосников очистителей хлопка от крупного сора.....	79
2.8	Выводы по главе 2.....	85
ГЛАВА 3. Теоретическое обоснование параметров рабочих органов и технологических режимов зоны сепарации воздуха от хлопка в комбинированном сепарационно – очистительном агрегате		86
3.1	Теоретическое исследование процессов формирования и съема слоя хлопка-сырца с поверхности сепараторной сетки.....	86
3.2	Анализ изменения натяжения волокон хлопка при снятии слоя с поверхности сетки и влияние его на повреждение семян и образование свободных волокон	95
3.3	Обоснование параметров перфорированных сеток с коническими отверстиями.....	100
3.4	Теоретическое исследование съема хлопка-сырца с поверхности сетки сепаратора при наличии изолирующей камеры.....	105
3.5	Влияние расхода воздуха на показатели сепаратора.....	111
3.6	Изучение движения летучки хлопка в направляющей камере сепаратора.....	116
3.7	Обоснование параметров сепаратора хлопка.....	121
3.8	Анализ движения частицы хлопка по криволинейной поверхности направителя сепаратора.....	124
3.9	Конечно-элементное моделирование движения хлопковоздушной смеси в сепараторе хлопка.....	127
3.10	Выводы по главе 3.....	134
		136

ГЛАВА 4 Теоретическое обоснование технологических параметров очистителей хлопка.....

4.1	Очистители мелкого сора.....	136
4.1.1	Влияние режима движения летучки при взаимодействии хлопка с сеткой.....	136
4.1.2	Анализ взаимодействия летучек хлопка с многогранной сетчатой поверхностью очистителя.....	138
4.1.3	Определение реакции при взаимодействии летучек хлопка с многогранной сетчатой поверхностью очистителя мелкого сора..	145
4.1.4	Анализ малых колебаний многогранной сетки при воздействии технологической нагрузки от очищаемого хлопка – сырца.....	149
4.1.5	Обоснование жесткости упругой опоры сетчатой поверхности с учетом воздействия хлопка – сырца при его очистке.....	153
4.2	Теоретические исследования по обоснованию параметров очистителя крупного сора.....	156
4.2.1.	Влияние частоты вращения пильчатого барабана на величину отклонения захваченной летучки хлопка.....	156
4.2.2.	Колебания колосника на упругом основании с нелинейной жесткостью.....	162
4.2.3.	Изучение влияния параметров композитного колосника на упругих опорах с нелинейной жесткостью на частоту колебаний	165
4.3.	Определение собственных частот и форм свободных колебаний колосниковой решетки.....	170
4.4.	Анализ колебаний колосника на упругих опорах с нелинейной жесткостью и при случайном сопротивлении от хлопка-сырца ...	177
4.5	Выводы по главе 4.....	186

ГЛАВА 5. Результаты экспериментальных исследований основных рабочих элементов сепарационно–очистительного агрегата.....	190
5.1. Результаты испытаний модернизированного сепаратора.....	190
5.1.1. Обеспечение контроля движения хлопковоздушной смеси на входе в сепаратор.....	190
5.1.2. Облегчение съема волокна с перфорированной стенки сепаратора.....	197
5.2. Совершенствование технологии очистки хлопка – сырца от мелких сорных примесей.....	204
5.2.1. Методика проведения технологических экспериментов.....	204
5.2.2. Влияние вариантов исполнения сетчатых поверхностей на очистительный эффект хлопка по мелкому сору.....	207
5.2.3. Очистка хлопка с помощью сетки на упругих опорах.....	211
5.2.4. Экспериментальные исследования многогранной сетчатой поверхности на упругих опорах очистителя от мелкого сора.....	213
5.3. Экспериментальное исследование секции очистки от крупного сора сепарационно – очистительного агрегата.....	223
5.3.1. Измерение нагруженности и колебаний композитных колосников на упругих опорах.....	223
5.3.2. Методика проведения экспериментов и используемые измерительные устройства.....	223
5.3.3. Анализ результатов измерения нагруженности и колебаний композитных колосников.....	230
5.3.4. Влияние технологических параметров очистителя крупного сора на качество очистки хлопка-сырца.....	240
5.3.5. Порядок проведения исследований.....	240
5.3.6. Результаты проведенных опытов и анализ уравнений регрессии..	246
5.3.7. Выводы по главе 5.....	251

ГЛАВА 6. Экономическая эффективность от внедрения модернизированного сепарационно-очистительного агрегата.....	254
6.1 Расчёт экономической эффективности от внедрения модернизированного сепарационно-очистительного агрегата.....	254
6.2. Определение сопутствующих капитальных вложений.....	261
6.3. Выводы по главе 6.....	263
Общие выводы и рекомендации по диссертации.....	264
Список использованной литературы.....	269
Приложения.....	290

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность и востребованность темы диссертации. В настоящее время среди натуральных волокон хлопковое является основным сырьем, используемым 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.Pfieger, 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.Рахромонов, 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, обеспечивающие 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 хлопко-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 исчисления, 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 очитки 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 снижения 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 тыс. сум.
- 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 тыс. сум.

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 конференция «Анализ и решения проблем текстильной промышленности Узбекистана» 23-24 ноябрь, 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.

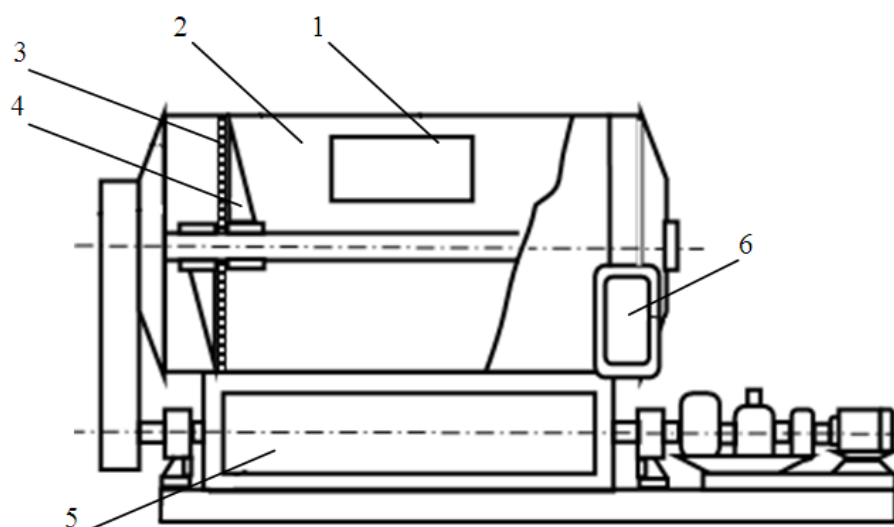
Структура и объем диссертации. Диссертационная работа включает введение, шесть глав, общие выводы и рекомендации, список используемой литературы, приложения. Работа изложена на 344 страницах машинописного текста, включая 137 рисунков, 30 таблиц, список используемой литературы из 175 наименований и приложения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

ГЛАВА 1. АНАЛИЗ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ СЕПАРАТОРОВ И ОЧИСТИТЕЛЕЙ ХЛОПКА

1.1. Обзор исследований в области сепарации и очистки хлопка

1.1.1. Обзор исследований по технике и технологии отделение хлопка от воздуха

Процесс отделения хлопка от воздушного потока, который его переносит, изучался многими учеными. Отделение хлопка от воздушного потока производится на сепараторной машине, которая является одним из ключевых элементов технологического оборудования хлопкозаводов. Сепаратор отделяет хлопок от запыленного воздуха и частично удаляет мелкие загрязнения. Сепаратор СС-15А [3] широко применяется в технологическом процессе хлопкоочистительных заводов. На рисунке 1.1 представлена схема сепаратора СС-15А.



1 входная труба, 2 разделительные камеры, 3 - сетка, 4 скребки, 5 вакуумный клапан, 6 воздухозаборник.

Рис.1.1. Сепаратор марки СС-15А

Когда сепаратор работает, хлопок поступает в отделительную камеру 2 по через входной патрубок 1 с потоком воздуха. В камере скорость хлопка значительно снижается, и основная часть хлопка движется под действием

силы инерции, ударяясь о ее стенку и попадая в вакуум-клапан под действием собственного веса. Меньшая часть тягой воздуха притягивается к поверхности сетки 3. Хлопок, прилипший к поверхности сетки, удаляется скребком 4 и переносится в вакуумный клапан. С помощью потока воздуха мелкие загрязнения всасываются через поверхность сетки с помощью трубы 6. Эффективная работа сепаратора зависит от взаимодействия скребков и поверхности сетки. Если скребок своевременно очищает поверхность сетки, воздух будет проходить свободно. В исследованиях [4] изучали образование слоя хлопка на поверхности сетки и его отделение. Скребок при вращении счищает только часть хлопка с поверхности сетки. Если учесть, что процесс разделения является непрерывным, то можно увидеть, что хлопок всегда прилипает к большей части поверхности сетки. Это приводит к увеличению гидравлического сопротивления сепаратора и снижению давления в трубопроводах.

Поскольку сепарационное устройство расположено рядом с вентилятором, наблюдается перепад давления на сетчатой поверхности сепаратора. Это приводит к значительной силе всасывания, которая удерживает хлопок на поверхности сетки и затягиванию в них волокна.

Используемый сепаратор СС-15А имеет следующие недостатки:

- хлопок, попадая в рабочую камеру сепаратора, с большой силой ударяется о ее заднюю стенку, что приводит к повреждению семян;
- в результате налипания хлопка на сетку постепенно увеличивается момента сопротивления на валу скребков перегрузке ременной передачи привода.
- часть хлопка, удерживаемая тягой воздуха на сетчатой поверхности сепаратора в радиусе 200 мм, очищается скребком только со второго третьего раза. При обработке низкосортного хлопка с высоким содержанием влаги трудно отделить прилипший хлопок от поверхности сетки в радиусе 200 мм. Здесь формируется слой хлопка, который постепенно занимает всю площадь поверхности сетки. Это приводит к остановке сепаратора;

- из-за высокой скорости воздушного потока, всасываемого через отверстия в сетчатой поверхности сепаратора, хлопок прилипает к сетке. В результате во время отделения летучек происходит, отрыв волокна от семян. Отделенные волокна уносятся воздушным потоком в сор;
- при переходе хлопка из рабочей камеры сепаратора через вакуумный клапан он попадает между лопастями и обечайкой, что приводит к повреждению семян и волокон;
- в результате налипания летучек на лопасти вакуумного клапана происходит неполное его очищение за один цикл, летучки скапливаются, создавая закупорку в вакуумном клапане, затрудняя его работу и снижая производительность.

На преодоление указанных недостатков направлен ряд работ отечественных и иностранных ученых.

В публикациях таких ученых как В.А. Шваб, Ф. Зуев, А. Корн, А.М. Дзядзио, А.С. было показано, что сопротивление движению смеси хлопка и воздуха зависит от расхода воздуха.

В частности, [5], автор предложил установить дополнительную воздухопоглощающую подушку внизу поверхности сетки, чтобы уменьшить прилипание хлопка к поверхности сетки и обеспечить более быстрое его отделение. При этом не учитывалось повышение давления в камере в результате уменьшения полезной рабочей поверхности сетчатой поверхности.

Ряд ученых, работающих над улучшением работы сепаратора [7-12], хотели осуществить процесс отделения хлопка от воздуха путем резкого изменения направления воздушного потока, используя инерционную силу, создаваемую движением хлопка, разрабатывая так называемые пневмосепараторы.

Эксперименты показали, что в пневмосепараторах, если аэродинамический режим поддерживается в постоянном темпе, можно полностью отделить хлопок от воздушного потока, если хлопок равномерно передается по трубам. В противном случае в результате нарушения

аэродинамического режима есть риск, что хлопок будет унесен потоком воздуха. Невозможность равномерно транспортировать хлопок по воздуховодам на существующих хлопкоперерабатывающих заводах сегодня создает трудности при использовании пневматических сепараторов.

Основная часть воздухоотделителя - зона сепарации, в которой происходит разделение продукта. Показано, что для его обеспечения, в процессе отделения от воздуха требуется крупногабаритная камера.

В работе Н.Е. Авдиева по разделению различных материалов [13] процесс разделения мелких частиц через поверхность сетки исследовался теоретически и экспериментально. Частицы, находящиеся в постоянном контакте с поверхностью сетки, с большей вероятностью отделяются от воздуха.

В работе Дж. Урбана [14] изучался процесс движения частиц разного размера в воздухе.

Хасанов М.Р. [15] исследовал взаимосвязь между расходом воздуха и скоростью переноса материала при транспортировке материала воздушным потоком.

В результате теоретического и экспериментального исследования процесса пневмотранспортировки хлопка-сырца П.В. Байдюком [16] был выявлен ряд закономерностей. Установлено, что полезная поверхность сетки сепаратора и увеличение общего расхода воздуха через нее приводит к снижению потерь давления в сепараторах.

Академик Академии наук Республики Узбекистан Х.А. Рахматуллин [6], учитывая аэродинамическое сопротивление воздуха поперечному движению хлопка, определил закон движения его в трубе и выдвинул идею о том, что хлопок может быть отделен от воздуха силами инерции.

Автор предложил специальную формулу для определения длины открытой части изогнутой трубы, которая позволяет проводить процесс отрыва.

На основании результатов исследований, проведенных Т.О. Шамсутдиновым [17], было научно обосновано, что отрыв хлопка возникает при скорости потока 16 м/с при повороте его под углом $13^{\circ}50'$

Н. Артиков [18] исследовал зависимость скорости движения хлопка-сырца на входе в зону сепарации пневмосепаратора от длины наклонной трубы. По мнению автора, процесс сепарации более эффективен, если длина наклонной трубы составляет 1 - 1,9 м и на этой длине скорость воздушного потока достигает 26,1 м/с. Он установил корреляцию между коэффициентами сопротивления движению смеси и ее концентрацией. Это позволило с высокой точностью определить гидравлические сопротивления пневмотранспорта.

На основании теоретических исследований Р. Амиров [19] изучил причины засорения поверхности сетки сепаратора путем наклеивания на вал скребков кусочков хлопка-сырца. Он определил показатели, которые характеризуют слой хлопка на сетке и предложил меры для устранения засоров. В то же время Р. Амиров [19] обнаружил, что геометрические параметры отверстий на поверхности сетки влияют на повреждение семян. По результатам исследований он предложил уменьшить диаметр отверстий с 6 мм до 5 мм.

Р. Амиров предложил также создать зону с нулевым давлением в том месте, где скребок взаимодействует с поверхностью сетки. Эта область будет покрывать поверхность сетки за скребком, и вращаться вместе с ним.

В результате скорость воздуха, всасываемого через отверстия в поверхности сетки, равна нулю. Это должно позволить легко отделить прилипший к сетке хлопок. Однако в предложенном им устройстве не удалось обеспечить требуемый уровень снижения давления и предложенное устройство не нашло промышленного применения.

В работе Ю.Д. Янгибаева [20] изучалось движение хлопка по коническим сетчатым поверхностям. По мнению автора, одним из основных недостатков воздуховода является то, что он потребляет много энергии в процессе транспортировки хлопка. Причина этого в том, что определенная

часть давления, создаваемого вентилятором, используется для преодоления сопротивления несущего устройства с помощью воздушного потока. Устройство, которое создает наибольшее сопротивление среди элементов несущего устройства, использующего воздушный поток, - это сепаратор. Сепаратор создает сопротивление, когда воздух проходит через сетку, расположенную сбоку от рабочей камеры. Автор предложил изготовить ее в виде конуса, чтобы увеличить полезную площадь поверхности сетки. Это увеличивает полезную площадь поперечного сечения сетчатого барьера, снижает аэродинамическое сопротивление сепаратора и увеличивает производительность.

Работа вакуумного клапана также изучалась многими учеными. На эффективную работу сепаратора влияет не только поверхность сетки, но и вакуумный клапан, который является одним из его основных элементов. Результаты исследований показывают, что существующие дефекты вакуумного клапана полностью не устранены. Проведенный анализ выявил необходимость проведения углубленных исследований по совершенствованию сепаратора и его основных рабочих частей.

Вакуумный клапан - один из основных рабочих элементов сепаратора, имеющий следующий недостаток: при выводе хлопка из отделительной камеры хлопок-сырец попадает между лопастями вакуумного клапана и его обечайкой. В результате семена повреждаются и образуются различные дефекты.

В работе Р. Мурадова [21] были изучены основные причины зажатия хлопка между лопастями вакуумного клапана и стенками камеры.

В другом исследовании [22] сообщается о потере 20-25% общего количества воздуха, поглощаемого вентилятором в вакуумном клапане. Это происходит во время процесса спуска порции хлопка. В этот момент из вакуумного клапана, в котором нет хлопка, воздух поднимается в рабочую камеру, заполненную хлопком. Этот поднимающийся воздух создает опасность прилипания хлопка, падающего с верхней части рабочей камеры, к

поверхности сетки. Для устранения этих недостатков в НИИ «Пахтасаноати» был создан поворотный вакуумный клапан. В этом случае патрубок вентилятора соединяется с нижней хлопковой частью вакуумного клапана. В результате всасывание воздуха через вакуумный клапан сепаратора исключается.

Таким образом, основными направлениями совершенствования сепарации хлопка являются:

- необходимость управления потоком хлопково-воздушной смеси на входе в сепаратор для устранения удара семян о стенку сепаратора и снижения дробления семян;
- создание рациональных условий для съема слоя хлопка с поверхности сетки сепаратора;
- поиск рациональной формы отверстий на сетке отдельной камеры, позволяющей снизить повреждение волокна и его потери.

1.1.2. Анализ конструкций сепараторов хлопка

Рассмотрим конструкцию машин, используемых для выделения хлопка из хлопко-воздушной смеси. На рисунке 1.2 показан сепаратор марки ХСЧ, созданный узбекскими учеными. В этом случае транспортируемый хлопок-сырец вместе с воздухом попадает по трубе в камеру сепарации 3 сепаратора. Размер разделительной камеры намного больше, чем у короткой трубы. Следовательно, скорость воздуха снижается с 20-25 м/с до 7-8 м/с.

При такой скорости хлопковое сырье продолжает двигаться по инерции и прилипает к сетке 2. Хлопок отделяется от поверхности сетки с помощью барабана с резиновыми лопастями и затем под действием собственного веса попадает в вакуумный клапан 7. Недостатком этой конструкции является то, что хлопок, поступающий в сепаратор, двигаясь по инерции, ударяется о поверхность барабана и лопасти, что приводит к дроблению семян. Лопастей на барабане неравномерно прижимаются к поверхности барабана и зажимают отдельные летучки, что приводит к зажгученности хлопка.

Сепаратор ХСС аналогичен сепаратору ХСЧ. Отличается только конструктивными размерами. Частота вращения барабана и вакуумного клапана сепаратора ХСС имеет такие же параметры, как и у сепаратора ХСЧ.

В настоящее время на всех хлопкоочистительных заводах используется сепаратор СС-15А (рис. 1.3) для отделения хлопка-сырца от воздуха, транспортируемого по трубам.

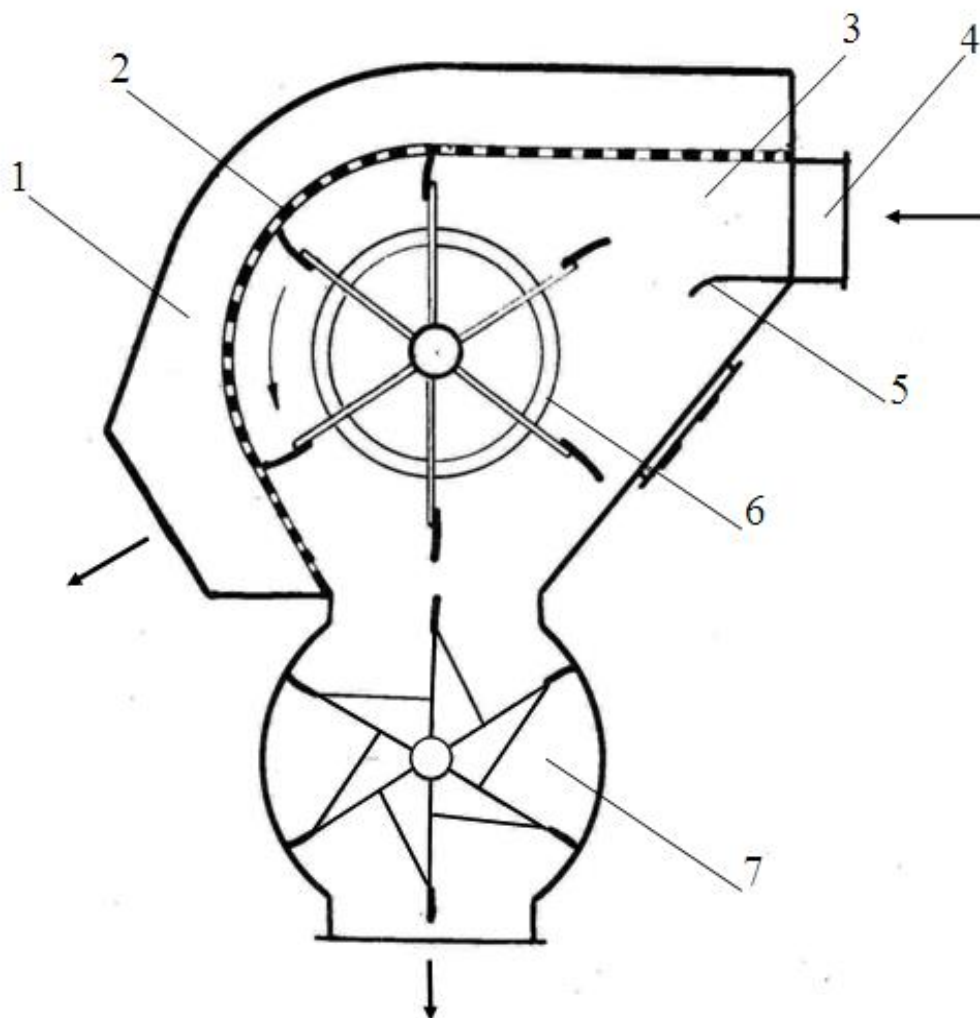


Рис.1.2. Сепараторы марки ХСЧ

1-воздушный поток; 2 сетка; 3 разделительная камера; 4 впускной патрубок; 5-маршрутизатор; 6- барабан; 7-вакуумный клапан.

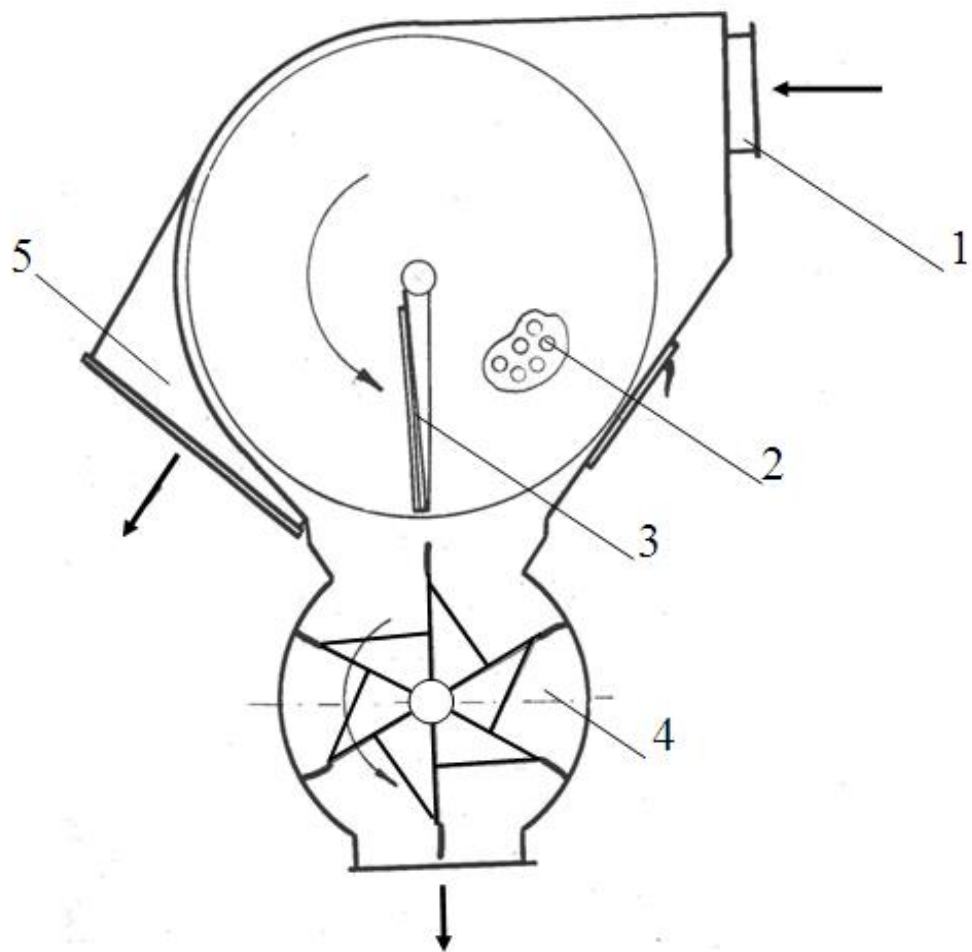


Рис.1.3. Сепараторы СС-15

1-впускной патрубок; 2-сетка; 3-скребок; 4-вакуумный клапан;
5- всасывающая короткая труба

Первоначально разработанные в 1956 г. сепараторы СС-15А и СС-15М претерпели некоторые модификации, но основная структура конструкции была сохранена [24]. Основное отличие от сепаратора ХСЧ в том, что сепаратор не имеет барабана с резиновыми лопастями.

При работе сепаратора основная масса хлопка-сырца, поступающая в камеру, движется по инерции, ударяет в стенку отдельной камеры и попадает в вакуумный клапан. Определенная его часть потоком воздуха направляется к сетчатым стенкам и прилипает к ним. Эти сетки устанавливаются по бокам рабочей камеры сепаратора.

Хлопок счищают с поверхности сетки с помощью эластичных скребков (3 рис 1.3). Производительность сепаратора 15 т/час, число оборотов скребков и вала вакуумного клапана 80 мин^{-1} . Часть мелких сорных примесей отделяется от хлопка и выносится потоком воздуха сквозь сетки. Эффективность очистки сепаратора не более 5-8%.

Основные недостатки заключаются в том, что во время переноса хлопка-сырца при низкой или высокой влажности во время работы большое количество хлопка прилипает к поверхности боковой сетки. Это увеличивает крутящий момент на их валу и приводит к проскальзыванию приводных ремней. В результате вал скребков останавливается, и в сепараторе происходит закупорка.

В короткой выходной трубе сепаратора хлопок попадает между лопастями барабана вакуумного клапана и стальной обечайкой. Лопасты барабана ударяют хлопок о поверхность обечайки, в результате чего семена дробятся и повреждаются волокна.

Кроме того, хлопок по инерции ударяется о внутреннюю поверхность сепаратора. За счет этого сила удара будет значительной. Косвенным показателем силы удара может служить разрушение стенки, которое происходит со временем, под действием потока хлопка. На 1.4 показана стенка сепаратора после ремонта.



Рис.1.4. Внутренний вид стенки сепаратора СС-15А после ремонта.

С.М. Кадырходжаев [23] создал новый, более совершенный сепаратор СХ для пневматического сепаратора, показанного на рис. 1.5.

Во время работы сепаратора СХ хлопок поступает через воздухозаборник 1. Воздух всасывается через трубку через цилиндрическую сетчатую поверхность 4 с помощью выпускной трубки 5. Хлопок отделяется от воздуха за счет силы инерции и попадает в разделительную камеру 7 через разделительную секцию 3. Масса хлопка под действием собственного веса распадается на 8 частей и выталкивается лопастями.

Некоторые клочки хлопка, смешанные с воздухом, будут прилипать к поверхности сетки 4. Хлопок, приставший к поверхности сетки, отделяется с помощью эластичного барабана с лопастями и переносится на вакуумный клапан с помощью разделительной камеры.

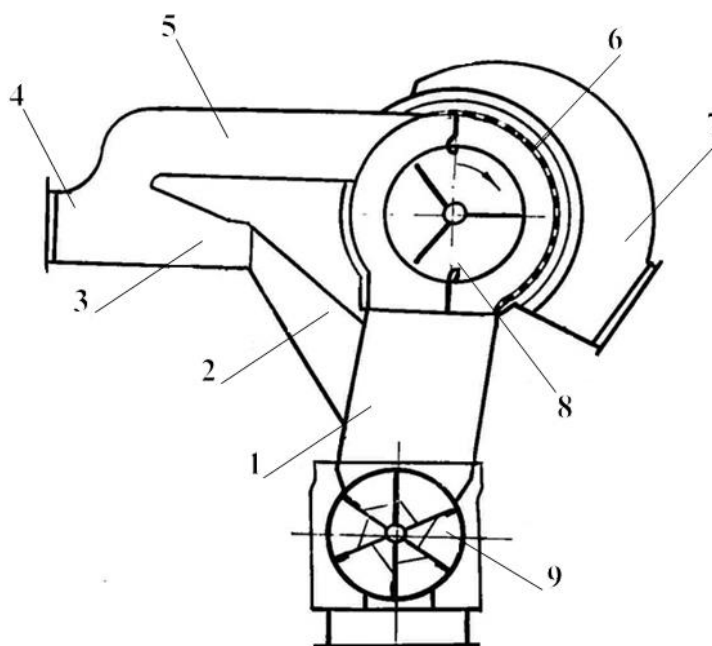


Рис.1.5. Сепараторы СХ

1-рабочая камера; 2-нижний лоток; 3-двухсторонний разделяющийся патрубок; 4-впускной патрубок; 5-верхний лоток; 6-сетчатая поверхность; 7-всасывающий патрубок;

На хлопкоочистительных заводах сырье неравномерно транспортируется по трубам. В результате хлопок неравномерно

перемещается по трубам и попадает в рабочую камеру сепаратора. Поэтому в пневмосепараторах при отделении хлопка от воздуха бывают случаи, когда он попадает в вентилятор.

З.Шодиев [24] предложил более совершенную конструкцию пневмосепаратора СХМ, показанную на рисунке 1.6.

Предлагаемый сепаратор состоит, в основном, из входной камеры 1, распределительной камеры 2 и выходного патрубка 3. Хлопок, распределяется на два потока и попадает в два воздуховода 6 и 7. С потоком воздуха часть хлопка движется по воздуховоду 6 и ударяется о сетчатый барабан 4 и прилипает к нему. Для отделения хлопка от поверхности сетки под барабаном 4 помещается очистительный барабан 11, с помощью которого хлопок перемещается к вакуумному клапану 9. Воздух выпускается в атмосферу через выпускную трубу 3.

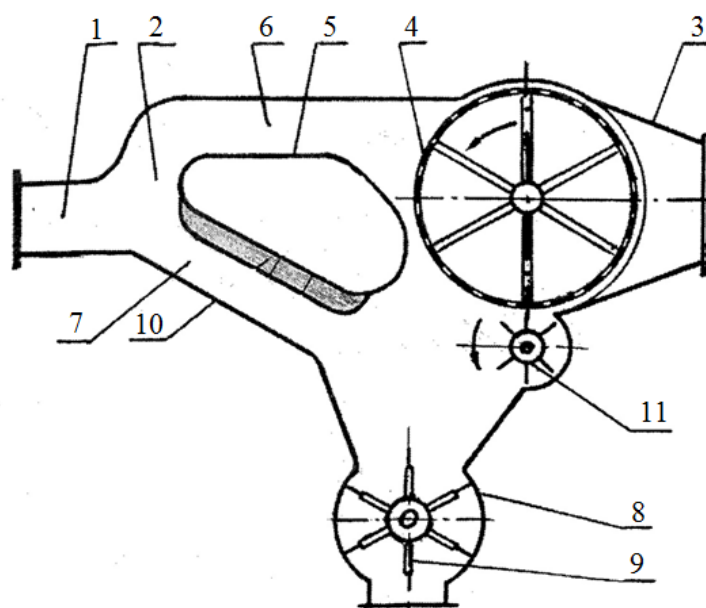


Рис.1.6. Сепаратор СХМ

1-впускная труба; 2-рабочая камера; 3-отводной патрубок; 4-ячеистый барабан; 5-направляющая кромка; 6-воздуховод; 7-нижний лоток; 8-обечайка; 9-вакуум-клапан; 10-стенка; 11-чистительный валик

Таким образом, детально изучив структуру, процессы обработки и недостатки различных конструкций сепараторов, можно убедиться в необходимости создания усовершенствованной конструкции сепаратора.

В пневмотранспортных установках хлопкоочистительных предприятий США применяется сепараторы фирмы Хардвик-Эттер (рис.1.7) [25].

Поток хлопка - сырца, движущийся по каналу 1 поступает к стенке 2, соприкасаясь с ней, передаётся вакууму-клапану и выносится наружу. Воздух, всасываемый с помощью вентилятора, поступает в трубу 5 через поверхность 6, которая регулярно очищается с помощью вращающегося отделителя 4. Фирма подчёркивает следующие преимущества сепаратора.

Хлопок-сырец с поверхностью сетки непосредственно не соприкасается. Это, в свою очередь, предотвращает его кручение. Поверхность сетки находится регулярно в очищенном состоянии, что обеспечивает постоянство поступления воздуха.

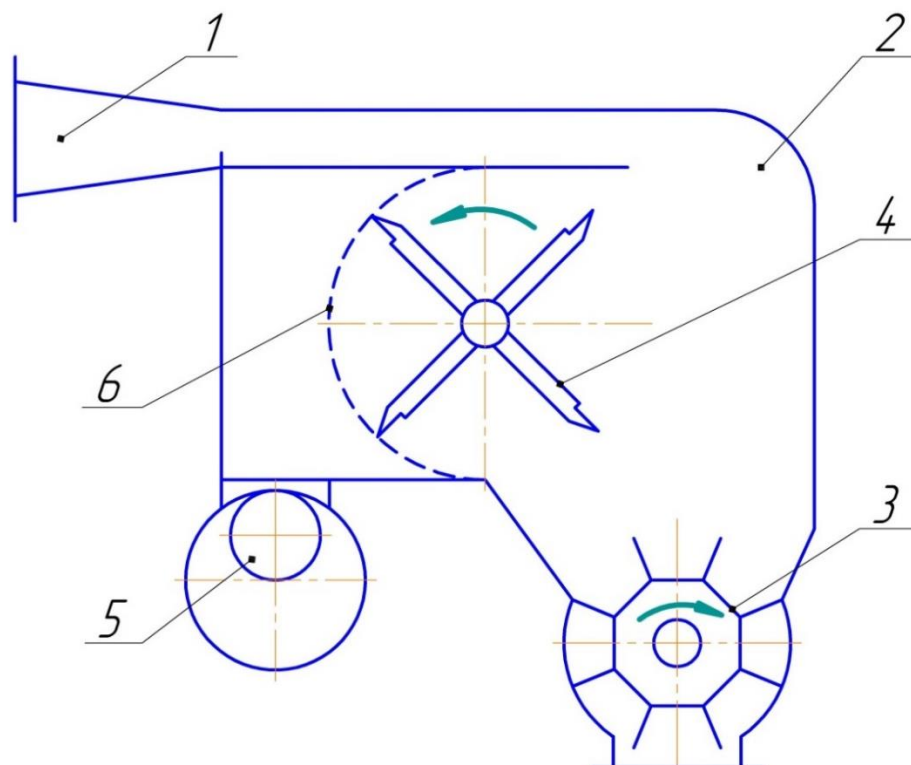


Рис. 1.7. Общий вид сепаратора фирмы «Hardwick –Etter»

1–канал; 2–стенка; 3–вакуум клапан; 4–вращающийся отделитель;
5-труба; 6-сетка.

В хлопкоочистительных предприятиях в Индии широко применяются сепараторы, в частности схожие с сепаратором марки СХ. Основным рабочим органом сепаратора является щетка-скребок, которая занимает 1/3 часть рабочей поверхности сетки. На рисунке 1.8 приведена технологическая схема, а на рис.1.9 общий вид сепаратора марки «BAJAJ» [26]

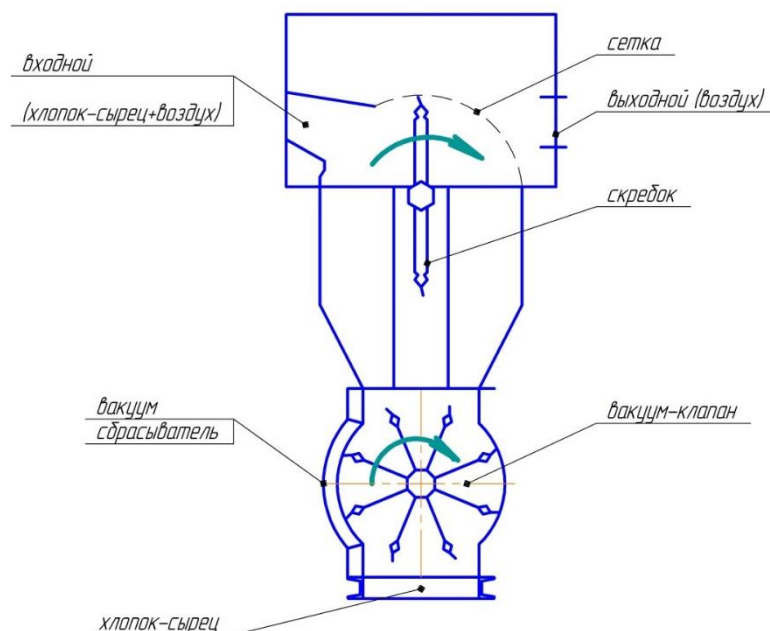


Рис. 1.8. Схема поперечного разреза сепаратора «BAJAJ»



Рис. 1.9. Общий вид сепаратора «BAJAJ»

Сепаратор марки «**Big-J**» имеет автоматическое управление подачей хлопка [53].

Сепаратор состоит из трёх колковых барабанов 2, которые предварительно очищают хлопок и направляют его в бункер, где хлопок разрыхляется и накапливается. Хлопок в бункер поступает свободно в разрыхлённом виде (Рис 1.10.)

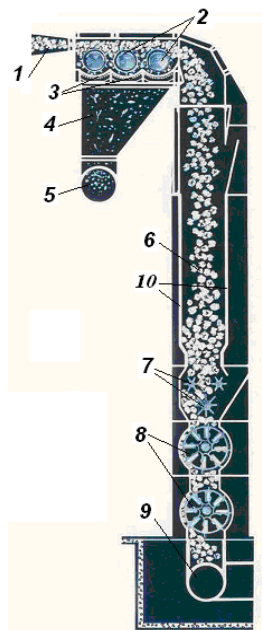


Рис.1.10. Общий вид и технологическая схема сепаратора марки «Big-J»

Сепаратор состоит из следующих частей: 1. Выходной туннель. 2. Колковые барабаны. 3. Сетчатая поверхность. 4. Бункер накопления примесей. 5. Труба, по которой движутся примеси и грязи. 6. Бункер накопитель. 7. Зубчатые выпрямляющие валики. 8. Вакуум-клапан. 9. Пневмотруба, по которой движется хлопок. 10. Труба, по которой движется воздух.

Принцип работы сепаратора выглядит следующим образом:

Воздух выносятся из бункера через горизонтально расположенные транспортирующие трубы. Бункер непрерывно снабжается потоком хлопка. Он расположен над зубчатыми валиками и имеет объем, который обеспечивает свободный проход хлопка через зубчатые выпрямляющие валики 7.

Зубчатые выпрямляющие валики движутся с переменной скоростью и обеспечены системой дистанционного управления.

Хлопок-сырец, находящийся в бункере с помощью вакуумов-клапанов 8 вносится из бункера и направляется в систему сушки.

Разрыхленный и управляемый хлопковый поток обеспечивает эффективную работу установок сушки и очистки.

Китайская фирма «Swan cotton machinery» производит сепаратор хлопка MZF-15, общий вид которого и его технологическая схема показаны на рис. 1.11

Хлопок, смешанной с воздухом, при скорости 20 об/мин через выходную трубу 1 поступает в разделительную камеру 6.

В разделительной камере хлопок за счёт расширения внутренней поверхности теряет начальную скорость. Затем движется к вращающему барабану и прилипает к нему.

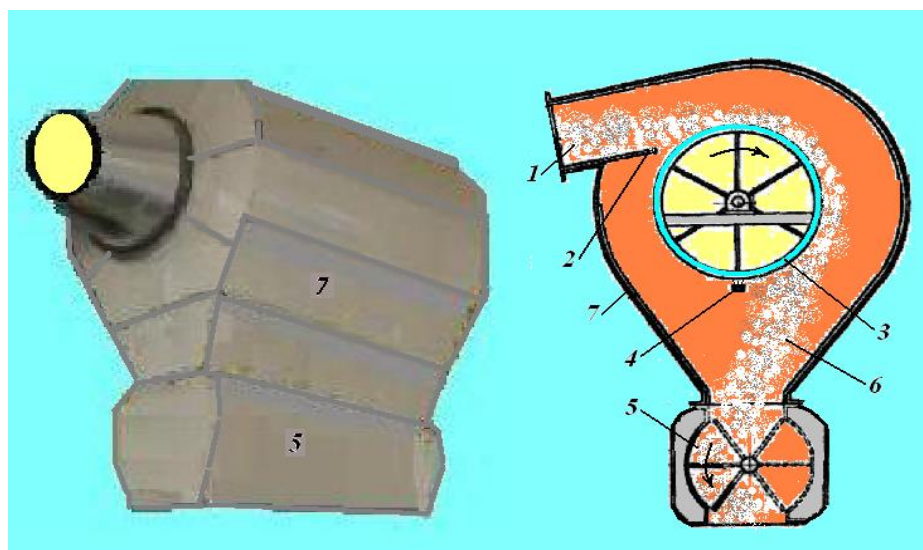


Рис. 1.11. Общий вид сепаратора хлопка MZF-15.

Сепаратор состоит из следующих частей и деталей: выходной трубы 1, заслонки 2, барабаны сетчатый поверхность 3, щётки-отделителя 4, вакуума-клапана 5, 1 разъединительной камеры 6, и основание 7.

Щётка отделитель 4 задерживает дольки хлопка, имеющиеся на поверхности сетки барабана и очищает поверхность. Это обеспечивает свободный доступ воздуха в поверхности сетки [27].

Затем хлопок, вращаясь вместе с сетчатым барабаном, отделяется за счёт центробежной силы и силы тяжести и поступает к расположенному внизу вакууму-клапану 5, по внутренние стенки установки 7. Вакуум-клапан, за счёт своего вращения со скоростью 40 об/мин, передает загруженный в него хлопок на последующий технологический процесс. Мелкие сорные примеси проходят через сетчатую поверхность, затем выводится из сепаратора вместе с воздухом и передаются к установке пылеуловителя.

Технология сушки и очистки хлопка-сырца от сорных примесей на хлопкоочистительном заводе пильного джинирования рассмотрена в [28]. Технологический процесс начинается с модуля питания. Основным рабочим органом модуля питания является разрыхлительная секция, состоящая из семи колковых барабанов и роликовой платформы (рис 1.12). Колковые барабаны начинают разрыхлять хлопок сырца по одной стороне модуля и равномерно передают к пневмотрубе. Движение хлопка регулируется с главного пульта управления оператором.

В соответствии с количеством хлопка меняется проходящий сквозь него поток света, который переводится в электрический сигнал и изменяет скорость конвейера. Затем хлопок-сырец, находящийся в пневмотрубе, передаётся в автоматический питатель.

Над питателем расположен бункер большого объема, в нижней части которого расположено два вакуум-клапана 7, а также сепаратор с тремя колковыми барабанами. Уровень хлопка в бункере поддерживается системой автоматики.

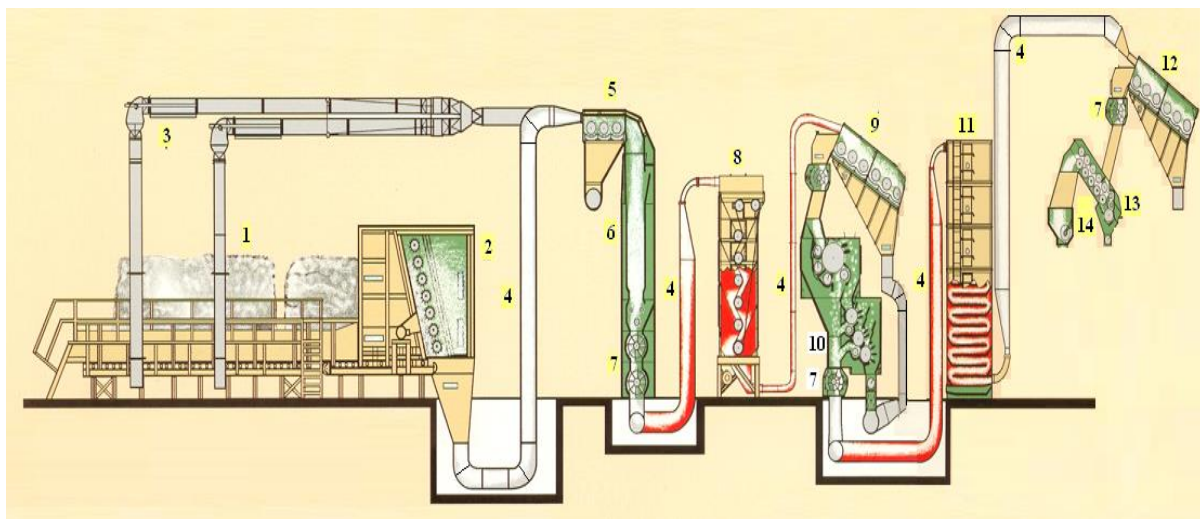


Рис. 1.12. Система технологического процесса сушки и очистки хлопка-сырца.

На рисунке 1.12 показаны: хлопковый модуль 1; секция разрыхления 2 состоящая из колковых барабанов; уловитель нераскрытых коробочек 3; пневматические трубки 4; Сепаратор 5; автоматический питатель 6; вакуумный клапан для вывода хлопка 7; сушилка с вертикальным потоком 8; камнеуловитель 9; пыльный джин 10; сушилка башенного типа 11; наклонный барабанный очиститель 12; очиститель волокна от мелких и крупных загрязнений 13; распределительный винтовой конвейер 14. При очистке хлопка-сырца от мелких примесей во второй раз, то есть при повторной очистке, из системы сушки в очиститель с колковым барабаном поступает горячий воздух, с помощью которого проводится процесс очистки.

1.1.3. Анализ исследований по совершенствованию технологии очистки хлопка-сырца

Одним из основных процессов, в ходе которых можно сохранить природные свойства хлопка-сырца является очистка его от крупного и мелкого сора. В исходном хлопке-сырце, поступающем для его первичной обработки, содержатся крупные и мелкие сорные примеси. Сорные примеси размером менее 0,8 мм глубоко внедряются в волокно и удаляются сильными ударно-встряхивающими воздействиями на хлопок-сырец. Крупные сорные примеси

располагаются главным образом на поверхности хлопка-сырца, имеют слабую сцепленность с волокном и легко от него отделяются [29]. При этом именно размеры сорных примесей определили два основных направления в развитии и совершенствовании технологии очистки.

В работе [30] подробно описаны основные типы конструкций очистителей мелкого и крупного сора, приведены методы инженерных расчетов их рабочих элементов.

В современном этапе развития хлопкоочистительной промышленности важным является интенсификация очистки хлопка-сырца, разработка более совершенных конструкций, нахождение новых, эффективных способов очистки хлопка-сырца от мелких и крупных сорных примесей, а также выбор рациональных режимов движения рабочих органов очистителей хлопка.

В настоящее время на хлопкозаводах для очистки хлопка-сырца средневолокнистых сортов применяются очистители ЧХ-ЧМ2, ЧХ-5, 6А-12М1, 1ХК, УХК, и др., тонковолокнистых-ОХБ-10М, ЧХ-3М2 и др. [31]. Для увеличения очистительного эффекта ряд ученых на основе теоретических и экспериментальных исследований процесса очистки рекомендовали различные конструктивные изменения, обосновали рациональные технологические параметры рабочих органов очистителей, оптимальные режимы работы рабочих органов и т. д. Проведем анализ результатов работ, посвященных технике и технологии очистки хлопка- сырца.

Работы А.Е.Лугачева и У.К.Зияева [32] в основном посвящены изучению влияния на эффект очистки от крупного сора угла наклона притирочной щетки, а также применения колкового разравнивателя перед притирочной щеткой. В достаточной степени интенсифицировался процесс очистки хлопка-волокна, рекомендованный Б.С.Котовым и др. [33] за счет уменьшения геометрических размеров зуба пилы.

Г.И.Мирошниченко, П.Н.Тютин и А.Е.Лугачев [34] определили степень влияния каждого фактора на очистительный эффект хлопко-перерабатывающих машин, работающих на производстве.

Р.З.Бурнашев [35] и Г.И.Мирошниченко и др. [36], изучая вопросы ударного взаимодействия летучки хлопка-сырца с колосниковой решеткой, определили значения импульса воздействия летучки на колосник методом тензометрирования, дали предпосылки для учета коэффициента динамической жесткости летучки при ударе о колосник, а также влияния частоты колебания летучки на очистительный эффект. Р.Г. Махкамов и др. [37] привели результаты исследований по определению силы удара летучки о различные поверхности. Г.И.Болдинский и др. [38] выявили оптимальное направление полета хлопковой летучки в зоне входа в зуб очистителя хлопка-сырца поточной линии.

В работе [39] рассмотрен вопрос о влиянии количества вращающихся колосников и их скорости вращения на очистительный эффект очистителя крупного сора. В работах [40, 41] приведены результаты оптимизации технологического процесса очистки хлопка-сырца в поточной линии от различных конструктивно-технологических факторов машин и механизмов.

На основе анализа технологии очистки Р.З. Бурнашев [37] обосновал теоретические предпосылки для определения конструктивных и технологических параметров рабочих элементов очистки хлопка, представил оригинальные конструктивные разработки.

Г.П.Нестеров и др. [42] установили влияние геометрических и технологических параметров колосников (диаметр колосников, зазоры между колосниками и пильными дисками и т.д.) на очистительный эффект пильчатых секций хлопкоочистительного агрегата. Работы [43, 44] посвящены изучению различных вопросов эксплуатации поточной линии 1ХК очистки хлопка.

В работах [45, 46] приведены результаты исследований влияния планов очистки волокна в модулях очистки, в составе поточных линий, на образование «мягких» пороков в волокне. При этом установлено, что разукрупнение частиц хлопка-сырца снижает содержание «мягких» пороков в волокне.

А.Е.Лугачев и др. в работе [47] исследовали вопрос выбора оптимальной зоны наброса хлопка-сырца на пыльчатый барабан. Результаты экспериментов показали, что имеется значительный резерв повышения очистительного эффекта при снижении ухода летучек в отходы. А.Е.Лугачев [48] приводит результаты исследований влияния равномерности питания на технологические показатели очистителей хлопка. При этом автором предложен ряд интересных технических и конструкторских решений, позволяющие повысить эффективность очистки при сохранении природных свойств хлопкового волокна.

В работе [49] приведены результаты исследований предложенного очистителя волокнистого материала с дифференцированными линейными скоростями, с увеличением их по ходу процесса, где за счет градиента скоростей происходит вытяжка материала и ослабляется связь сора с волокном. Данное предложение не нашло применения на практике из-за сложности конструкции и технологических недостатков.

Обоснование конструктивных параметров элементов модуля очистки хлопка-сырца от крупного сора представлены в работах [50, 51, 52]. Авторами проведены экспериментальные исследования ударного взаимодействия летучки хлопка-сырца с рабочими элементами очистителя (притирочной щеткой, зубом пилы и колосником).

В работе [53, 54] приведены результаты изучения процесс очистки хлопка в модуле крупного сора предложены колосники призматического профиля и исследовали их эффективность на очистителе ЧХ-3М. Для совершенствования поточной линии УХК в работе [49] был предложен колосник гребенчатого типа. Но эта конструкция не нашла практического применения из-за низкой эффективности.

Хлопкоочистительное оборудование и комплексы очистки хлопка за рубежом в основном разрабатываются фирмами США: «Муррей» «Континентал Мосс Игл» и «Континентал Консолидейшн» и др. [55]. Оборудование Шаньдунской (КНР) машиностроительной компании «Лебедь»

имеет сложную многоярусную компоновку, в вертикальной плоскости, а очистительные агрегаты отличаются громоздкостью и сложностью в обслуживании [27]. Следует отметить, что число очистительных модулей в поточных линиях значительно меньше, чем в отечественных разработках, однако недостаточно высокий очистительный эффект оборудования компенсируется усиленной очисткой волокна после джинирования. Практически технологическая линия, предложенная КНР, не является универсальной. Она не приспособлена для переработки хлопка низких сортов.

Фирмой «Континентал Консолидейшн» применяется укороченный технологический процесс очистки хлопка, где используется до трех модулей очистки от крупного сора в поточной линии.

В работах Р.Х.Расулова [56] рекомендуется новая расстановка пальчатого колосниковой системы очистителя крупного сора. Рекомендована установка колосников группами по три колосника, при этом расстояния между пальчатым барабаном и первым колосником – 16 мм, втором колосником – 14 мм, третьем колосником 12 мм. Однако, данная рекомендация не нашла практического применения.

Вопросы совершенствования процесса очистки и снижения ухода материала в отходы были рассмотрены в работе [57, 58]. Автором получены экспериментальные зависимости, и установлена связь между прочностью волокна и степенью его закрепления притирочной щеткой. Рекомендованы модели процесса закрепления и взаимодействия летучки хлопка-сырца с поверхностью колосника. При этом для уменьшения ухода хлопка в отходы предложено в межколосниковом пространстве установить закрепляющий валик, а последние колосники модуля установить с увеличивающимся зазором по параболической кривой. Результаты не нашли практического применения.

Результаты теоретико-экспериментальных исследований процесса взаимодействия хлопка с различными профилями колосников приведены в работе С. Фазылова [59]. Автор даёт подробный анализ ряда моделей процесса очистки, характеризующих профиль колосника. Предложен колосник с

переменной кривизной в виде спирали Архимеда. Но результаты также не были реализованы в промышленности.

В ряде работ К. Олимова и А. Джураева и др. [60, 61] были изучены колосники на упругих опорах в виде резиновых втулок. Авторами на основе теоретических и экспериментальных исследований обоснованы параметры колосника и упруго-диссипативные свойства резиновой втулки. Рекомендации используются в ряде хлопкозаводов.

Ш.У.Рахматкариевым в работе [62] приведены, в основном, теоретические исследования по расчету рабочих органов очистителей хлопка, предложен ряд конструктивных решений, которые также не нашли промышленного применения из-за сложности конструкций.

В работе [63] приведены результаты исследований по ударному процессу взаимодействия частиц материала в зоне очистки модуля крупного сора. В работе рассмотрена кинетика частицы хлопка в межколосниковом зазоре с учетом силовых факторов, возникающих в процессе взаимодействия и получен ряд математических моделей, описывающих процесс очистки. Однако, из-за отсутствия численных величин некоторых физико-механических параметров, таких, как коэффициент демпфирования, жесткость пучка волокон и др. при процессах взаимодействия волокнистого материала с элементами очистителя, работа не была доведена до численного решения и не нашла практического применения.

Известно, что при переработке хлопка на заводах волокнистая масса интенсивно контактирует с рабочими поверхностями. Многократное фрикционное взаимодействие хлопка с металлическими рабочими органами приводит к значительному повреждению хлопковых волокон.

В результате взаимодействия с переходными поверхностями, зубьями пил и колосниками хлопок-сырец может повреждаться. Повреждение происходит как за счет наличия острых вершин неровностей и заусенцев твердых металлических поверхностей рабочих органов, так и за счет высокой силы фрикционного взаимодействия этих поверхностей с хлопком, особенно

при повышенной влажности последнего. При этом повреждаемость хлопка достигает 13,7% за счет образования свободного волокна, жгутиков, кожицы семян с волокном и дробленности семян.

Р.Г.Махкамов [64] исследовал взаимодействие хлопка-сырца с поверхностями конструкционных материалов с позиции оптимизации шероховатости поверхностей, направленное на снижение механической поврежденности хлопковых волокон. Автор показал, что сила взаимодействия хлопка-сырца с металлическими поверхностями увеличивается за счет микрорезания хлопковых волокон микровыступами.

Из приведенного выше анализа исследований в области очистки хлопка-сырца и хлопка-волокна можно сделать вывод о том, что большинство исследований направлены на разработку и модернизацию рабочих элементов очистителей хлопка от крупного сора на основе технологии методами оптимизации. Недостаточно исследовано влияние колосников на работу очистителей крупного сора. Практически отсутствуют динамические исследования и влияние динамики на очистительный эффект и повреждаемость хлопка-сырца. Кроме того, требуется уточнение влияния вибрации рабочих органов на хлопок, позволяющее значительно повысить выделение сорных примесей.

Следует отметить, что целесообразным являются исследования по увеличению степени подвижности рабочих элементов очистителей, а также применение облегченных колосников с малой жесткостью, позволяющих обеспечить управляемую вибрацию и за счет этого переменные режимы очистки хлопка, которые могут повысить очистительный эффект.

1.2. Особенности технологии очистки хлопка от мелкого сора в существующих очистителях

Очистители для выделения из хлопка-сырца мелкого сора устанавливают в сушильно-очистительных цехах на хлопкоочистительных

заводах. Эту задачу выполняют также устанавливаемые на каждом джине питатели-очистители [65; с. 129-130, 66; с. 16-17]

Процессы очистки хлопка-сырца от мелких сорных примесей делятся на пневматические, пневмомеханические и механические; по установке в технологической линии очистки – на индивидуальные и батарейные.

Мелкие сорные примеси глубоко входят в волокна, поэтому их выделение является трудной задачей. Для обеспечения необходимого эффекта в этих очистителях процесс очистки осуществляется многократно.

В очистительной машине основным рабочим элементом воздействия на хлопок является колокол барабана. Колки и планки барабана протаскивают хлопок по сетчатой поверхности очистителя.

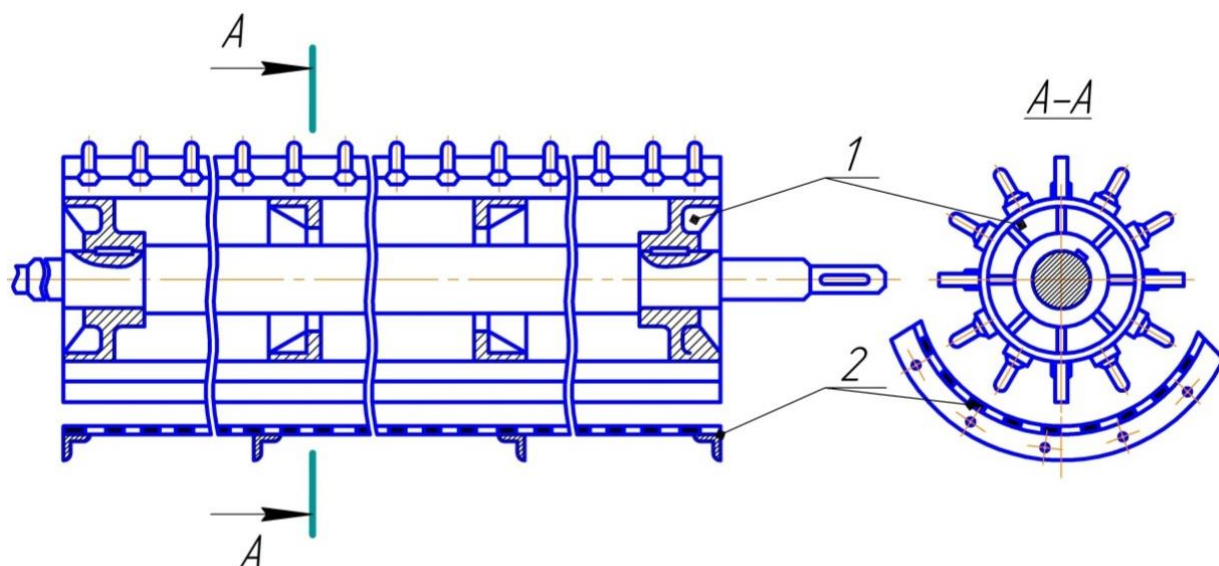
Зарубежными фирмами «Платт - Люммус», «Хардвик - Эттер» и «Мюррей» выпускаются очистители крупного и мелкого сора. Особенно интенсивно процесс очистки проводится на очистителях фирмы «Континенталь - Мосс Гордин», которые имеют повышенное число колосников и очистительных секций [67; с. 65, 68; с. 15]. В последнее время зарубежными фирмами США и Китая выпускаются комбинированные очистительные агрегаты, включающие последовательно секции крупной и мелкой очистки хлопка [69; с. 381-382].

Очистительная секция предназначена для выделения из хлопка-сырца мелких сорных примесей, она (рис. 1.13) имеет колково-планчатый барабан 1 и сетчатую поверхность 2. Эффективность работы этой секции, оцениваемая очистительным эффектом и повреждаемостью семян, зависит от конструкции барабана и сетчатой поверхности, окружной скорости барабана и совместной работы смежных барабанов, производительности, зазоров и разводов, и воздушных потоков в рабочем объеме [29; с. 134-135].

Очистительные барабаны и сетчатые поверхности. По конструкции очистительные барабаны разделяются на зубопланчатые, планчатые, колковые и колково-планчатые. Исследования [70; с. 22] показали, что

наибольший очистительный эффект достигается на колково-планчатых очистительных барабанах.

Рядом исследований установлено, что наряду с конструкцией барабана на очистительный эффект влияет конструкция сетчатой поверхности [29; с. 135].



1-колковый барабан; 2-сетчатая поверхность

Рис. 1.13. Очистительная секция барабанно-планчатого очистителя

В таблице 1.1 приведены обобщенные показатели исследований различных конструкций барабанов и сетчатых поверхностей, проведенных С.Д.Балтабаевым, при $v_0 = 9,42 \text{ м/сек}$ [71; с. 65]

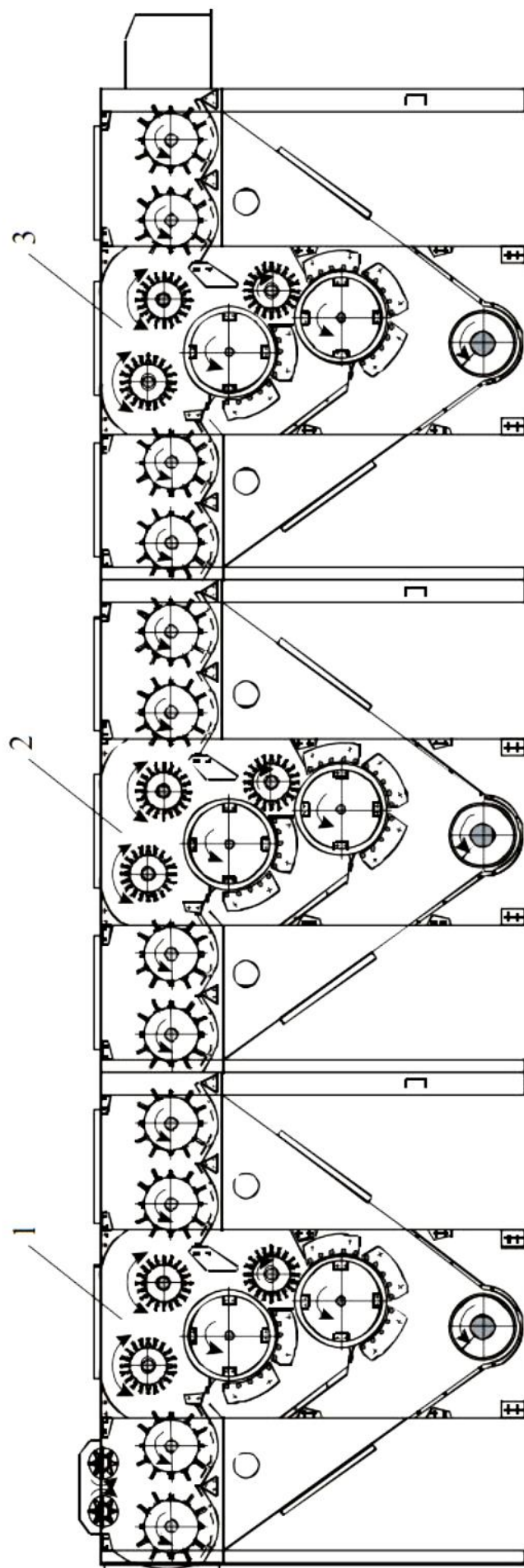
Таблица 1.1

Барабаны	Очистительный эффект %			
	Колосниковые решетки	Штампованные сетки с отверстиями		Плетеная проволочная сетка
		круглыми	овальными	
Зубопланчатые	41,1	42,6	40,8	41,0
Планчатые	40,4	37,4	36,6	41,0
Колковые	41,4	36,1	38,6	41,5
Колково-планчатые	35,7	37,8	36,7	39,5

В современных конструкциях очистительных секций применяют колково-планчатые барабаны и штампованные сетчатые поверхности с размером отверстий 5×50 мм и расположением большой оси отверстий перпендикулярно движению хлопка в очистителе. Колково-планчатый барабан (рис. 1.12) представляет собой сборную конструкцию, которая состоит из вала, дисков, обшивки из тонкого листа и планок, из которых восемь колковых и четыре лопастных [29; с. 135-136].

На поверхности барабана установлены четыре ряда планок и восемь рядов колков. При этом планки в зоне очистки создают своеобразный воздушный аэродинамический поток, а колки непосредственно взаимодействуют с летучками хлопка и протаскивая их по сетчатой поверхности обеспечивают выделение из хлопка сорные примеси.

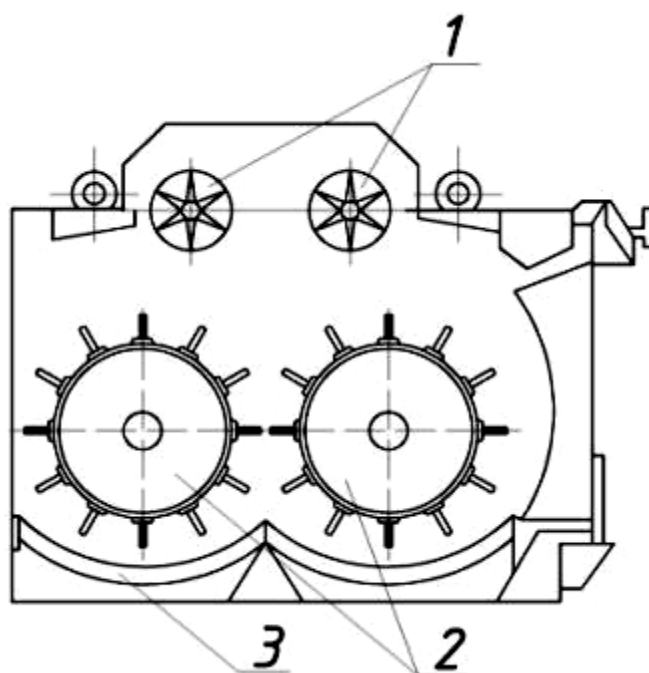
На рис.1.14 представлена схема хлопкоочистительного комбинированного агрегата УХК, который включает три секции по четыре колково-сетчатых и по две пильчато-колосниковые [71 с. 92]. В процессе работы хлопок-сырец через загрузочную шахту подается на колковые барабаны, которыми он разрыхляется, протаскивается по сетчатой поверхности и очищается от мелкого сора и первым по ходу технологического процесса барабаном планчатым питателя направляется в пильчатую секцию очистки от крупного сора, далее попадает на первый по ходу движения пильчатый барабан, притирочной щеткой нанизывается на зубья пил и протаскивается по плоскости колосниковых решеток на второй пильчатый барабан, где процесс повторяется. Съем с обоих пильчатых барабанов производится одним планочным барабаном, который возвращает хлопок-сырец в питатель к выходному отверстию. Выделенные отходы шнеком через клапан выводятся наружу. Очищенный от крупного сора хлопок-сырец выводится из секции очистки и вторым барабаном питателя направляется в колковый блок для повторной очистки от мелкого сора [66; с. 18-19].



1-Секция очистки начальная УХК 01; 2-Секция очистки промежуточная УХК 02; 3- Секция очистки конечная УХК 03.

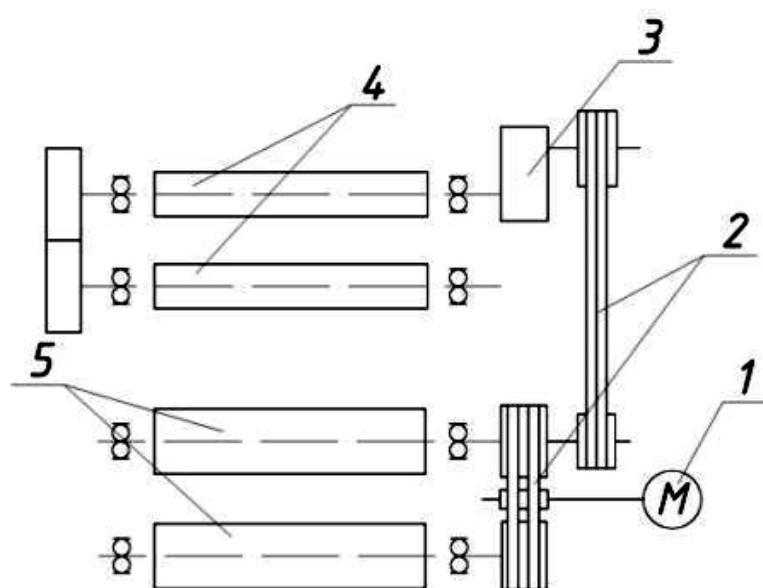
Рис. 1.14. Схема комбинированного хлопкоочистительного агрегата УХК

На рис.1.15 приведены зона питания (а) и кинематическая схема привода первой секции агрегата УХК. Особенностью агрегата УХК является комбинированная очистка хлопка-сырца в несколько повторности.



а

1-питающие валики; 2-колковые барабаны; 3-сетчатая поверхность



б

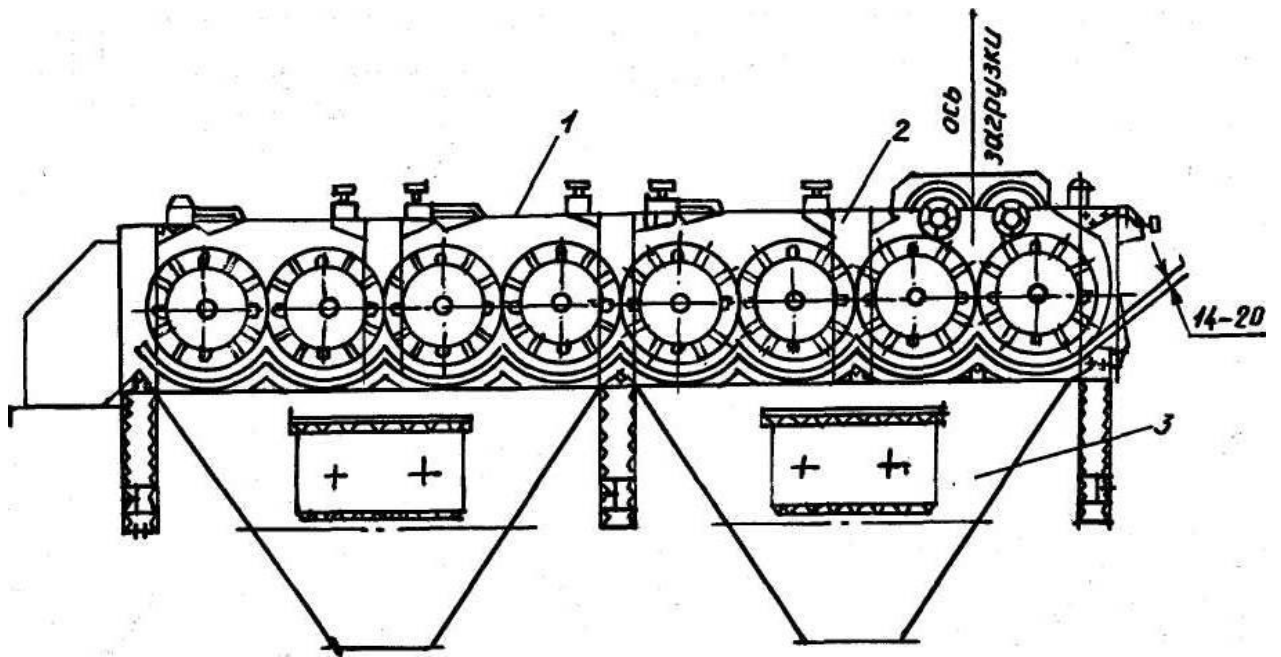
1- электродвигатель; 2- ременные передачи; 3-вариатор; 4- питающие валики;
5- колковые барабаны.

Рис. 1.15. Зона питания (а) и кинематическая схема привода первой секции агрегата УХК (б)

Сетчатые поверхности очистителей от мелкого сора выполняются, в основном двух видов: штампованными с отверстиями и плетеными проволочными, а также прутковыми [66; с. 18].

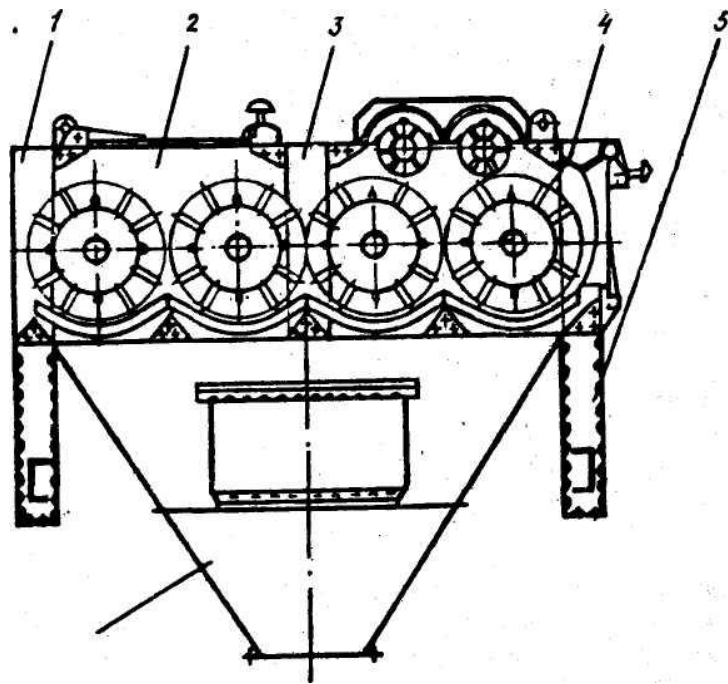
Для очистки хлопка-сырца от мелких сорных примесей в основном применяют очистители 1ХК, СЧ-2 (рис.1.16) и колковые блоки ЕН-178 (рис. 1.5), которые используют в хлопкоочистительных агрегатах типа УХК или для компоновки в очистители типа 1ХК с увеличенным или уменьшенным количеством колковых барабанов (кратным четырем). В этих очистителях, секциях или блоках применяются практически одинаковые по конструкции колковые барабаны, устанавливаемые в ряд друг за другом в горизонтальной плоскости и работающие в сочетании с огибающими их снизу перфорированными сетками, через которые при очистке хлопка-сырца выделяются сорные примеси. Над двумя первыми по ходу хлопка-сырца колковыми барабанами находится шахта с питающими валиками, частоту вращения которых регулируют при помощи вариатора ИВА и устанавливают таким образом требуемую производительность. [73; с. 34-36].

На рис.1.17 приведены виды сетчатых поверхностей очистителей мелкого сора [74; с. 64]. Очистительные сетки устанавливаются под колковыми рабочими органами очистителей и предназначаются для выделения мелких сорных примесей. Очистительный эффект очистителя, наряду с конструкцией рабочего органа и других параметров, во многом зависит от конструкции сетчатой поверхности. Критериями технологической оценки сетчатых поверхностей являются: коэффициент живого сечения, который определяется отношением площади отверстий сетчатой поверхности ко всей ее площади и коэффициент эффективности живого сечения, который показывает влияние конструкции поверхности на очистительный эффект [75, 66; с. 16-24].



1-колковые блоки ЕН-178; 2-стойки; 3-бункера

Рис.1.16. Очиститель хлопка-сырца марки 1ХК



1, 3, 5- стойки; 2 - нормализованный толковый блок ЕН. 178.02;
4 - нормализованный колковый блок ЕН.178.01 (с питающими валиками); 6-бункер

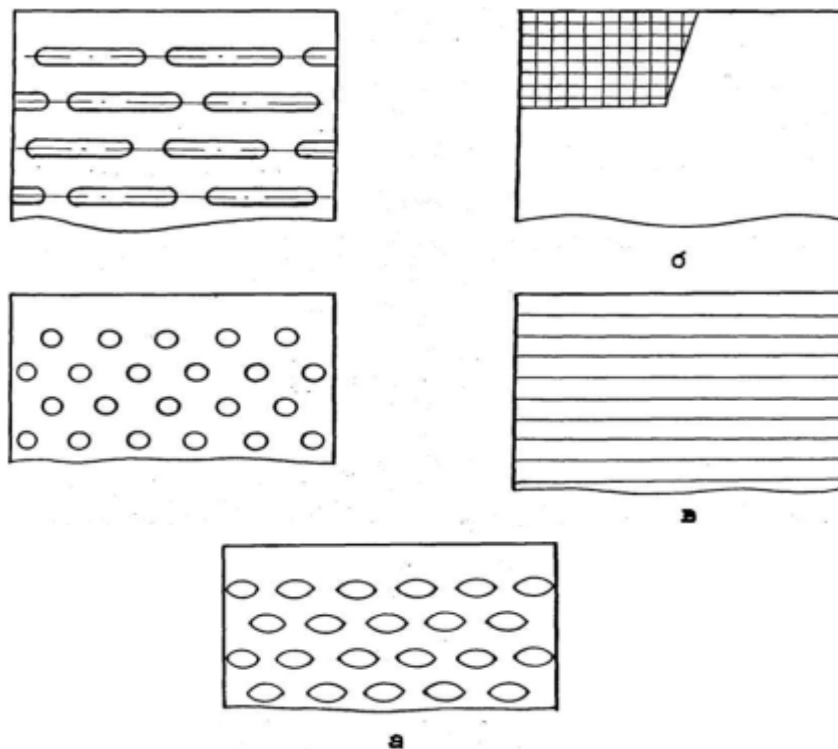
Рис. 1.17. Начальная секция очистителя хлопка-сырца 1ХК

Анализ конструкций очистителей мелкого сора показывает, что хотя они имеют некоторые различия в конструктивном исполнении, в целом однотипны и имеют идентичные узлы, как например, очистительные сетчатые поверхности. Исследователями в целях повышения очистительного эффекта были разработаны и рекомендованы различные конструкции сетчатых поверхностей и устройства применяемых в очистителях мелкого сора [66; с. 12-22].

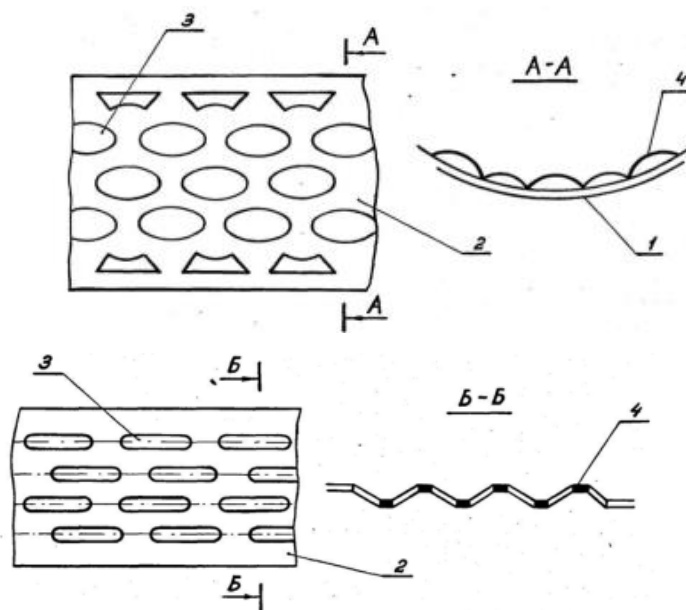
В работе [76; с. 52-53] предложены сетчатые поверхности очистителя мелкого сора, где часть перемычек каждого ряда отверстий выполнены сферическими выступающими, в шахматном порядке (рис.1.18). На рис.1.18 б, показан вариант исполнения сетчатой поверхности, где выступающие перемычки выполнены в виде ломанной кривой. Достоинством приведенных конструкций сетчатых поверхностей является то, что они за счет своей конфигурации активно воздействуют на массу хлопка-сырца, однако, следует отметить малую эффективность выделения сорных примесей по сравнению с другими сетчатыми поверхностями, так как сорные примеси в основном выделяются через нижние перфорации, а также повышенную повреждаемость волокон и семян хлопка. Основным рабочим органом питателей, наряду с колковым барабаном, является просеивающая поверхность, предназначенная для выделения мелких сорных примесей. В очистителях для хлопка-сырца встречаются просеивающие поверхности следующих видов: плетеная сетка из проволоки с ячейками 10x10 мм, колосниковая решетка из прутков диаметром 6 мм, расположенных с интервалом просвета 5 мм и, наконец, перфорированная сетка с размерами отверстий 20x4,5, 50x5, 50x6, 45x8 мм и др. (рис. 1.7) [66; с. 20-26].

С увеличением живого сечения сетки увеличивается количество выделенных сорных примесей [77; с. 26]. Исходя из этого, а также учитывая то, что данное направление является перспективным и актуальным для хлопкоочистительной промышленности, в данной работе нашли дальнейшее развитие новые исследования.

Из анализа существующих конструкций соровыделяющих поверхностей можно отметить следующие эффективные схемы. Волокно-обрабатывающая машина [78; с. 188-191], где перфорация поверхности перекрыта штампованным выступам из материала сетки.



а - штампованные из листовой стали с ячейками различной формы; б- из плетеных стальных сеток; в- колосниковые.



1-дугообразная боковина; 2-пластина; 3-отверстия; 4-перемычки

Рис. 1.18. Соровыделяющие поверхности очистителей мелкого сора

Все отверстия сетки расположены навстречу полету сорных примесей. Эта конструкция имеет следующие недостатки: одинаковая однотипная перфорация, выемки-отверстия расположены против вращения колкового барабана, что приводит к забиванию выемок материалом. Перекрывающие элементы выполнены жесткими, практически не колеблющимися из материала сетки, острые каемки, направленные навстречу движения волокна, ухудшают его качество [66; с. 20-25].

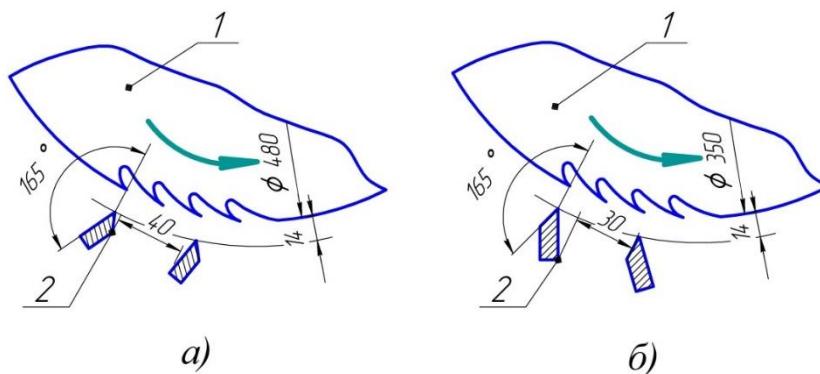
1.3. Особенности технологии очистки хлопка– сырца от крупного сора

Существующие конструкции очистителей хлопка-сырца от крупных сорных примесей состоят из двух основных частей, рабочего органа в виде вращающегося пильчатого барабана и отбойного устройства для отбоя крупных сорных примесей в виде колосников. Использование неподвижных колосников круглого сечения в очистителе способствует выделению крупных сорных примесей (см. рис.1.19). При этом основным недостатком этих колосниковых решеток с расположением колосников с зазорами является большой уход летучек хлопка в отходы, что требует обязательного применения регенерационной секции в поточной линии переработки хлопка [79].

В работе [80] было установлено, что при использовании трехгранных колосников с углом 157° к радиусу пильчатого барабана и зазором между колосниками, равным 40 мм, значительно увеличивается очистительный эффект машины.

В очистителях ЧХ-3 и ЧХ-3М были использованы колосники с трапецеидальным сечением с размерами граней 25, 16, 12 и 10 мм. При этом выявлено, что трехгранные и трапецеидальные колосники способствуют значительному повреждению семян. Колосники имеют одинаковые размеры рабочей грани, как в трехгранных колосниках. Основными преимуществами колосников с плоской рабочей гранью (трехгранные, трапецеидальные)

является обеспечение увеличения силы ударного взаимодействия с хлопком. Это приводит к повышению эффекта очистки хлопка-сырца. Недостатком этих колосников является повышение образования свободного волокна, а также некоторое повреждение волокна и семян хлопка.



1-пильчатый барабан, 2-трапециадальные колосники.

Рис.1.19. а) Рабочая зона очистителя ЧХ-3М2 с трапецеидальными колосниками, б) Рабочая зона очистителя ОХП-3 трапецеидальными колосниками

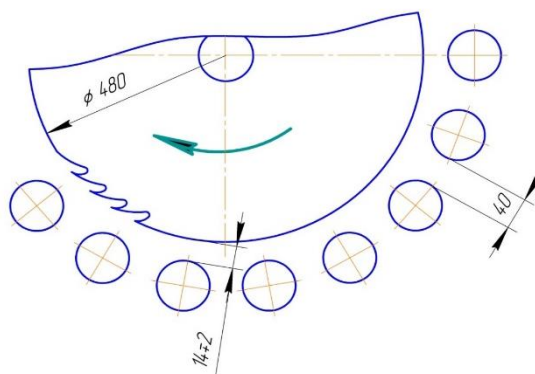
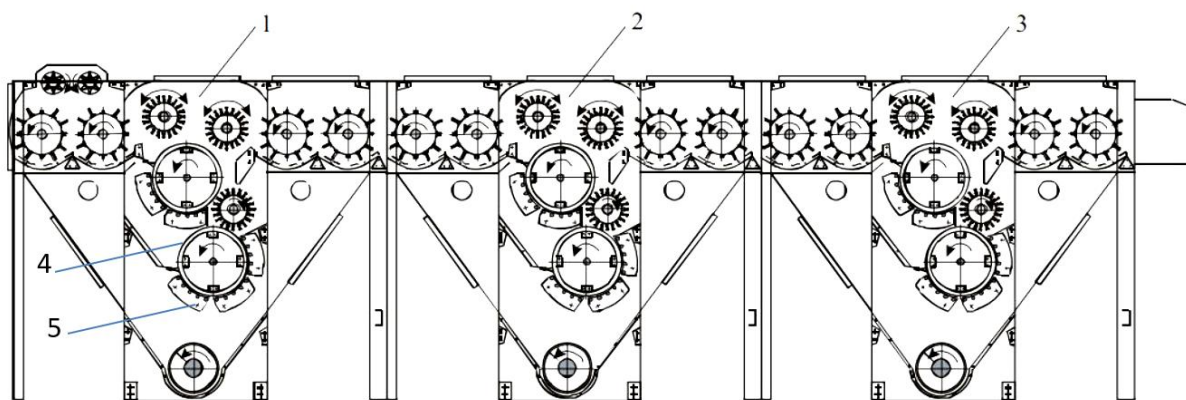


Рис.1.20. Рабочая зона очистителя УХК с круглыми колосниками

Трапецеидальные колосники также были использованы в секции очистки под пильчатым барабаном очистителя ОХП-3 (рис.1.21). При использовании трапецеидальных колосников в очистителях ЧХ-3М их рабочая грань выполнена размером 12 мм. Исследованиями выявлено, что данная конструкция оказалась малоэффективной. Круглые колосники уступают колосникам с плоской рабочей гранью по силе удара, которые позволяют интенсивно выделять сорные примеси и приводят к снижению количества

свободных волокон [81]. Известно, что в очистителях ОХ-2. ЧХ-3М2 "Мехнат", агрегат УХК, в очистителе - регенератора РХ используются колосники круглого профиля. На рис. 1.19 показана секция очистки очистителей ЧХ-3М2, "Мехнат" и агрегат УХК. По нашему мнению, колосники круглого сечения без дополнительных конструктивных решений не позволяют повысить очистительный эффект. Одним из путей, направленных на это является увеличение степени подвижности круглых колосников.

В последнее время широкое внедрение в производстве нашли хлопкоочистительные агрегаты УХК [70]. Агрегат УХК включает последовательно секции очистки хлопка-сырца от мелкого и крупного сора. На рис. 1.20 представлена принципиальная схема хлопкоочистительного агрегата УХК, включающий три секции очистки хлопка от крупного сора. Во всех этих трех секциях установлены по два пильчатых барабана 4 и колосниковые решетки 5 под ними. Колосники имеют круглое сечение с наружным диаметром 20 мм. Следует отметить, что с увеличением эффективности очистки каждой из секций можно сократить количество секций, тем самым и кратность очистки хлопка [82]. Чем меньше кратность очистки, тем меньше поврежденность волокна и семян.

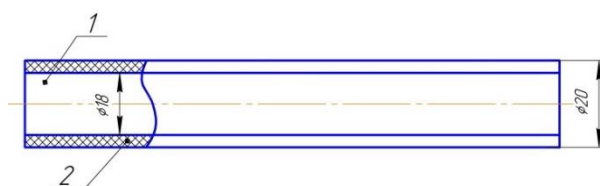


1,2,3-секции крупной очистки хлопка, 4-пильный барабан,
5-колосниковая решетка с колосниками круглого сечения.

Рис.1.21. Схема хлопкоочистительного агрегата УХК

Как отмечается в работе [83] Е.Ф.Будиным и др. были предложены

эластичные колосники (рис. 1.22), которые состоят из цилиндрического стержня диаметром 18 мм и насаженной на него резиновой трубки. В процессе работы очистителя колосники с резиновым покрытием амортизируют удары летучек хлопка о колосники, что снижает механическую поврежденность семян и уход летучек в отходы. При этом резиновая оболочка приводит к уменьшению ударного импульса. Кроме того, резиновое покрытие за счет увеличенного трения между хлопком и колосниками затормаживает протаскивание хлопка. Поэтому колосники с эластичным покрытием являются малоактивными и не нашли применение в производстве. Не нашла применения и конструкция колосниковой решетки (рис.1.23) имеющая колосники с рифлями на цилиндрической поверхности [84], которая приводит к поврежденности волокна и семян, повышается количество свободного волокна.



1-круглый стержень; 2-резиновая трубка.

Рис.1.22. Круглый колосник с резиновой насадкой

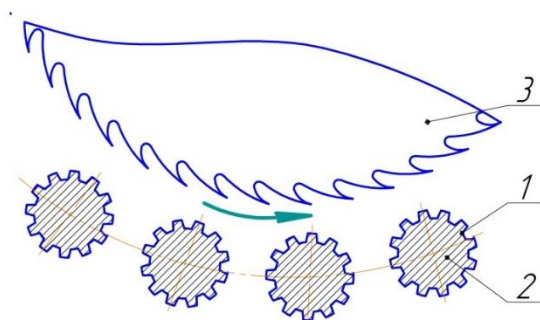


Рис.1.23. Колосниковая решетка очистителя волокнистого материала с рифлеными колосниками

1-колосники; 2-рифли (прямые); 3-пильчатый барабан

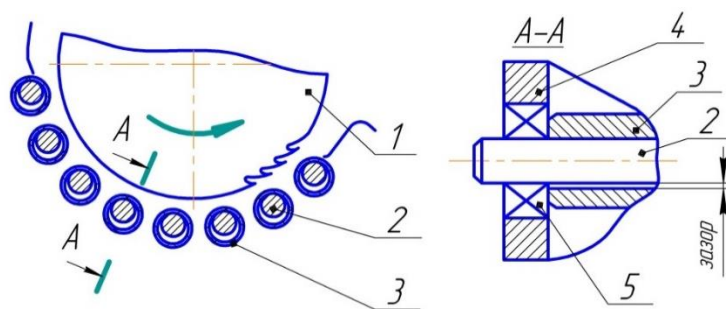
Более эффективным является конструкция колосниковой решетки

очистителя хлопка-сырца [85] схема которой представлена на рис 1.24. При взаимодействии материала с втулками 3 последние проворачиваются на стержнях 2, совершая сложные движения: колебательное и вращательное – колебательное за счет свободной посадки втулок на стержнях с образованием между ними зазора не более 0,1–0,15 наружного диаметра втулки. При таком сложном движении втулок 3 происходит дополнительное встряхивание хлопка, способствующее лучшему выделению из него сорных примесей.

В колосниковой решетке [86] колосники установлены на боковых сегментах посредством упругих опор (см. рис.1.24). При протаскивании хлопка-сырца взаимодействовать последнему с колосниками и сообщать им колебательное движение, способствующее дополнительному встряхиванию летучек хлопка и выделению сорных примесей.

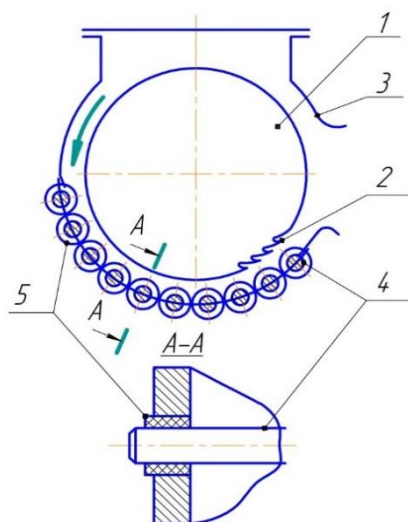
Однако, недостатком этой конструкции является ограниченная амплитуда и частота колебаний колосников, зависящие от характеристик резиновой втулки.

В работе [61] предлагается колосниковая решетка очистителя крупного сора, где под пыльчатый барабан установлены трехгранные колосники с диаметром описывающей окружности равной 20 мм, имеющие принудительные вращения. Преимуществом колосниковой решетки с трехгранными вращающимися колосниками (см. рис.1.25) является то, что они позволяют лучше выделять сорные примеси за счет своих граней, и несколько увеличивают очистительный эффект. При совпадении впадин соседних трехгранных колосников фактически увеличивается зазор между колосниками, что приводит к выпадению через них летучек хлопка-сырца. Кроме того, в трёхгранных колосниках может выпадать значительное количество летучек в отходы, а также увеличивается повреждение волокна и семян хлопка.



1-пильчатый барабан; 2-стержень; 3-втулки (колосники), 4- сегментная стойка, 5-подшипники качения.

Рис.1.24. Колосниковая решетка с составными колосниками из втулки установленные с зазором на стержне колосника



1-рабочий барабан, 2-колок, 3-корпус, 4-колосник, 5-втулка.

Рис.1.25. Колосники на упругих опорах

В колосниковой решетке, где между смежными круглыми колосниками установлены колосники многогранной формы [82], имеющие также принудительные вращения (рис.1.26). В процессе работы очистителя колосники с принудительным вращением в некоторой степени встряхивают хлопок, в связи с чем появляется некоторый дополнительный эффект очистки хлопка. Но в этой конструкции также имеет место выпадения летучек в отходы и в некоторой степени увеличивается механическая поврежденность волокна и семян. На рис. 1.27 представлен очиститель хлопка-сырца от крупных сорных примесей. Очиститель работает следующим образом. Хлопок-сырец

поступает в бункер 1, проходя через питающие валики 2, захватывается пальчатым барабаном 4 и закрепляется притирочной щеткой 3. При этом закрепленные таким образом на зубьях пальчатого барабана летучки хлопка-сырца ударяются о поверхности колосников, за счет чего часть сорных примесей удаляется и выделяется в лоток 7. Захваченные пальчатым барабаном летучки хлопка-сырца ударяются сильнее о первый колосник, и отскакивают обратно к поверхности пальчатого барабана. В этот момент происходит дополнительное зацепление зубьями пальчатого барабана незахваченных волокон. Длина связи между пилками и хлопком-сырцом уменьшается. При этом летучка ударяется о ближайший второй колосник. Вследствие сокращения длины связок центр летучки перемещается в сторону центра и за счет уменьшения зазора между пальчатым барабаном и колосниками оказывается близко к центру колосника, из-за чего сила удара возрастает и повышается очистительный эффект. Процесс повторяется во второй и третьей группах колосников.

При установках колосников с различными диаметрами с постоянным зазором между ними и пальчатым цилиндром, а также неизменным зазором между колосниками обеспечивается необходимое условие рыхления и очистки волокнистого материала [86]. Эффект очистки увеличивается за счет последовательных соударений волокнистого материала (хлопка) по колосникам с различными диаметрами (из-за различных цилиндрических поверхностей ударной импульс также будет различным). При этом радиус установки колосников относительно оси вращения цилиндра и шаг между ними будут различными, которые соответствуют значениям соответствующих диаметров колосников. Недостатком является большой уход летучек в отходы.

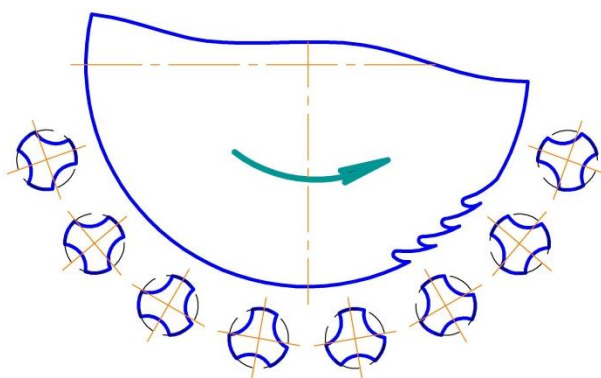
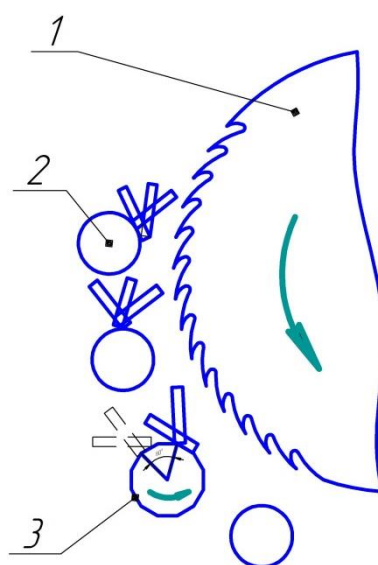


Рис.1.26. Колосниковая решетка очистителя хлопка-сырца с вращающимся трехгранными колосниками



1-пильчатый барабан; 2-круглые неподвижные колосники;
3-вращающейся многогранный колосник.

Рис.1.27. Колосниковая решетка очистителя хлопка-сырца с вращающейся многогранными колосниками

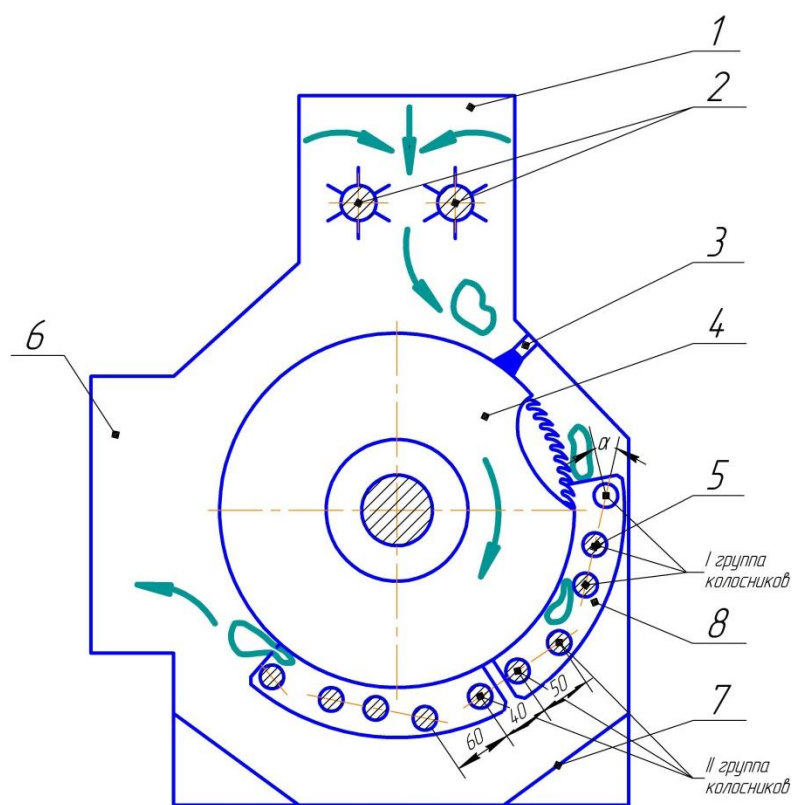


Рис.1.28. Очиститель хлопка-сырца от крупных сорных примесей

1.4. Выводы по главе 1

1. Анализ работ по технологии сепарации хлопка позволил выявить основные его недостатки, такие как повышенное дробление семян, отделение волокон и уход их в отходы, нестабильный сьем волокон, который приводит к их повреждению.
2. Установлено, что рассмотренные конструкции сепараторов хлопка и режимы их работы не обеспечивают сохранность природных свойств хлопка-сырца.
3. Анализ процессов очистки хлопка от мелкого сора позволил установить основные направления, по которым происходило их усовершенствование, выявлены основные направления развития технологии, которые заключаются в необходимости избегать регулярного движения обрабатываемого материала.
4. Установлено, что не в полной мере использовано вибрационное воздействие на обрабатываемый материал, и в его использовании заключается резерв повышения эффективности очистительного оборудования.
5. В процессе очистки хлопка от крупного сора резерв повышения эффективности заключается в использовании вибрации колосников для интенсификации воздействия на обрабатываемый материал.

ГЛАВА 2. РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНОЙ КОНСТРУКЦИИ СЕПАРАЦИОННО-ОЧИСТИТЕЛЬНОЙ СЕКЦИИ ПОТОЧНОЙ ЛИНИИ ОЧИСТКИ ХЛОПКА-СЫРЦА

Поточная линия очистки хлопка-сырца в хлопкозаводах и кластерных производствах включают сепаратор хлопка-сырца, очистителей 1ХК, УХК. Основным недостатком существующих конструкций является: неравномерность распределения хлопка-сырца, как по ходу движения, так и по ширине рабочих органов, низкий эффект очистки хлопка от крупного и мелких сорных примесей, несовместимость работы сепаратора с очистителями хлопка по их производительности и др. Поэтому для ликвидации указанных недостатков, увеличение эффекта очистки, равномерности процессов сепарации хлопка от воздуха и очистки, обеспечения совместности их по производительности была разработана конструктивная схема сепарационно-очистительной секции поточной линии очистки хлопка. Кроме того, для дополнительного увеличения эффекта сепарации и очистки хлопка-сырца были разработаны ряд эффективных и ресурсосберегающих конструкций отдельных рабочих органов сепараторов и очистителей хлопка, который в совокупности обеспечивают высокий эффект отделения воздуха от хлопка и очистки его от крупных и мелких сорных примесей.

2.1. Совершенствование технологии на сепарационно-очистительной секции поточной линии очистки хлопка

Как отмечалось выше [6, 22], известная сепарационно-очистительная секция очистительного цеха включает сепаратор СС-15А, ШХ-шнеки и два параллельно установленных очистительных агрегата УХК. Основным недостатком сепарационно-очистительной секции очистительного цеха является неравномерность подачи хлопка-сырца сепаратора по его рабочей длине и неравномерное распределение хлопка-сырца по очистительным агрегатам УХК за счет последовательного распределения хлопка, а также низкий эффект очистки хлопка от мелкого и крупного сора из-за

несовершенства рабочих органов очистительного агрегата УХК. (таблица 2.1)
[88. 233-234 с]

Таблица 2.1

Очистительный эффект агрегата УХК

Трудно очищаемых С4880, 149-Ф, на I и II сортах, при исходной влажности 8-9% при производительности не более 7000 кг/ч	75-80
на III и IV сортах, при исходной влажности 9-10 % при производительности не более 5000 кг/ч	75-80

Кроме того, конструкцию невозможно использовать в кластерных производствах, где целесообразно одинарная поточная линия очистки с производительностью (7÷8) т/ч.

Следует отметить, что хлопкоочистительной агрегат УХК, состоящий из последовательно установленных зон очистки от мелкого и крупного сора, при этом зона очистки от мелкого сора включает питающие валики и последовательно установленные колковые барабаны и сетчатые поверхности под ними. Зоны очистки от крупного сора включают по два пильных цилиндра и колосники под ними. При этом мелкие и крупные сорные примеси выпадают в один винтовой конвейер. Основным недостатком очистителя является низкий эффект очистки хлопка за счет несовершенства рабочих органов [89].

Из вышеизложенного анализа можно отметить, что существующий сепаратор представляет собой камеру, разделенную сетчатой перегородкой на две части: хлопковую и воздушную. В хлопковой части расположены направляющий и скребок, который очищает хлопок-сырец с сетки, расположенной по боковым сторонам, и направляет его вакуум-клапан. Вакуум-клапан предназначен для выгрузки хлопка-сырца из камеры сепаратора и создания герметичности, препятствующей подсасыванию в камеру сепаратора через выгрузочное отверстие наружного воздуха.

Воздушная часть камеры ограничена сетчатой поверхностью по бокам. Подаваемый в сепаратор воздушным потоком по патрубку хлопок-сырец ударяется о стенку рабочей камеры. При этом скорость воздушного потока в сепараторе резко падает, и основная часть хлопка-сырца сваливается в вакуум-клапан, а определенная часть достигает сетчатой поверхности и сбрасывается скребком в вакуум-клапан. Существенным недостатком данного сепаратора является то, что вовремя съема скребками хлопка - сырца повреждается волокно, придавленное воздушным потоком к сетчатой поверхности, и семена. Кроме того, ограничена полезная площадь сетчатой поверхности, что затрудняет полный съем части хлопка [90].

Нами предложена конструкция сепаратора для хлопка-сырца, содержащая разделительную камеру с перфорированными сетками в торцевых стенках, отверстия которых выполнены цилиндрическими под углом 45° - 60° к плоскости сетки. Патрубки для ввода и вывода хлопка-сырца, вакуум-клапан, примыкающие к дискам скребки с упругими лопастями, смонтированные на приводном валу [91].

С целью обеспечения непрерывности и равномерности отделения хлопка от воздуха в сепараторе по его длине, увеличения очистительного эффекта, обеспечения совмещенности работы сепаратора и очистителя хлопка, позволяющего использование в кластерных производствах с одинарной поточной линией очистки хлопка, нами была усовершенствована конструкция, компоновка и совмещенность сепараторов и очистителя хлопка, конструкций элементов очистителя.

Сущность конструкции заключается тем, что сепарационно-очистительная секция очистительного цеха состоит из сепаратора совмещенный одним очистителем хлопка и включает сепарационную камеру с входным и выходным патрубками, перфорированную торцевую сетку со скребком, установленную с торца камеры, вакуум-клапан с крыльчаткой, расположенный в нижней части камеры, и направитель, смонтированный на входе в камеру, при этом на входе в сепарационную камеру смонтированы

верхний направлятель, ориентированный от входа к вертикальной оси торцевой сетки, выполненный составным, включающим криволинейную основную жесткую пластину, к которой через прокладку, обладающую упруго-эластичной деформацией, присоединена наружная пластина, и нижний направлятель. При этом сетчатые поверхности выполнены сферической формы с радиусом $(1,25 \div 1,35) \cdot R_{\text{ц}}$ (где, $R_{\text{ц}}$ - внутренний радиус цилиндрической части камеры), причем скрепки с упругими лопастями также выполнены сферическими с радиусом, равным радиусу сетчатой поверхности, совмещенный с сепаратором очиститель хлопка состоит из последовательно установленных зон мелкой и крупной очистки, при этом зона мелкой очистки включают питающие валики и последовательно установленные колковые барабаны и сетчатые поверхности под ними. Зоны крупной очистки включают по две пильных цилиндров и колосников под ними и сороотводы, выполненные отдельно для мелкой и крупной очистки. Левый питающий валик выполнен с диаметром большим в 1,2 раза, чем диаметр правого питающего валика, колки барабанов выполнены многогранными и в виде усеченного конуса. В зонах крупной очистки зазоры между пильными цилиндрами и колосниками выбраны уменьшающимся по ходу протаскивания хлопка, причем в начальной зоне очистки этот зазор выбран 17 мм, а в выходной зоне 13 мм. В главе 5 показано, что конструкция обеспечивает эффективное отделение хлопка от воздуха, совмещенную работу сепаратора и очистителя, а также обеспечивает увеличение очистительного эффекта хлопка от мелкого и крупного сора [91].

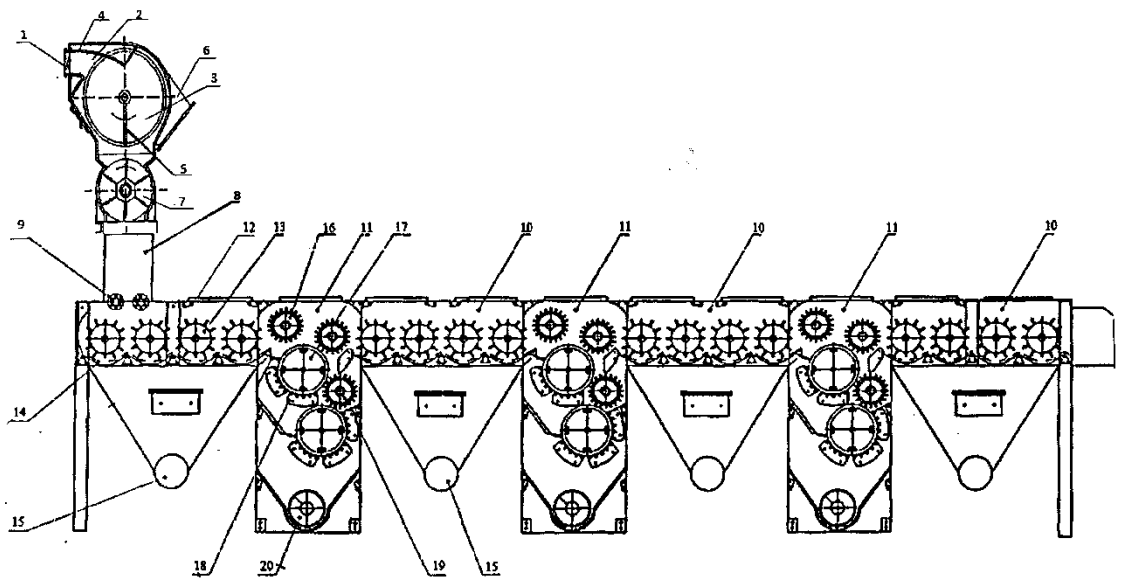
Конструкция состоит из сепаратора и очистителя хлопка (рис.2.1) Сепаратор хлопка-сырца состоит из сепарационной камеры 2, на торцах которой смонтированы сетчатые поверхности 3, имеющие сферическую форму с радиусом $R=(1,25-1,35) \cdot R_{\text{ц}}$ ($R_{\text{ц}}$ - внутренней радиус цилиндрической части камеры). (рис.2.1 а и б) Прилегающие к сетчатым поверхностям 3 скребки 5 с упругими лопастями смонтированы на приводном валу 4, которые также выполнены сферическими с радиусом R (см. рис.2.1.б). В центре камеры

2 имеется входной патрубок 1, по бокам выходные патрубки 6. Под камерой 2 установлен вакуум-клапан 7. Внизу сепаратора установлена шахта 8 и далее питающие валики 9.

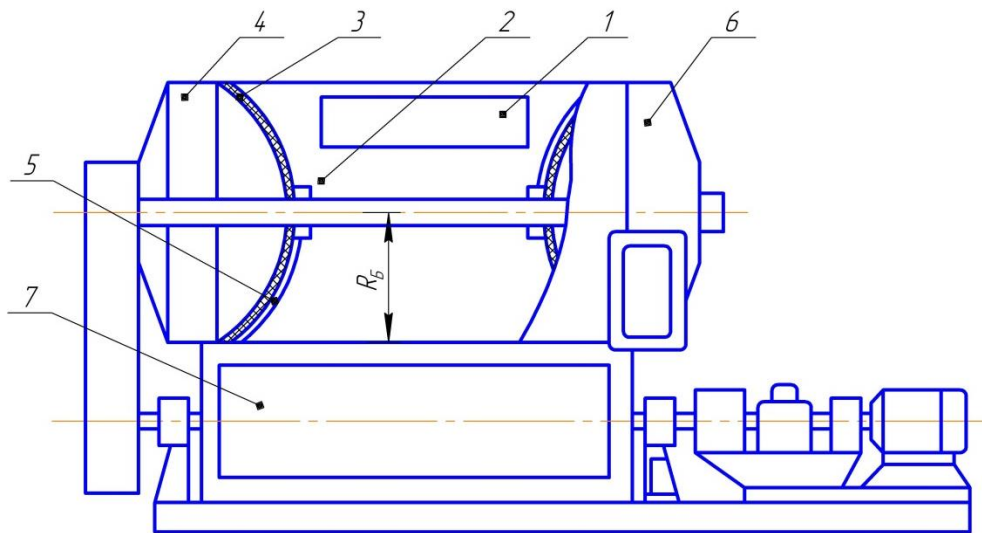
Очиститель хлопка включает зону очистки от мелкого сора 10 и зону очистки от крупного сора 11 установленные в корпусе 12. В зоне очистки от мелкого сора 10 установлены колковые барабаны 13 и под ними сетчатая поверхность 14 и сороотвод 15 для мелкого сора. Зона очистки от крупного сора 11 включает щеточные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

Питающие валики 9 выполнены с различными наружными диаметрами, причем, $d_1=1,2d_2$ (см.рис.2.1.в). Колки 21 барабана 13 выполнены в виде усеченного корпуса (см.рис.2.1.г). В крупной зоне очистки хлопка зазоры между колосниками решетки 18 и пыльным цилиндром 17 выполнены уменьшающимся, при этом $\Delta_{\text{вх}} - \Delta_{\text{вых}} = 17 - 13 = 4$ мм (минимальный размер семени), $\Delta_{\text{вх}}$ - зазор между пыльным цилиндром 17 и колосниковой решетки 18 в начальной зоне протаскивания хлопка, $\Delta_{\text{вых}}$ – зазор в выходной части [92].

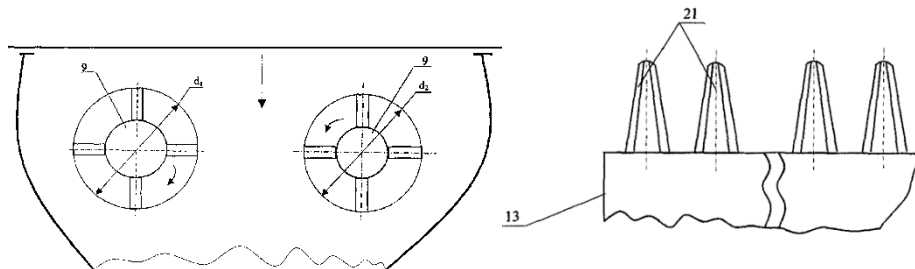
Сепарационно-очистительная секция очистительного цеха работает следующим образом. Хлопок-сырец в сепаратор поступает через входной патрубок 1. С помощью верхнего и нижнего направителей 4 с криволинейной рабочей поверхностью хлопок-сырец и воздух направляются в зону усиленного витания хлопка-сырца, то есть в центральный участок сетчатой поверхности 3. При этом значительно уменьшаются механические воздействия на хлопок. Кроме того, нижний направитель 4 дополнительно не позволяет выпадание хлопка в зазор между стенкой корпуса и сетчатой поверхности 3. Направитель 4 обеспечивают непрерывное и равномерное



а)



б)



в)

г)

а-общая схема; б-схема сепаратора; в-схема питающих валиков; г-схема колков барабана.

Рис.2.1. Сепарационно – очистительная секция очистительного цеха

распределение хлопка и отделение от него воздуха. При этом воздух пневмосистемой отсасывается через сетчатые поверхности 3 и из выходного патрубка 6 выносится за пределы сепаратора. 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 с радиусом $R=(1,25-1,35)*R_{ц}$ увеличены рабочие поверхности сеток 3. Это позволяет отсасывание воздуха через сетки 3 без торможений. Вращающийся вал 4 приводит в движение скрепки 5, которые, перемещая летучки хлопка, осевших на сферических сетчатых поверхностях 3, направляют их в вакуум-клапан 7. При этом за счет сферической формы сетчатых поверхностей 3 количество хлопка-сырца, осевшее на них, будет равномерно распределенными и поэтому их вытаскивание из отверстий сетки 3 будет несложным. 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 и питающим валикам 9. Для ликвидации забоев в зоне питания левый питающий валик 9 вращается с большей линейной скоростью их лопастей относительно линейной скорости лопастей правого питающего валика 9. В зоне очистки хлопка от мелкого сора, конические многогранные колки 21 барабанов 13 захватывают хлопок, протаскивания их по сетчатой поверхности 14, разрыхляют. При этом мелкие сорные примеси отводятся сороотводом 15 отдельно от крупяного 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 по колосникам решетки 18. В начальной зоне очистки хлопок будет менее разрыхленным и поэтому зазор между пильным цилиндром 17 и колосником решетки 18 выбран большим $\delta_{вх}=17\text{мм}$, а в выходной зоне $\delta_{вых}=14\text{ мм}$. При этом обеспечивается эффективное выделение сорных примесей.

Конструкция обеспечивает эффективное отделение хлопка от воздуха, совмещённую работу сепаратора и очистителя, а также увеличение очистительного эффекта хлопка от мелкого и крупного сора и использование рекомендуемой конструкции в кластерных производствах.

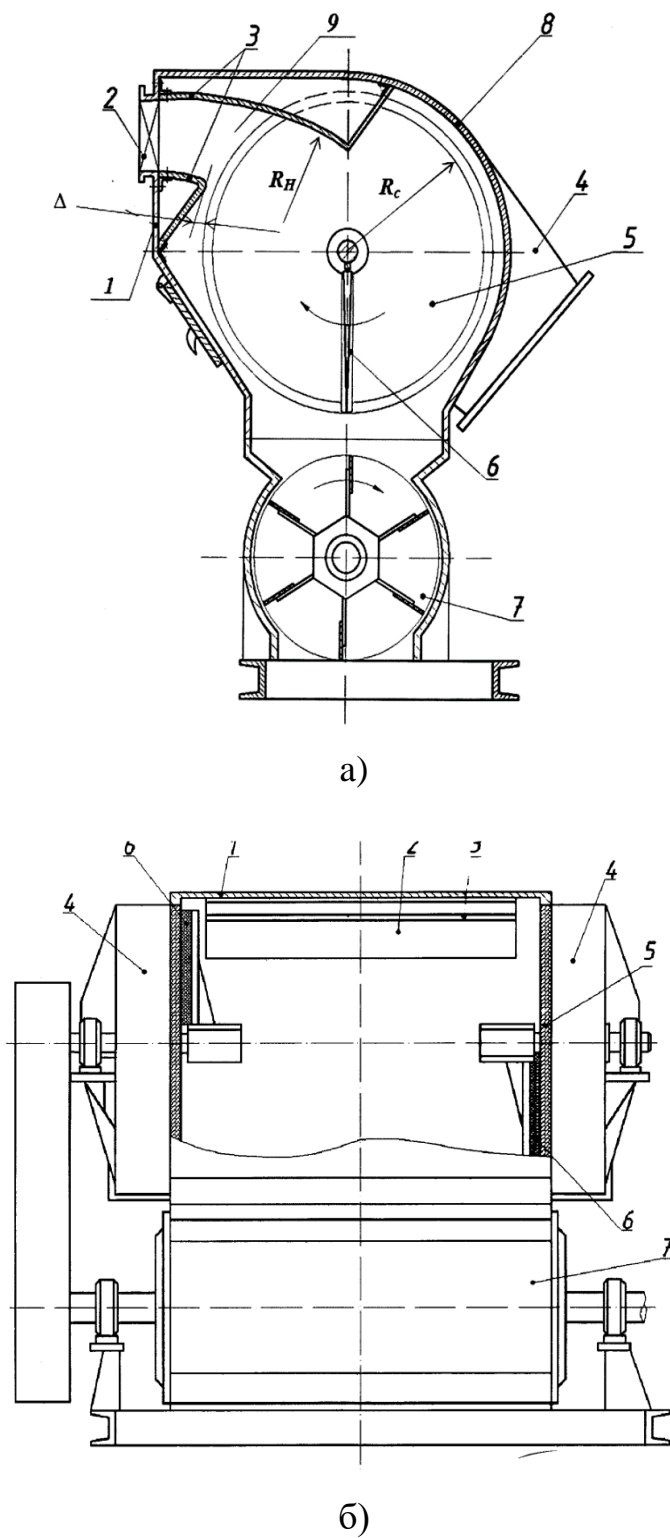
При этом для рассмотренной секции сепарации и очистки хлопка были разработаны ряд эффективных и ресурсосберегающих конструкций рабочих органов сепараторов и очистителей хлопка, преимущественного от крупного сора.

2.2. Сепаратор с криволинейными направляющими хлопка во входной части камеры

С целью максимального сохранения природных качеств выпускаемой продукции, исключения удар в хлопка-сырца о заднюю стенку и исключительное продление срока его эксплуатации была совершенствована конструкция с необходимыми геометрическими параметрами направляющих сепаратора, позволяющие минимальное снижение поврежденности хлопка и увеличение надежности сепаратора [92].

Сущность конструкции заключается в том, что сепаратор, содержащий сепарационную камеру, с торца которой расположена сетчатая поверхность со скребками, в нижней части камеры расположен вакуум-клапан с крыльчаткой, при этом в камере сепаратора на выходе установлены направлятели, изготовленные из металлических листов, рабочие части верхнего и нижнего выполнены криволинейной, в виде части цилиндра с радиусом $R_n = 1,25 R_c$ (где R_c -радиус сетчатой поверхности), причем рабочая поверхность верхнего направлятеля располагается до вертикальной оси сетчатой поверхности. Рабочая поверхность нижнего направлятеля выполнена укороченной, и образует зазор с сетчатой поверхностью не более (10÷15) мм. Направлятели установлены в корпусе сепаратора жестко (рис.2.2).

Сепаратор хлопка-сырца состоит из корпуса 1 (рис.2.2), входного патрубка 2, верхнего и нижнего направителей 3, выходного патрубка 4, сетчатой поверхности 5, скребка 6 и вакуум - клапана 7.



а-общая схема разработанного сепаратора; б-поперечные сечения сепаратора.

Рис. 2.2. Сепаратор хлопка-сырца.

Для отсасывания воздуха из воздушной камеры 9 в торцах установлены перфорированные стенки 5. Для очищения отдельных летучек хлопка, приставшим к перфорированным сеткам 5, имеются скребки 6, установленные на валу. Для удаления хлопка-сырца из сепаратора имеются вакуум-клапан 7 с установленной на валу крыльчаткой. Вращение скребкового вала осуществляется клиноременной передачей от вакуум-клапана 7. Рабочая поверхность верхнего направителя 3 выполнена криволинейной радиусом $R_n = 1,25 R_c$ (где R_c -радиус сетчатой поверхности), длина рабочей поверхности 5 верхнего направителя 3 доходит до вертикальной оси сетчатой поверхности 5. Рабочая поверхность нижнего направителя 3 также криволинейной, радиусом R_n и составляет зазор с сетчатой поверхностью 5 в пределах (10÷15) мм.

Работа сепаратора осуществляется следующим образом.

Хлопок-сырец в сепаратор поступает через входной патрубок 2. С помощью верхнего и нижнего направителей 3 с криволинейной рабочей поверхностью хлопок-сырец и воздух направляется в зоне усиленного витания хлопка-сырца, то есть в центральный участок сетчатой поверхности 5, а не на заднюю стенку 8 корпуса 1 сепаратора. При этом значительно минимизируются механические воздействия на хлопок. Кроме того, нижний направитель 3 дополнительно не позволяет выпадение хлопка в зазор между стенкой корпуса 1 и сетчатой поверхностью 5. Воздух отсасывается через воздушную камеру 9 и отводится через выходной патрубок 4. Для очищения отделенных летучек хлопка, приставших к перфорированным сеткам 5, скребки 6 сбрасывают их в вакуум-клапан 7.

Предлагаемый сепаратор хлопка-сырца позволяет максимально сохранить природные качества выпускаемой продукции и значительно продлить срок его эксплуатации.

2.3. Сепаратор хлопка-сырца с составным упругим направителем

Было усовершенствована конструкция сепаратора, позволяющая малые колебания направителя, обеспечивающая снижение поврежденности хлопка и увеличение надежности сепаратора (рис.2.3).

Сущность конструкции заключается в том, что сепаратор содержащий сепарационную камеру, с торца которой расположена сетчатая поверхность со скребками, в нижней части камеры расположен вакуум-клапан с крыльчаткой, при этом в камере сепаратора на выходе установлены направители, изготовленные из металлических листов, рабочие части верхнего и нижнего выполнены криволинейной, в виде части цилиндра с радиусом $R_n = 1,25 R_c$ (где R_c – радиус сетчатой поверхности), причем рабочая поверхность верхнего направителя располагается до вертикальной оси сетчатой поверхности. Рабочая поверхность нижнего направителя выполнена укороченной и образует зазор с сетчатой поверхностью не более (10÷15) мм. Направители установлены в корпусе сепаратора жестко. Причем верхний направитель выполнен составным из наружной части пластины, выполненной из пластмассы, которая прикреплена к основной пластине посредством резиновой прокладки, толщина которой увеличивается от выходной части до оси сетчатой поверхности. Основная пластина жестко установлена в корпус сепаратора. Пластины и резиновая прокладка соединены между собой специальным клеем. При этом за счет малых нелинейных колебаний пластмассовой пластины взаимодействие с хлопком будет мягким, снижается поврежденность семян [93].

Хлопок-сырец в сепаратор поступает через входной патрубок 2. С помощью верхнего и нижнего направителей 3 с криволинейной рабочей поверхностью хлопок-сырец и воздух направляется в зону усиленного витания хлопка-сырца, то есть в центральный участок сетчатой поверхности 5, а не на заднюю стенку 8 корпуса 1 сепаратора.

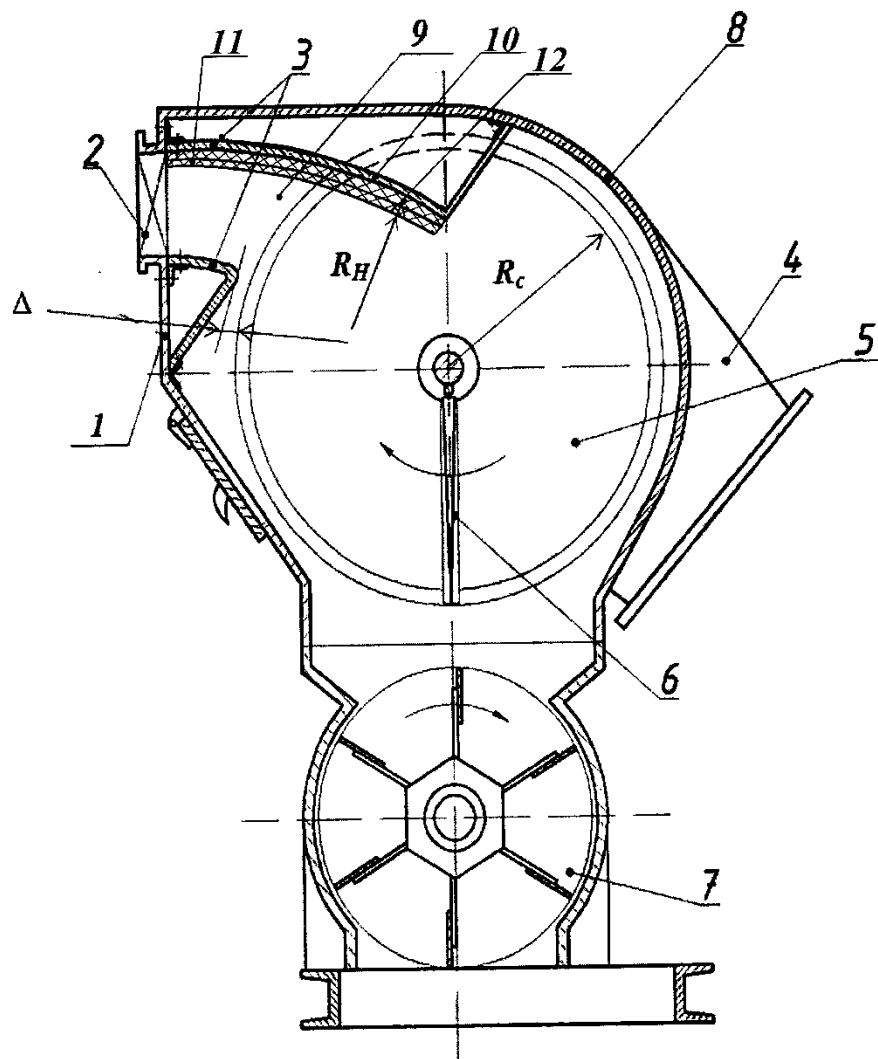


Рис.2.3. Сепаратор с составным направляющей с упругим амортизатором.

При этом значительно уменьшаются механические воздействия на хлопок. Воздух отсасывается через воздушную камеру 9 и отводится через выходной патрубок 4. Для очищения отделенных летучек хлопка, приставших к перфорированным сеткам 5, скребки 6 сбрасывают их в вакуум-клапан 7. При этом происходит нелинейные угловые колебания наружной пластмассовой пластины 11. Движение хлопка амортизируется, и основная часть хлопка выпадает в вакуум-клапан 7. При этом значительно уменьшается поврежденность хлопка. Кроме того, фактически исключаются жесткие ударные взаимодействия хлопка с задней стенкой 8 корпуса 1 сепаратора. Повышается надежность работы сепаратора.

2.4. Сепаратор хлопка-сырца с усовершенствованной конструкцией перфорированного диска

Для снижения поврежденности волокон хлопка при взаимодействии скребков с перфорированными дисками была усовершенствована конструкция сепаратора для снижения силы трения между волокнами хлопка и поверхностями отверстий перфорированных дисков (сеток) (рис.2.4).

Сепаратор хлопка-сырца состоит из корпуса 1 с входными 2 и выходными патрубками и, установленным в нижней части корпуса 1, вакуум-клапаном 4. В корпусе 1 размещена цилиндрическая камера 5, по торцам которой закреплены перфорированные сетки (диски) 6 (рис.2.4).

Для очищения отдельных летучек хлопка, приставших к перфорированным сеткам 6, имеются скребки 7, установленные на валу 8. При этом отверстия 9 перфорированной сетки 6 выполнены коническими с криволинейной поверхностью, соотношение диаметров основной отверстий 9 выбрано $d_2=(1,15\div 1,255) d_1$ (где d_1 – диаметр малого основания, d_2 – диаметр большого основания конических отверстий) [94].

Сепаратор для хлопка-сырца работает следующим образом. Хлопок воздушным потоком через входной патрубок 2 подается в разделительную цилиндрическую камеру 5 сепаратора. При этом воздух пневмосистемой отсасывается через перфорированную сетку 6 и из выходного патрубка 3 выносятся из предела сепаратора. Хлопок-сырец ударяется о сетки 6, скорость воздушного потока при этом резко снижается, и основная масса хлопка-сырца падает в вакуум-клапан 4, а часть оседает на поверхностях перфорированных сеток 6. Следует отметить что, за счет выполнения отверстий 9 сеток 6 коническими, значительно уменьшается сила, удерживающая волокон хлопка на поверхности сетки 6. Поэтому уменьшается часть массы хлопка, оседающей на поверхности сеток 6.

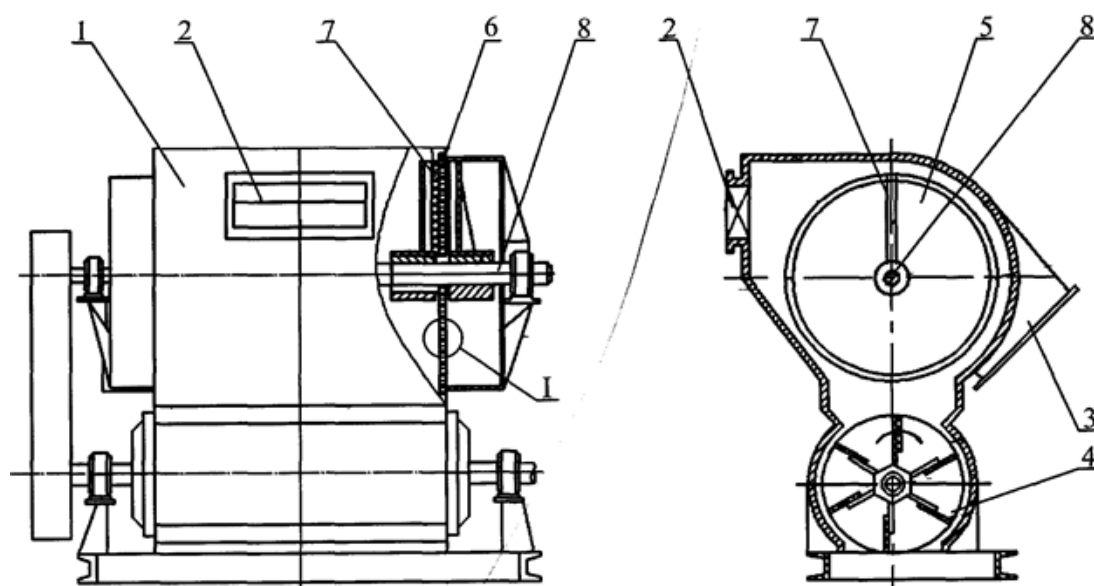
Равномерно вращающийся вал 8 приводит в движение скребки 7, которые, передвигая летучку хлопка, осевших на поверхностях перфорированных сеток 6, направляют их в вакуум-клапан 4. При этом за счет конических отверстий 9

основная масса волокон летучки в основном будет находиться в стороне большого основания отверстий 9, и поэтому их вытаскивание из отверстий 9 скребками 7 будет с меньшей силой. Криволинейность поверхности отверстий 9 позволяют снижения силы трения между волокнами летучек хлопка и этими поверхностями за счет совпадения образующих отверстий 9 с направлением сдвигающей силы скребков 7. При этом значительно уменьшается поврежденность волокон хлопка-сырца.

2.5. Сепаратор со сферической формой сетчатой поверхности отделительной камеры

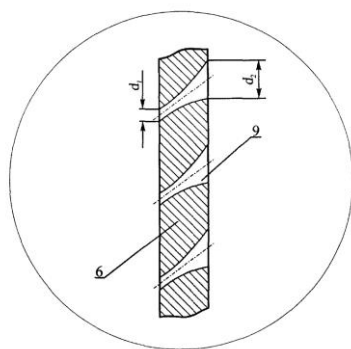
Для максимального сохранения природных свойств хлопка-сырца усовершенствована конструкция сепаратора хлопка-сырца путем увеличения полезной площади сетчатой поверхности [94].

Сущность конструкции заключается тем, что сепаратор хлопка-сырца содержит разделительную камеру с сетчатыми поверхностями в торцевых стенках, патрубки для ввода и вывода хлопка-сырца, вакуум-клапан,



а)

б)



в)

а-общая схема сепаратора; б-поперечные сечение сепаратора;

в-перфорированный диск (часть).

Рис. 2.4. Сепаратор хлопка – сырца.

примыкающие к сетчатым поверхностным скрепки с упругими лопастями, смонтированные на приводном валу, при этом сетчатые поверхности выполнены сферической формы с радиусом $(1,25 \div 1,35)R_{ц}$ (где, $R_{ц}$ – внутренний радиус цилиндрической части камеры), причем скрепки с упругими лопастями также выполнены сферическими с радиусом, равным радиусу сетчатой поверхности.

Сепаратор хлопка-сырца работает следующим образом (см. рис.2.5). Хлопок-сырец воздушным потоком через входной патрубок 1 подается в разделительную камеру 2 сепаратора. При этом воздух пневмосистемой отсасывается через сетчатые поверхности 3 и из выходного патрубка 6 выносится за пределы сепаратора. Хлопок 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 сетчатых поверхностях 3. Следует отметить, что за счет выполнения сетчатых поверхностей 3 сферическими с радиусом $R=(1,25-1,35) \cdot R_{ц}$ увеличены рабочие поверхности сеток 3. Это позволяет отсасывание воздуха через сетки 3 без торможений.

Равномерно вращающийся вал 4 приводит в движение скрепки 5, которые, передвигая летучки хлопка, осевшие на сферических сетчатых поверхностях 3, направляют их в вакуум-клапан. При этом за счет сферической формы сетчатых поверхностей 3 количество хлопка-сырца, оседавшего на них будет равномерно распределенными, и поэтому их вытаскивание из отверстий сетки 3 будет несложным. При этом значительно уменьшается поврежденность волокон хлопка-сырца и увеличится надежность работы сепаратора [94].

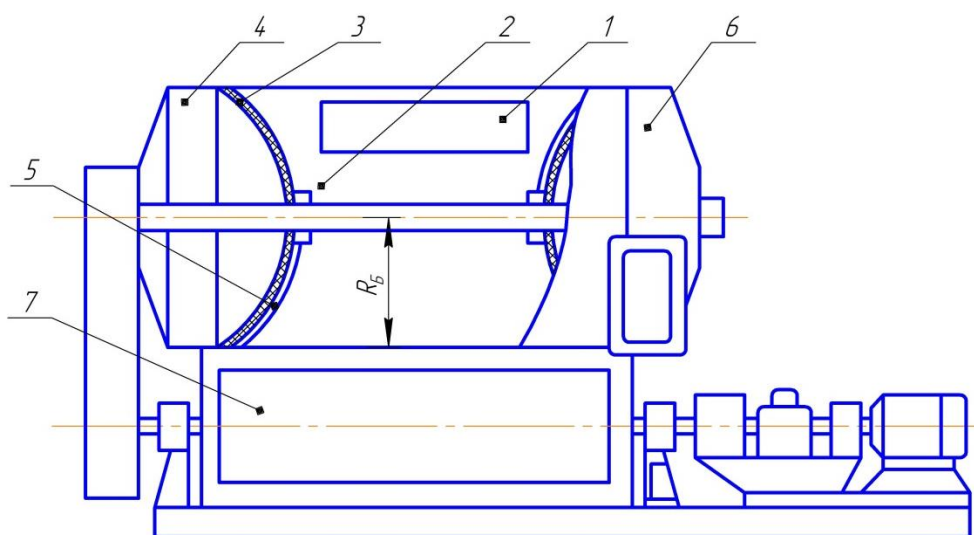


Рис. 2.5. Схема сепаратора со сферической формой конструкции сетчатой поверхности камеры

2.6. Совершенствование технологии очистки хлопка от мелкого сора

В технологии очистки хлопка-сырца от мелкого сора в зоне очистки в основном участвуют колковые барабаны и сетчатые поверхности.

С целью совершенствования технологии очистки хлопка от мелкого сора разработаны эффективные схемы конструкций сетчатой поверхности [66; с. 29-31, 95].

Для увеличения эффекта встряхивания летучек хлопка по сетчатой поверхности за счёт их колебаний предложена конструкция сетки очистителя волокнистого материала [95; с. 267-270]. В данной конструкции сетка, установленная жестко в дугообразных боковинах, выполнена с рядами отверстий, часть перемычек каждого ряда отверстий выполнена выступающими, имеющими либо сферическую, либо ломанную кривую. При этом сетка с рекомендованными перемычками образуют своеобразную волнистую (имеются выступы и впадины) поверхность. Недостатком известной конструкции является значительное торможение летучек хлопка на поверхности сетки из-за циклически меняющихся высот перемычек между

отверстиями. При этом значительно увеличивается поврежденность волокон хлопка, а также уменьшается производительность машины.

В устройстве для сушки и очистки хлопка-сырца [96], содержащем вертикальную камеру с узлами подачи, расположенных по высоте камеры в шахматном порядке перфорированные (с отверстиями) и сплошные поверхности, при этом каждая сплошная поверхность стенок совмещена со стенкой соответствующего патрубка для подачи теплоагента и выполнена из двух разновеликих взаимно перпендикулярных участков, меньший из которых расположен в плоскости, примыкающей к перфорированной поверхности, при этом сопла патрубков расположены на меньшем участке. Кроме того, угол наклона перфорированных поверхностей к горизонту составляет $50-55^{\circ}$, при этом большие участки сплошных поверхностей стенок соединены с последующими перфорированными поверхностями вертикальными щитами, с образованием зигзагообразного канала для волокна. Недостатком данной конструкции является низкий эффект очистки хлопка за счёт отсутствия вынужденного механического протаскивания по зигзагообразно расположенным сетчатым поверхностям. Данная конструкция преимущественно предназначена для сушки хлопка.

В другой известной конструкции [97] сетчатая поверхность, изготовленная из штампованной листовой, стали с отверстиями, изогнутой по дуге окружности по четырем углам (краям) имеет приваренные к ней стальные втулки, в отверстия которых входят пальцы, жестко соединенные с корпусом очистителя, а между пальцами и втулками установлены упругие (резиновые) втулки. Вследствие этого при взаимодействии волокнистого материала с поверхностью сетки происходят колебания (вибрации) сетки за счет деформации упругих втулок. При этом первые две упругие втулки, установленные в левых углах сетки, имеют большую толщину относительно толщины двух упругих втулок, установленных в правых углах сетки. Это обеспечивает наибольшие амплитудные колебания сетки в начале взаимодействия протаскиваемого волокон с колковым барабаном очистителя

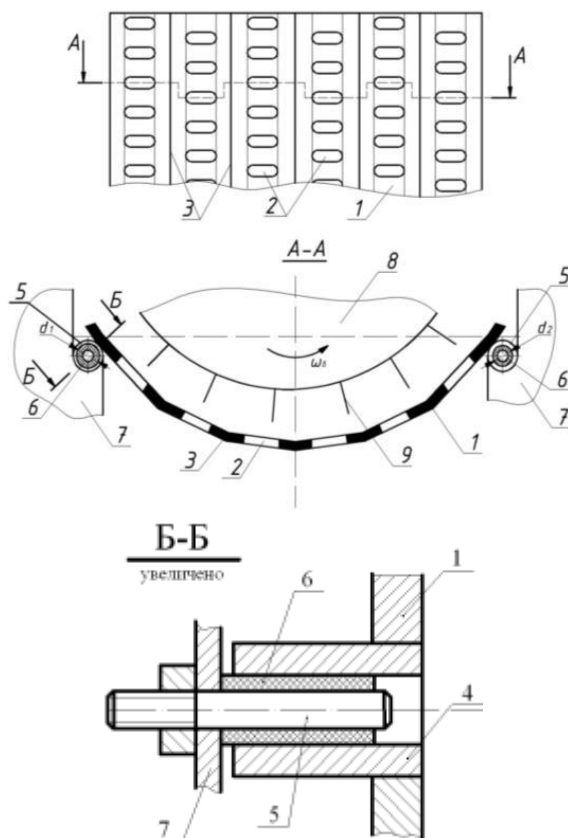
[98]. Недостатком данной конструкции является недостаточный контакт и монотонные движения протаскиваемой летучки хлопка по поверхностям перемычек между отверстиями сетки, а также недостаточное импульсное взаимодействие летучек хлопка с поверхностью сетки и недостаточное их торможение при протаскивании по дуге внутренней цилиндрической поверхности сетки, не позволяющие получение значительного эффекта очистки хлопка.

Значительное увеличение очистительного эффекта волокнистого материала (хлопка) от мелкого сора сороотводящей сетки очистителя волокнистого материала осуществляется усовершенствованием конструкции сетчатой поверхности путем обеспечения траектории движения летучек хлопка в зоне его протаскивания по ломаной линии по плоскостям (граням) составляющие сетчатую поверхность. При этом циклически будут меняться направления взаимодействия летучек хлопка с плоскостями многогранной сетчатой поверхности. Это приводит к эффективному выделению мелких сорных примесей из летучек хлопка.

Сетчатая поверхность очистителя волокнистого материала состоит из сороотводящей сетки, с отверстиями (рис.2.6). Сетчатая поверхность выполнена в виде части многогранной призмы с ребрами. Отверстия выполнены рядами в каждой грани (плоскостях), а между соседними гранями отверстия расположены в шахматном порядке. Сороотводящая сетка по краям в четырех углах имеет жестко соединенные втулки, в которые входят пальцы, жестко соединенные с корпусом очистителя. Между втулкой и пальцами установлены упругие (резиновые) втулки. Над сеткой в корпусе установлен барабан с колками.

В процессе работы хлопок-сырец захватывается колками барабана и протаскивается по сетчатой поверхности. При этом летучки хлопка будут перемещаться по граням сетчатой поверхности, меняя траекторию движения, подвергаясь циклическим взаимодействиям с многогранной сетчатой поверхностью. Это приводит к эффективному выделению сорных примесей.

Выделяющиеся при этом сорные примеси выпадают через отверстия. При этом за счет изменения общей массы хлопка, находящейся на поверхности сетки, происходят некоторые деформации упругих втулок. Учитывая, что масса протаскиваемого хлопка-сырца меняется со временем, также изменяются деформации втулок. Это приводит к колебаниям сетки с определенной частотой и амплитудой.



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

Рис. 2.6. Сетчатая поверхность очистителя волокнистого материала

При этом в начале зоны протаскивания хлопка-сырца колебания сетки будут происходить с наибольшей амплитудой за счет большего диаметра упругих втулок в этой зоне, а в конце зоны протаскивания хлопка-сырца амплитуда колебаний сетки будет наименьшей. Частота и амплитуда колебаний сетки зависит от жесткости упругих втулок, массы сетки и изменения массы протаскиваемого хлопка.

2.7. Повышение эффективности колосников очистителей хлопка от крупного сора.

Основными недостатками рассмотренных колосниковых решеток очистителей от крупного сора являются: низкий очистительный эффект, сложность конструкций, несовершенство конструктивных элементов, многократность очистки, недостаточная обоснованность технологических и конструктивных параметров и режимов вращения пыльчатого барабана.

В целях совершенствования существующих конструкций и повышения очистительного эффекта, нами был разработан ряд высокоэффективных конструкций колосниковых решеток, позволяющих максимально сохранять природные качества хлопка и семян [99, 100, 101].

В рекомендуемой нами конструкции композитные колосники установлены в боковых сегментах посредством упругих втулок, толщина которых выбраны уменьшающимся по ходу протаскивания хлопка. При этом межколосниковые зазоры также выбраны уменьшающимся по ходу протаскивания хлопка, причем разница между соседними межколосниковыми зазорами по ходу протаскивания хлопка выбраны равным разнице толщин упругих втулок между четными и нечетными соседними колосниками по ходу проскивания хлопка. При этом в конце зоны протаскивания хлопок будет более разрыхленный, и для снижения ухода летучек хлопка вместе с сором, межколосниковые зазоры будут иметь меньшие размеры.

Конструкция работает следующим образом (рис.2.7). Пильный цилиндр 4 захватывая зубьями хлопок-сырец, протаскивает их по колосникам 2. При этом колосники 2 совершают колебания за счет воздействия на них летучек хлопка и деформаций упругих втулок 3. Толщина упругих втулок 3 выбраны уменьшающимися по ходу протаскивания хлопка и , имеют соотношения:

$$\Delta_1 = r_1 - R; \Delta_2 = r_2 - R; \Delta_n = r_n - R; \Delta_1 > \Delta_2 > \Delta_n \quad (2.1)$$

где R – радиусы колосников; r_1, r_2, \dots, r_n – наружные радиусы упругих втулок 3 соответствующих колосников 2; $\Delta_1, \Delta_2, \dots, \Delta_n$ – толщина упругих втулок 3 соответствующих колосников 2.

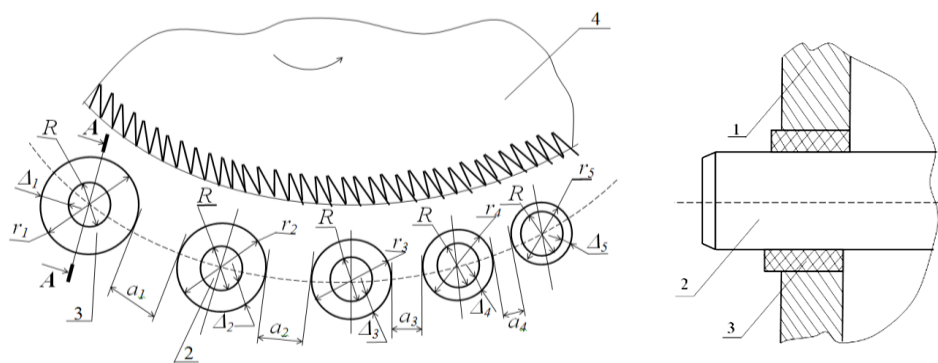


Рис.2.7. Колосниковая решетка очистителя волокнистого материала

При этом в начале зоны протаскивания хлопок-сырец будет менее разрыхленным и поэтому за счет большей толщины упругих втулок 3 колосники 2 в этой зоне будут совершать колебания с большей амплитудой и меньшей частотой, что позволяют не только выделению сорных примесей, но и некоторому разрыхлению хлопка. В конце зоны протаскивания хлопка за счет меньшей толщины упругих втулок 3 колосники 2 совершают колебания с большей частотой и меньшей амплитудой. Это приводит к выделению сорных примесей находящиеся более глубоко в волокнистой массе (летучке). Межколосниковые зазоры выбраны также уменьшающимся на ходу протаскивания хлопка, которые имеют соотношения:

$$a_1 - a_2 = \Delta_1 - \Delta_3; \quad a_2 - a_3 = \Delta_2 - \Delta_4; \quad a_3 - a_4 = \Delta_3 - \Delta_5; \quad a_{n-1} - a_n = \Delta_{n-1} - \Delta_{n+1} \quad (2.2)$$

где a_1, a_2, a_n – зазоры между колосниками 2 по ходу протаскивания хлопка.

При этом разница зазоров между соседними колосниками 2 по ходу протаскивания хлопка выбраны согласно (2.2) равными разнице толщин упругих втулок 3 соответственно между четными и нечетными соседними

колосниками 2. По ходу протаскивания хлопок будет более разделенными на летучки, и, для снижения выпадения их через зазоры между колосниками 2, эти зазоры выполнены уменьшающимися, согласно выражениям (2.2).

Рекомендуемая колосниковая решетка волокнистого материала позволяет значительное увеличение очистительного эффекта и снижает уход летучек хлопка с выделяемым сором.

Разработана следующая колосниковая решетка очистителя волокнистого материала, содержащая многогранные колосники с различным количеством граней, которые по ходу протаскивания волокнистого материала выбраны таким образом, что каждый последующий колосник имеет количество граней на одну больше, чем предыдущий колосник.

Колосники установлены в дугообразных боковиках посредством упругих резиновых втулок. В начальной зоне очистки хлопок подвергается взаимодействию с колосниками с меньшим количеством граней, обеспечивая постепенное разрыхление хлопка с выделением сора. В конце зоны протаскивания хлопка за счет большего количества граней колосников хлопок подвергается многочастотным по разным направлениям взаимодействия с гранями колосников. Это приводит и выделению сора, находящегося более глубоко в хлопке.

Предложенная конструкция состоит из колосников 1, которые установлены в упругих резиновых втулках 3, в дугообразных планках 4 и вращающемся пильчатого барабана 2. Колосники 1 выполнены многогранными. При этом каждой последующей колосник 1 имеет количество граней на одну больше чем предыдущий. Первый колосник выполнен четырехгранным, второй пятигранным, третий колосник, установленный по ходу протаскивания хлопка выполнен шестигранным и так далее. При трехсекционной колосниковой решетке каждая секция имеет по пять колосников 1, тогда последней колосник 1 будет иметь 18 граней (рис.2.8).

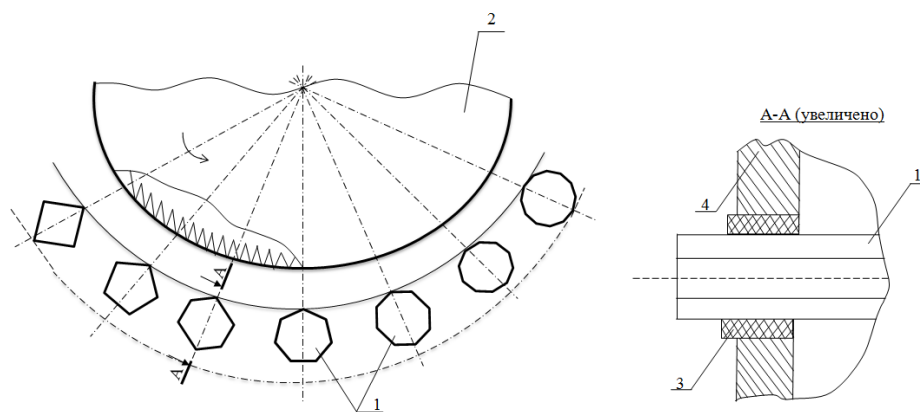


Рис.2.8. Колосниковая решетка очистителя волокнистого материала с многогранными колосниками на упругих опорах

В процессе работы хлопок-сырец (волокнистый материал) поступает к пильному цилиндру 2, зубья которого захватывают хлопок-сырец и протаскивают его по колосникам 1. При этом хлопок ударяется о многогранные колосники 1. Сила и направление ударов по ходу вращения барабана 2 будут различными за счет различного количества граней колосников 1. При этом с увеличением количества граней колосников 1 уменьшается сила удара хлопка по грани колосников 1, а с уменьшением количества граней колосников 1, наоборот, сила удара увеличивается. Поэтому в начальной зоне хлопок-сырец, ударяясь о колосники 1 с четырьмя гранями, с большей силой подвергается разрыхлению и выделению сора из него. Далее с увеличением граней колосников 1 сила взаимодействия хлопка с гранями колосников 1 хотя и уменьшается, но увеличивается их частота и амплитуда взаимодействия. Это способствует эффективному выделению преимущественно крупных сорных примесей. При этом придерживаются следующего соотношения:

$$K_i = K_{i-1} + 1 \quad (2.3)$$

где K_i – количество граней i – того колосника 1. K_{i+1} – количество граней $(i-1)$ -го колосника.

Для повышения производительности, очистительного эффекта, а также снижения ухода летучек хлопка в сороотвод усовершенствована конструкция колосниковой решетки, за счет необходимой последовательности установки круглых и многогранных колосников по ходу протаскивания хлопка. В процессе работы хлопок-сырец (волокнистый материал) поступает к пальчатому барабану 3, зубья которого захватывают хлопок-сырец и протаскивают его по колосниковой решетке. В зоне действия пальчатого барабана 3 хлопок ударяется циклически о многогранные колосники 1 и колосники 2 круглого сечения (рис.2.9). При этом сила и направление ударов по ходу вращения пальчатого барабана 3 будут различными за счет различного количества граней колосников 1. При этом с увеличением количества граней колосников 1 уменьшается сила удара хлопка по грани колосников 1, а с уменьшением количества граней колосников 1, наоборот, сила удара увеличивается. Такое взаимодействие хлопка с многогранными (различного количества) колосниками 1 способствует выделению из хлопка-сырца сорных примесей различной массы и с различной глубиной нахождения в хлопке.

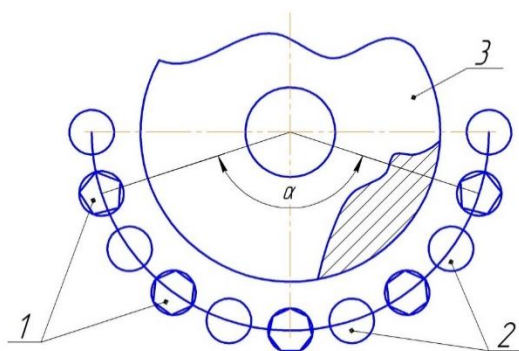


Рис.2.9. Колосниковая решетка очистителя волокнистого материала

Чередование колосников круглого сечения 2 между многогранными колосниками 1 при взаимодействии с волокнистым материалом значительно уменьшают их торможение, а также позволяет изменять силы импульсивного взаимодействия и закона движения волокнистого материала в зоне их протаскивания [102, 103, 104].

В следующей конструкции, которую мы рекомендуем, колосники из композитного материала крепятся к боковым сегментам с помощью эластичных элементов [91, 99, 100] приложение (16а, 16б, 16в).

Конструкция работает следующим образом (рис. 2.10). Пильный цилиндр 1, который своими зубьями удерживает летучки хлопка, протягивает их по сетке 2. При этом сетка 2, закрепленная на упругих втулках, вибрирует под действием протаскиваемых клочков хлопка. Толщина упругих втулок 3 уменьшается в процессе продвижения хлопка так, чтобы выполнялось соотношение (2.2):

$$\Delta_1=r_1-R; \Delta_2=r_2-R; \Delta_n=r_n-R; \Delta_1>\Delta_2>\dots>\Delta_n \quad (2.4)$$

где R – радиусы колосников; r_1, r_2, \dots, r_n – наружные радиусы упругих втулок 3 соответствующих колосников 2; $\Delta_1, \Delta_2, \dots, \Delta_n$ – толщина упругих втулок 3 соответствующих колосников 2.

Использование композита с пластмассовой матрицей для изготовления колосников полностью исключает возгорание хлопка от искры возникающей из-за удара камня по колосникам.

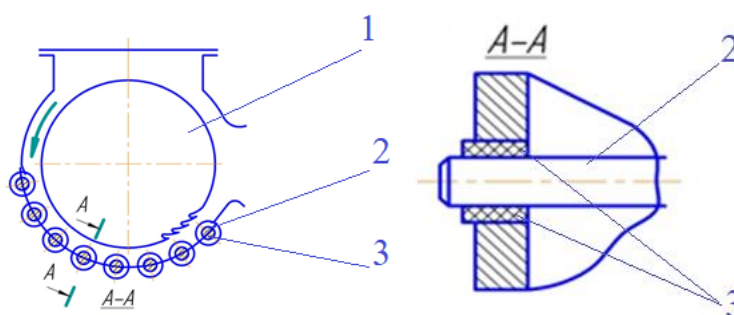


Рис.2.10. Предлагаемая колосниковая решетка очистителя хлопка

Предложенная конструкция исследована теоретически в главе 4 и апробирована в условиях производства, результаты апробации приведены в главе 5.

2.8. Выводы по главе 2

1. Предложено совмещение и обеспечение непрерывности технологий отделения хлопка сырца от воздуха и очистки. На этой основе разработана конструктивная схема сепарационно-очистительной секции поточной линии очистки хлопка-сырца.

2. Разработаны эффективные конструктивные схемы рабочих органов и элементов сепараторов хлопка:

- сепаратор с криволинейными направляющими хлопка во входной части камеры;

- схема сепаратора хлопка-сырца с составной направляющей с упругим амортизатором;

- сепаратор хлопка-сырца с усовершенствованной конструкцией перфорированного диска;

- схема сепаратора со сферической формой конструкции сетчатой поверхности камеры.

3. На основе анализа работ по совершенствованию технологии и техники очистки хлопка разработана модернизированная технологическая линия очистки хлопка-сырца

4. Рекомендована схема очистки хлопка с использованием разработанных конструкций многогранных сетчатых поверхностей.

5. Рекомендованы эффективные конструктивные схемы рабочих органов и элементов секции крупного очистки хлопка:

- очиститель хлопка с коническими колосниками на упругих опорах, толщина которых уменьшается по ходу протаскивания хлопка, при этом межколосниковые зазоры также выбраны уменьшающимися;

- очиститель хлопка-сырца с многогранными композитными колосниками на упругих резиновых опорах;

- очиститель хлопка от крупного сора с комбинированными колосниками, выполненными в виде цилиндрических и многогранных колосников, установленных с чередованием по ходу протаскивания хлопка.

ГЛАВА 3. ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ РАБОЧИХ ОРГАНОВ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ ЗОНЫ СЕПАРАЦИИ ВОЗДУХА ОТ ХЛОПКА В КОМБИНИРОВАННОМ СЕПАРАЦИОННО – ОЧИСТИТЕЛЬНОМ АГРЕГАТЕ

В разработанной конструкции сепарационно-очистительного агрегата машины в нем расположены последовательно. Это обеспечивает непрерывность и равномерность технологических процессов отделения хлопка-сырца от воздуха, а также очистку хлопка. При этом важным является обеспечение эффективности разделения воздуха от хлопка, сохраняя его природные физико-механические свойства. Для минимизации повреждения волокон и семян хлопка в зоне сепарации и очистки хлопка-сырца использованы рабочие органы, позволяющие мягкое взаимодействие с хлопком. Для обеспечения основных параметров сепарационно-очистительного агрегата были проведены комплексные теоретико-экспериментальные исследования. Далее рассмотрены результаты теоретических исследований зоны сепарации хлопка-сырца.

3.1. Теоретическое исследование процессов формирования и съема слоя хлопка-сырца с поверхности сепараторной сетки.

Рассмотрим процесс движения хлопкового слоя в сепараторе. Такой слой образуется на поверхности сетки под действием непрерывного потока хлопка, а также в результате отделения сырья скребком. Толщина слоя на поверхности меняется, при вращении скребок соскабливает его с поверхности, и он под собственным весом и попадает в зону вакуумного клапана.

Выберем полярную систему координат $(r, \bar{\theta})$, которая находится в центральной точке поверхности. Толщину слоя определяется следующим образом $h = h(\bar{\theta})$, где h – толщина хлопка на поверхности сетки, угол наклона $\bar{\theta}$ рассчитывается исходя из положения скребка и зависит от времени t (рис. 3.1).

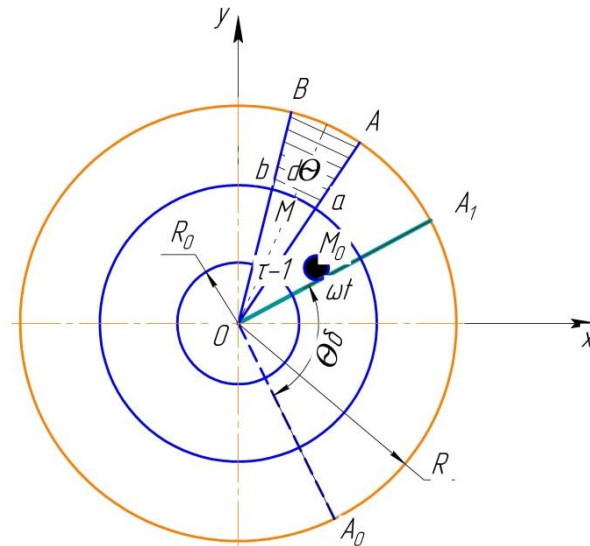


Рис.3.1. Схема движения скребка по сетке сепаратора

Поскольку скребок имеет постоянную скорость, процесс является стационарным, и толщина исходного материала зависит от разницы $\theta = \bar{\theta} - \omega t$ (где ω – угловая скорость вращения скребка). Используя условие стационарности, рассмотрим действия процесса в интервале $0 < t < T$ ($T = 2\pi/\omega$), а интервал изменения угла θ примем $0 < \theta < 2\pi$. В таком случае расход воздуха через поверхность dS будет:

$$dQ = \rho(\theta)U(\theta)dS, \quad (3.1)$$

где $\rho(\theta)$ и $U(\theta) dS$ – плотность и скорость воздуха на поверхности.

Считаем, что плотность воздуха постоянна $\rho(\theta) = \rho_0$.

Рассмотрим систему координат, как показано на рисунке 3.1, в этом случае $dQ = \rho_0 U(\theta) dS$, и расход воздуха $dQ = \rho_0 U(\theta) r dr d\theta$.

Для определения расхода воздуха в секторе с центральным углом θ по поверхности предыдущие выражение запишем в виде:

$$Q = Q(\theta) = \rho_0 \int_{R_0}^R r dr \int_0^\theta U(\theta) d\theta = \rho_0 \frac{R^2 - R_0^2}{2} \int_0^\theta U(\theta) d\theta \quad (3.2)$$

где: R_0 и R внутренний и внешний радиусы поверхности сетки.

Это уравнение получаем из стационарного состояния воздушного потока

$$Q_0 = \rho_0 \frac{R^2 - R_0^2}{2} \int_0^{2\pi} U(\theta) d\theta, \quad (3.3)$$

где Q_0 – общий воздушный поток на поверхность.

Скорость всасывания воздуха варьируется, исходя из уравнения (3.3). уравнение представляет собой интегральное уравнение 1-го порядка, с множеством решений. Чтобы получить однозначное решение, необходимо знать закон всасывания воздуха по поверхности сетки. Для этого рассмотрим процесс прохождения воздуха через слой на основе теории фильтрации. Согласно этой теории, скорость, с которой воздух проходит через слой (фильтрация), пропорциональна градиенту давления в нем.

$$U = k_0 \frac{dp}{dh} \quad (3.4)$$

где $k_0 = k/\rho_0 g$ ($\text{м}^4/\text{Нс}$), k – коэффициент фильтрации (варьируется в зависимости от толщины слоя хлопка), $\text{м}/\text{с}$, ρ_0 – плотность воздуха. Учитывая $h = h(\theta)$ то согласно формуле (3.2) значение расхода воздуха примет вид:

$$Q = Q(\theta) = \rho_0 \int_{R_0}^R r dr \int_0^\theta U(\theta) d\theta = \rho_0 k_0 \frac{R^2 - R_0^2}{2} \int_0^\theta \frac{dp}{dh} d\theta \quad (3.5)$$

Таким образом, воздушный поток в слое определяется градиентом давления, который является функцией. Приведем частный случай.

$$p = A_1(h - h_0)/h_1 + p_0 \quad (h_1 = h(0)) \quad (3.6)$$

Здесь A_1 – константа, – зависящая от значений $\theta_0 = 0$, толщины слоя h_0 и p_0 – давления в нем. Используя условие (3.3), определим константу A_1 :

$$A_1 = \frac{Q_0 h_1}{\pi(R^2 - R_0^2)k_0 \rho_0} \quad (3.7)$$

Таким образом, получим следующие формулы расхода воздуха, его скорости и давления:

$$U = \frac{Q_0}{\pi(R^2 - R_0^2)\rho_0} \quad (3.8)$$

$$Q = \frac{Q_0 \theta}{2\pi} \quad (3.9)$$

$$p = \frac{Q_0[h(\theta) - h_0]}{\pi(R^2 - R_0^2)k_0 \rho_0} + p_0 \quad (3.10)$$

Так, как давление находится в линейной зависимости (3.4) от толщины слоя на поверхности сетки, то расход воздуха не изменяется по формулам (3.9), его поток ограничен линейным законом относительно угла θ . Примем, что максимальная $h_1 + h_0$ и минимальная будут равны $\theta = 0$ и $\theta = 2\pi$, соответственно, в таком случае соотношение будет следующие $h = h_1(2\pi)/2\pi + h_0$, тогда давление воздуха в сырье рассчитывается следующим образом.

$$p = \frac{Q_0 h_1(2\pi)}{2\pi^2(R^2 - R_0^2)k_0 \rho_0} + p_0 \quad (3.10)$$

Рассмотрим теоретически законы распределения скорости и плотности хлопкового сырья на поверхности сетки. Пусть движение сырьевого потока происходит только в угловом направлении, а его скорость v_n зависит от угла θ . В слое, находящемся под воздействием скребка, определяем давление p_n , которое зависит от изменения угла θ . Выделенный на рис. 3.1 элемент OAB движется по поверхности решетки, на него действует кулоновская сила трения $f(p - p_0)Sd\theta$, площадь поверхности можно выразить, через $S = \pi(R^2 - R_0^2)$

$ds = R_c d\theta$, тогда уравнение Эйлера для стационарного движения элемента по дуге MM_0 можно будет выразить следующим образом:

$$\rho v_n S_0 \frac{dv_n}{ds} = - \frac{d(S_0 p_n)}{ds} - f S (p - p_0), \quad (3.11)$$

где $S_0 = h(\theta)(R - R_0)$ - площадь поверхности слоя, центр которой находится в точке M .

Уравнение (3.11) включает 3 неизвестных: скорость v_n , давление p_n и толщину исходного материала $h(\theta)$, поэтому для решения воспользуемся двумя дополнительными уравнениями. Первое уравнение – это закон сохранения массы, из-за стационарности процесса (Q_n расход сырья)

$$\rho_n v_n h_n = \rho_{n0} v_{n0} h_{n0} = Q_n / (R - R_0) \quad (3.12)$$

Кроме того, уравнение состояния сырья имеет вид

$$\rho = \rho_{n0} \{1 + A(p_n - p_{n0})\} \quad (3.14)$$

где ρ_{n0} , v_{n0} , h_{n0} – соответственно плотность, скорость и толщина слоя сырья на участке действия скребка, на начальном участке $\theta = 0$. Поскольку сырье и скребок движутся вместе, $v_{n0} = v_0 = R_c \omega$.

A - экспериментальная постоянная, p_{n0} -давление, оказываемое скребком на поверхность сырья. При одинаковом давлении сырья и воздуха примем давления равным p_0 . Если потребление сырья обозначить, через Q_n , то справедливо следующее уравнение

$$\rho_{n0} = Q_n / h_{n0} v_0 (R - R_0) \quad (3.15)$$

Используя уравнение (3.10), определим скорость по давлению для случая $A < 1$:

$$v = v_{n0}[1 - A(p - p_{n0})] \quad (3.16)$$

Из уравнения (3.9) находим, что давление выражается через плотность

$$p_n = p_{n0} + \frac{1}{A} \left(\frac{\rho_n}{\rho_{n0}} - 1 \right) \quad (3.17)$$

При $\theta = 2\pi$ плотности сырья и воздуха близки друг к другу. Следовательно, можно определить давление на поверхности скребка, взяв уравнения $p_n = p_0$, $\rho_n \approx \rho_0$ в (3.17).

$$p_{n0} = p_0 + \frac{1}{A} \left(1 - \frac{\rho_0}{\rho_{n0}} \right) \quad (3.18)$$

Пусть известна следующая линейная зависимость между свойствами хлопка-сырца и давлением.

$$p_n = B(h - h_0) + p_0 \quad (3.19)$$

где $h = h(\theta)$ – толщина материала в функции полярного угла, которую необходимо определить, $B = (p_{n0} - p_0)/(h_n - h_0)$, $C = (p_0 h_n - p_{n0} h_0)/(h_n - h_0)$, и с уравнениями (3.16) и (3.19) $s = R_c \theta$, учитывая, что в уравнениях ($R_c = R/2$) $\left(\frac{dv_n}{d\theta}\right)$ и $\frac{d(hp_n)}{d\theta}$, мы запишем уравнение переменной θ относительно $h(\theta)$:

$$\frac{2\bar{h}m + \bar{C} - m}{\bar{h}m + \bar{C}} \frac{d\bar{h}}{d\theta} = -\lambda \quad (3.20)$$

где $\bar{h} = h/h_n$, $m = \frac{1 - \bar{p}_0}{1 - \bar{h}_0}$, $\bar{C} = \bar{p}_0 - \bar{h}_0 m$, $\lambda = \pi f(R + R_0)/2h_n$, $\bar{h}_0 = h_0/h_n$

$$\bar{p}_0 = p_0/\rho_{n0}v_n^2$$

Уравнение (3.19) представляет собой уравнение относительно угла θ для определения толщины $h(\theta)$ исходного материала в таком случае решение, удовлетворяющее условию $h(\theta)=1$, выглядит следующим образом:

$$\theta = \frac{1}{\lambda} \left[\frac{c+m}{m} \ln \frac{\bar{h}m+c}{m+c} - 2(\bar{h} - 1) \right] \quad (3.21)$$

Выражение (3.21) определяет толщину слоя \bar{h} в функции неразрывности угла θ . На рис. 3.2 графики зависимости толщины слоя хлопка-сырца на поверхности сетки от угла θ даны при двух значениях параметра A .

Примем следующие численные значения $h_0 = 0.03\text{м}$, $R = 0.05\text{м}$, $\rho_0 = 10\text{кг/м}^3$, $\rho_n = 80\text{кг/м}^3$, $\omega = 15\text{с}^{-1}$, $f = 0.2$, $\bar{p}_0 = 10$.

Из анализа графиков можно отметить, что толщина слоя исходного материала изменяется по линейному закону относительно угла θ , такого же, как давление (3.13). Если $\theta = 0$, учитывая толщину исходного материала h_0 , можно рассчитать его толщину под любым углом, используя графики на рисунке 3.2. Введем понятие модуля объемного сжатия $K = 1/A$.

Например, если $A = 0.001\text{Па}^{-1}$, ($K = 1/A = 10^3\text{Па}$) $h=h_0 = 0.03\text{ м}$, то толщина исходного материала на поверхности скребка $h_n = 0,0833\text{ м}$. Расход сырья, распределяемого по поверхности сетки, составляет $Q_n = 1250\text{кг/с}$. Иными словами объем сырья уменьшается, в то время как уменьшается толщина слоя перед скребком и расход сырья, то есть $h_n = 0.066\text{ м}$ и $Q = 900\text{ кг/с}$ $Q_n = 900\text{кг/с}$.

На рисунке 3.3 показаны угловые изменения давления в сырье при двух значениях параметра A . Самое большое значение давления создается при контакте поверхности сетки со скребком, и увеличение параметра A (то есть уменьшение модуля объемного сжатия K) приводит к значительному снижению давления.

$$A = 0.001\text{Па}^{-1} \quad h_0 = 0.03\text{м}, \quad h_n = 0.0883\text{м}, \quad A = 0.005\text{Па}^{-1} \quad h_0 = 0.03\text{м}, \quad h_n = 0.066\text{м},$$

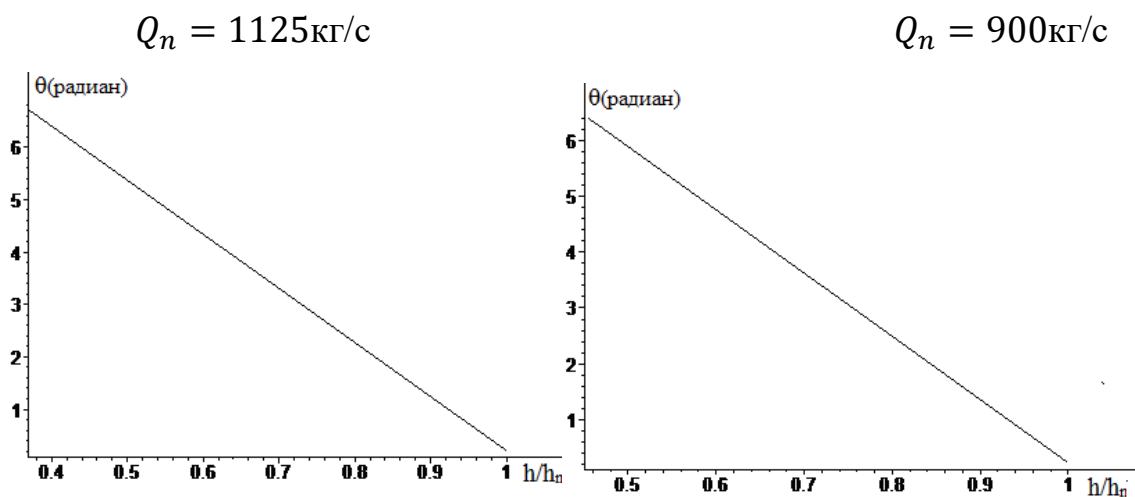


Рис.3.2. Графики зависимости толщины слоя сырья h/h_n при различных значениях полюсного угла θ .

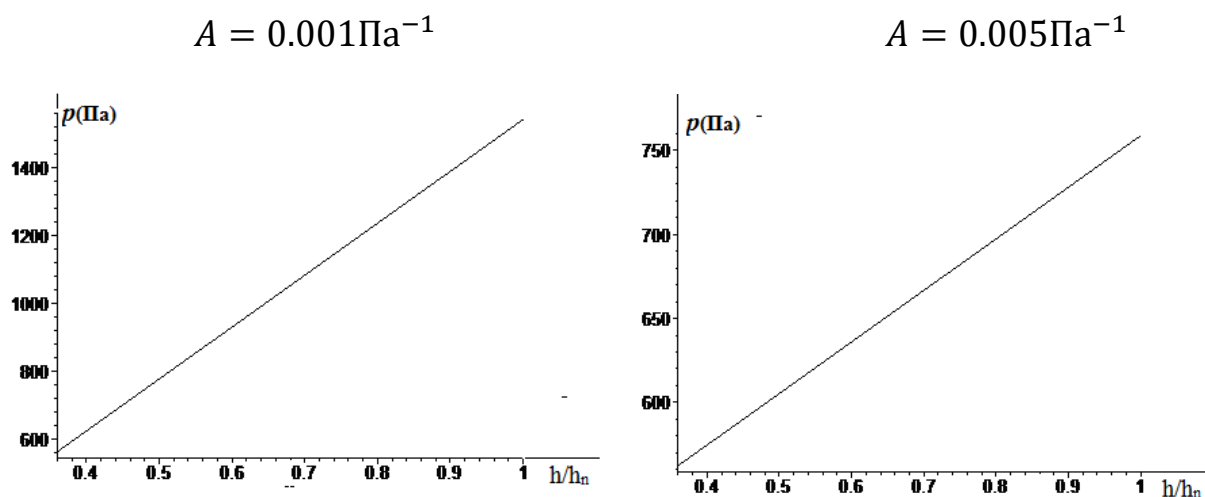


Рис.3.3. Графики зависимости давления от h/h_n при различных значениях параметра A

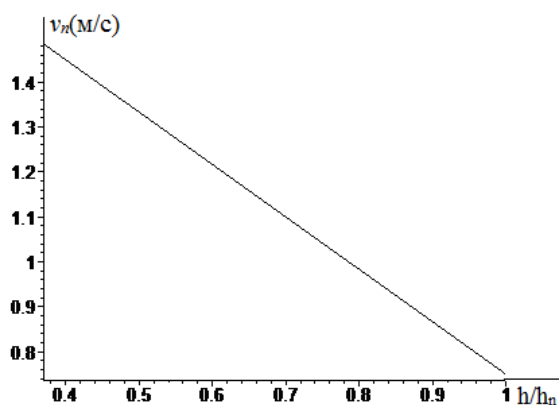


Рис.3.4. График зависимости скорость потока воздуха v_n от h/h_n

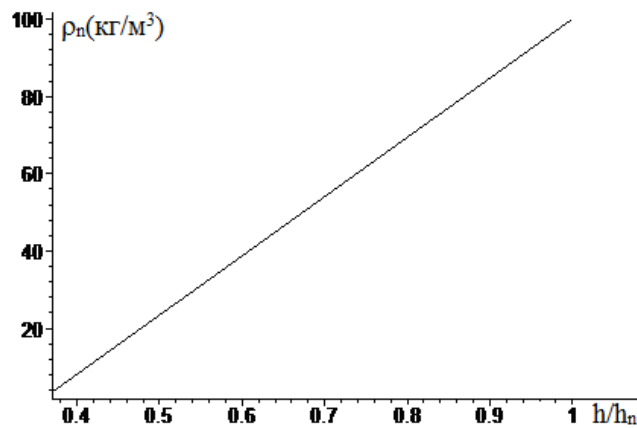


Рис.3.5. График зависимости плотности сырья ρ_n от h/h_n

На рис. 3.4 показаны изменения скорости скребка по отношению к угловой θ , когда линейная скорость $v_{n0} = v_0 = R\omega = 0.75\text{м/с}$. График изменения плотности по отношению к углу при таком соотношении $\rho_0 = 10\text{кг/м}^3$ и $\rho_n = 100\text{кг/м}^3$ приведен на рис. 3.5. Поскольку поверхностное давление линейно связано с углом, скорость и плотность исходного материала на поверхности также оказались линейно связанными.

Таким образом, в выбранной схеме, т.е. при изменении давления пропорционально толщине слоя, скорость движения сырья увеличивается на поверхности решетки относительно полярного угла и уменьшается от плотности.

3.2. Анализ изменения натяжения волокон хлопка при снятии слоя с поверхности сетки и влияние его на повреждение семян и образование свободных волокон

Хлопок-сырец находится в постоянном контакте с поверхностью сетки во время движения. Под действием внешнего давления из-за трения о поверхность сетки, особенно о поверхность отверстий сетки, некоторые волокна испытывают растяжение, что может приводить к их отрыву от семени. Для анализа этого явления, зададимся значением силы трения в волокне на единицу площади, исходя из закона трения Кулона, предположим, что натяжение равно произведению силы трения на площадь поверхности контакта скребка с сетчатой поверхностью. В этом случае прочность на разрыв рассчитывается по формуле:

$$T = fS_k p(\theta) \quad (3.22)$$

Здесь S_k площадь контакта, которую можно рассчитать по следующей формуле. $S_k = (R - R_0)H_k$, где H_k - ширина контакта скребка. Таким образом, учитывая изменение давления на поверхность, формулу расчета максимального натяжения представим в следующем виде:

$$T = fp(2\pi)(R - R_0)H_k \quad (3.23)$$

Для численного расчета примем, что $f = 0,2$, $h_0 = 0,03$ м, $R = 0..05$ м, $H_k = 0,01$ м. Данные результатов расчета различных значениях параметра A и соотношении $p_0/\rho_n v_0^2$ приведены в таблице 3.1.

Результаты расчета параметра натяжения A и отношения $p_0/\rho_n v_0^2$ при различных значениях:

Таблица 3.1

$A = 0.001\text{Па}^{-1} (K = 10^3\text{Па})$									
$p_0/\rho_n v_0^2$	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	5
$T(H)$	5.04	5.18	5.32	5.46	5.6	5.74	5.88	6.02	6.31
$A = 0.005\text{Па}^{-1} (K = 5 \cdot 10^2\text{Па})$									
$p_0/\rho_n v_0^2$	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	5
$T(H)$	0.75	0.84	0.93	1.03	1.12	1.22	1.31	1.4	1.6

Из анализа результатов расчета, приведенных в таблице 3.1, видно, что растяжение увеличивается с увеличением внешнего давления и модуля сжатия сырья (или уменьшением параметра A). Такое изменение может быть более резким по мере увеличения модуля K . Например, когда $K = 10^3\text{Па}$, напряжение при $\frac{p_0}{\rho_n v_0^2} = 1$ равно $T = 5.18H$, а при $\frac{p_0}{\rho_n v_0^2} = 5$ напряжение составляет $T = 6.31H$. При $K = 5 \cdot 10^2\text{Па}$ эти значения равны $T=0,84H$ и $T=1,6H$ соответственно, то есть напряжение увеличивается в 1,22 и 1,9 раза соответственно, когда давление увеличивается в 5 раз, а напряжение увеличивается 6 раз, когда модуль увеличивается в пять раз, соответственно, наблюдается увеличение в 3,94 раза.

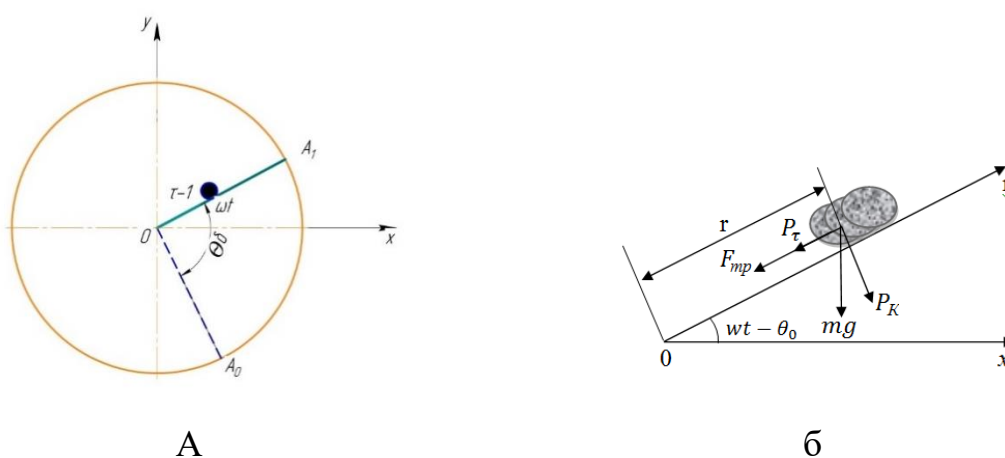


Рис.3.6. Схема движения частицы по поверхности скребка

Составим уравнение движения частицы на поверхности скребка в любой момент времени $t > 0$. Если частица находится на расстоянии r в произвольный момент времени на поверхности скребка, мы определяем силы, действующие на частицу, с учетом трения между поверхностью и частицей. Для наглядности предположим, что движение частицы по оси вектора положительно $o\vec{r}$. В этом направлении определим силы, действующие на участок:

1. Проекция силы тяжести частицы на направление касательной к скребку.

$$P_{\tau} = mg \sin(\omega t - \theta_0), \quad (3.24)$$

где ω - угловая скорость скребка

2. Если $\dot{r} > 0$, то по методу Жуковского кориолисова сила инерции направлена по нормали к плоскости чертежа и обратно пропорциональна скорости частицы, ее величину можно будет выразить, как:

$$P_K = 2\dot{r}\omega m \quad (3.25)$$

3. Эта сила прижимает частицу к скребку и создает дополнительную силу трения. Полная сила трения на скребке будет равна:

$$F_{\text{тр}} = -f_0 m [g \cos(\omega t - \theta_0) + 2\dot{r}\omega] \quad (3.26)$$

где: f_0 - коэффициент трения между частицами и скребком.

4. На поверхности сетки на частицу действует давление - P_0 со стороны всасываемого потока воздуха. Если предположить, что поверхность, контактирующая с поверхностью, является S , то это давление создает силу трения.

$$P_t = -f P_0 S \quad (3.27)$$

f - коэффициент трения между поверхностью сетки и частицей.

5. Помимо давления, по формуле Эйлера определим силу натяжения T волокна о поверхность отверстий.

$$T = T_0 e^{-f_1 \alpha} \quad (3.28)$$

где f_1 - коэффициент трения между волокном и поверхностью отверстия.

α - угол охвата. T_0 - внешняя растягивающая сила. Натяжение также создает силу трения.

$$P_t = -f_2 T_1 = -f_2 T_0 e^{-f_1 \alpha} \quad (3.29)$$

Под действием указанных сил уравнение (3.16) движения частицы по скребку запишется следующим образом:

$$m\ddot{r} - m\omega^2 r = -fmg[\sin(\omega t - \theta_0) + f_0 \cos(\omega t - \theta_0)] - 2f_0\dot{r}\omega m - fP_0S - f_2T_0e^{-f_1\alpha} \quad (3.30)$$

Согласно принятому условию, когда $t=0$, $\dot{r}>0$ ($r=r_0$, $\dot{r}=0$, $t=0$), условие должно выполняться. Используя уравнение (3.30), получаем следующее неравенство:

$$m\omega^2 r_0 - mg(f_0 \cos \theta_0 - \sin \theta_0) - f_2P_0S - f_2T_0e^{-f_2\alpha} > 0 \quad (3.31)$$

Из этого неравенства следует следующее условие для угловой скорости. Если выполняется условие $\omega^2 > \omega_x^2$, частица движется под действием силы тяжести в направлении от центра сетки. Предположим, что выполнено условие (3.19), приведем уравнение в следующий виде:

$$\ddot{r} - \omega^2 r + 2f_0\dot{r}\omega = -g[\sin(\omega t - \theta_0) + f_0 \cos(\omega t - \theta_0)] - \bar{P}_0 - \bar{P}_1 \quad (3.32)$$

где $\bar{P}_0 = f \frac{P_0S}{m}$; $\bar{P}_1 = \frac{T_0e^{-f_0\alpha}}{m}$;

Общее решение уравнения (3.32) выглядит следующим образом

$$r = C_1 e^{k_1 t} + C_2 e^{k_2 t} + \frac{g(1-f^2)}{2\omega^2(1+f^2)} \sin(\omega t - \theta_0) + \frac{f_0 g \cos(\omega t - \theta_0)}{\omega^2(1+f^2)} + \frac{P_0}{\omega^2} \quad (3.33)$$

где $K_{1,2} = \omega(\pm\sqrt{1+f_0^2} - f_0)$, C_1 и C_2 постоянные коэффициенты, определяемые из начальных условий.

При $r = 0$, $\dot{r} = 0$, $t = 0$ построим, используя следующие условия:

$$C_1 = \frac{g}{\omega^2(1+f_0^2)(K_2 - K_1)} \left[\frac{(1-f_0)}{2} (K_2 \sin \theta_0 - \cos \theta_0) \right] + f_0 [(K_2 \cos \theta_0 + \sin \theta_0)] \cdot C_2 =$$

$$\frac{g}{\omega^2(1+f_0^2)(K_1 - K_2)} \left[\frac{(1-f_0)}{2} (K_1 \sin \theta_0 - \cos \theta_0) \right] + f_0 [(K_1 \cos \theta_0 + \sin \theta_0)] \quad (3.34)$$

Из уравнения (3.34) можно определить радиус r и напряжение по формуле (3.29).

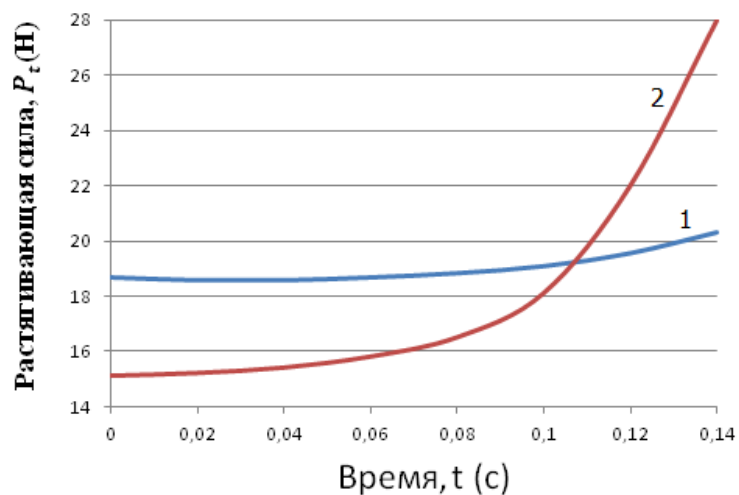


Рис.3.7. Зависимость растягивающие силы действующей на волокно от времени (1) $\omega=15 \text{ с}^{-1}$ (2) $\omega=20 \text{ с}^{-1}$

На основании графика рис. 3.7. можно рекомендовать угловую скорость скребков $\omega=15 \text{ с}^{-1}$, при которой растягивающая сила более стабильна, что способствует снижению повреждаемости волокна.

3.3. Обоснование параметров перфорированных сеток с коническими отверстиями

Как отмечалось выше выполнение отверстий перфорированных сеток конической формы с изогнутой поверхностью позволяет плавно удалять скребками летучки хлопка при их взаимодействии с перфорированными сетками. Часть сеток 1 с отверстиями 2 представлены на рис. 3.8.

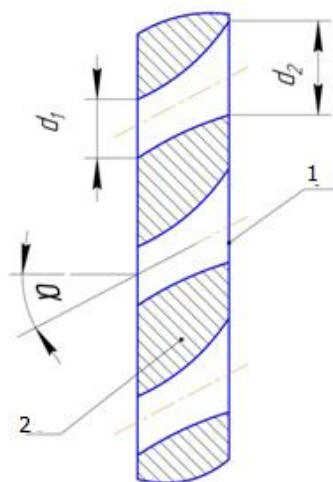


Рис.3.8. Схема отверстий сетки.

Для эффективного съёма хлопка, прикреплённого к перфорированным сеткам, отверстия 1 имеют коническую форму с криволинейной поверхностью. Соотношение диаметров основание отверстий 2 равно $d_2=(1,15\div 1,255) d_1$ (где d_1 – диаметр малого основания, d_2 – диаметр большого основания конических отверстий).

Чтобы уменьшить количество свободных волокон, важно изучить процесс удаления летучек хлопка из с сеток сепаратора скребком. На рис. 3.21 представлена расчетная схема определения силы и крутящего момента на валу сепаратора.

При этом на хлопок, расположенный на сетке, действуют следующие силы. $F_{тр1}$ – сила трения волокон на поверхности сетки отверстий. G – вес волокон и семян в лунке, F_v – сила всасывания потоком воздуха волокон в поперечном сечении отверстий и сила трения семян о поверхность сеток.

Сила трения волокон о поверхность отверстия определяется из выражения (3.55):

$$\vec{F}_{тр1} = f_1 \cdot N_1 \quad (3.35)$$

где f_1 – коэффициент трения между волокнами и поверхностью сетки. Давление на поверхность сетки определяется из выражения.

$$N_1 = m_B g + F_B \quad F_B = kV^2 \quad (3.36)$$

где m_B – масса волокон, находящихся в отверстии сетки; g – ускорение свободного падения; V – скорость воздуха в отверстии, k – коэффициент аэродинамической силы в поперечном направлении.

Подставляя (3.36) в (3.35) получим

$$F_{\text{тр}1} = f_1(m_B g + kV^2)$$

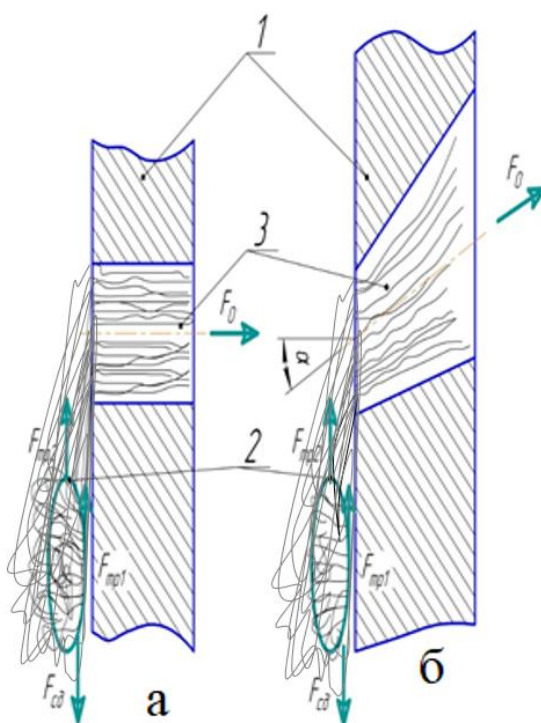


Рис.3.9. Расчетная схема для определения силы съема летучки с перфорированной сетки
а-существующая сетка; б – рекомендованная сетка;
1-сетка; 2-семя; 3-волокна.

Сила трения волокон при огибании отверстия

$$F_{\text{тр}2} = nF_0 e^{f_2 \beta}$$

где, n - количество волокон в отверстии;

F_0 - натяжение волокон в отверстии;

f_2 - коэффициент трения волокон о криволинейную поверхность отверстия;

β - угол охвата криволинейной части отверстия.

Тогда полная сила трения летучки по сетке

$$F_{\text{тр}} = f_1(m_{\text{в}}g + kV^2) + nF_0e^{f_2\beta} \quad (3.37)$$

Тогда сила сдвига, то есть сила удаления клочков хлопка с поверхности сетки, должна быть больше, чем сила трения между ними и поверхностью сетки.

$$F_{\text{сд}} \geq F_{\text{тр}}$$

$$F_{\text{сд}} \geq f_1(m_{\text{в}}g + kV^2) + F_{\text{в}} + nF_0e^{f_2\beta} \quad (3.38)$$

Для существующего варианта $\beta = 90^\circ$ для рекомендуемого $\beta = 90^\circ - \alpha$ где, α – угол наклона оси отверстия.

Кроме того, нужно учесть, что в коническом наклонном отверстии располагается меньшее количество волокон. В результате окончательно получим

$$F_{\text{сд}} = f_1(am_{\text{в}}g + kV^2) + nF_0e^{f_2(90-\beta)} \quad (3.39)$$

где a – коэффициент, учитывающий уменьшение количества волокон в коническом отверстии.

Примем, что сила сдвига частиц хлопка, опускающихся в каждое отверстие сетки, будет одинаковой. Однако момент относительно оси скребка от этой силы будет разным, в зависимости от радиуса отверстия относительно оси сетки и скребка. При этом суммарный момент отделения определяется из выражения для рекомендованного варианта сетки:

$$M_c = (K_1R_1 + K_2R_2 + \dots + K_nR_n)[f_1(am_{\text{в}}g + kV^2) + nF_0e^{f_2\beta}] \quad (3.40)$$

где, K_1, K_2, \dots, K_n – количество отверстий на одном и том же радиусе сетки R_1, R_2, \dots, R_n . Численное решение (3.68), (3.72) и (3.73) производится при следующих начальных значениях параметров:

$$m_{\text{в}}=(0,7\div 0,9) \text{ г}; F_{\text{тр1}}=(0,24\div 0,34) \cdot 10^{-3} \text{ Н}; F_{\text{в}}=(60\div 150) \cdot 10^{-3} \text{ Н};$$

$$V_{\text{в}}=(10\div 20) \text{ м/с}; K=(1,0\div 2,5); \alpha=(30^\circ\div 45^\circ); n=(150\div 200);$$

$$F_0 \leq (10\div 15) \text{ Н}; f_1=(0,3\div 0,4); f_2=(0,45\div 0,55); f_3=(0,35\div 0,5).$$

На основе решения построены графические зависимости изменения силы сдвига от силы всасывания волокон в сетчатые отверстия сопоставимых вариантов сетчатого сепаратора. Влажность хлопка-сырца учитывалась значениями коэффициентов трения. Полученные зависимости представлены на рисунке 3.10. Анализ графиков показывает, что с увеличением силы всасывания волокон по линейной зависимости увеличивается сила сдвига волокон по сетке скребками. Следует отметить, что увеличение $F_o=3,0 \cdot 10^{-2} \text{ Н}$, натяжения волокон от трения об ободок отверстия, приводит к увеличению $F_{cd}=6,2 \cdot 10^{-2} \text{ Н}$ в рекомендуемом и до $(12-15) \cdot 10^{-2}$ в существующем варианте отверстий сеток сравниваемых сепараторов.

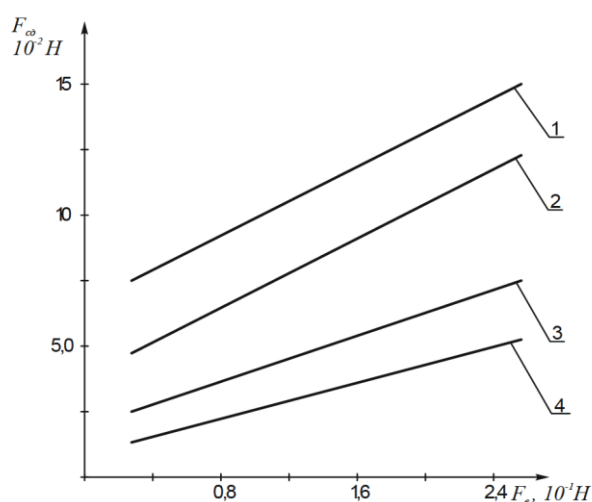


Рис 3.10. Графические зависимости силы сдвига хлопкового пучка от изменения силы всасывания хлопковых волокон воздухом.

1,2- для существующего варианта; 3,4- рекомендуемый вариант, 1,3- при влажности хлопка 10,5%; 2,4- с влажностью хлопка 9,0%.

Важно влияние угла наклона оси и отверстий сетки на силу удаления частиц хлопка с поверхности сетки. Анализ графиков на рис.3.23 показывает, что увеличение угла наклона отверстия с 50° до 46° приводит к уменьшению усилия с $14,7 \cdot 10^{-2} \text{ Н}$ до $4,82 \cdot 10^{-2} \text{ Н}$ при модуле объемного сжатия $K = 2,5 \text{ Н/м}$, а при $K = 2,5 \text{ Н/м}$ значение усилия уменьшается до $2,1 \cdot 10^{-2} \text{ Н}$ при $\alpha = 46^{\circ}$. Отсюда следует, что для гарантийного снятия хлопка-сырца желательно увеличить угол наклона оси отверстий решеток в сторону движения скребка. Рекомендуемые значения угла наклона оси отверстия решетки $\alpha = 40^{\circ} \div 48^{\circ}$.

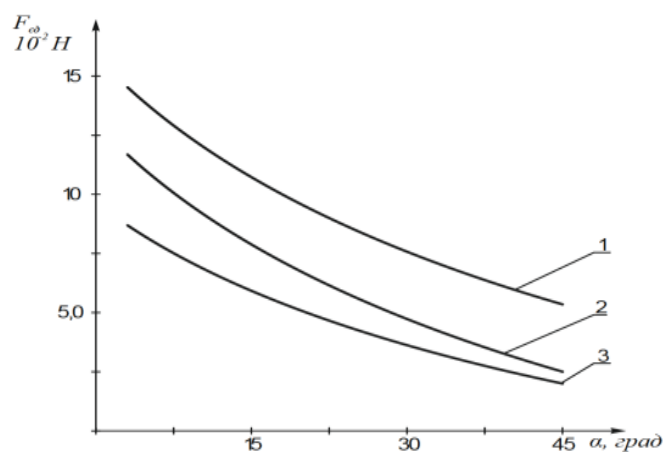


Рис.3.11. Графические зависимости изменения силы сдвига пучка волокон по поверхности сетки от изменения угла наклона оси отверстий.
1—при $K = 2,5$ Н/м; 2—при $K = 2,0$ Н/м; 3—при $K = 1,5$ Н/м

Сила вытягивания и перемещения волокон и семян хлопка, застрявших в отверстиях, во многом зависит от коэффициента трения волокон о поверхность отверстий сетки. Следует отметить, что увеличение количества волокон в отверстиях увеличивает силу трения. В рекомендуемом отверстии конической формы количество волокон в нем значительно меньше, чем в отверстии цилиндрической формы. Это уменьшение в выражениях (3.72) и (3.73) учитывается коэффициентом «а». На рис.3.12 показано изменение силы сдвига хлопкового пучка на поверхности сетки сепаратора от изменения коэффициента трения волокон о поверхность отверстий сетки.

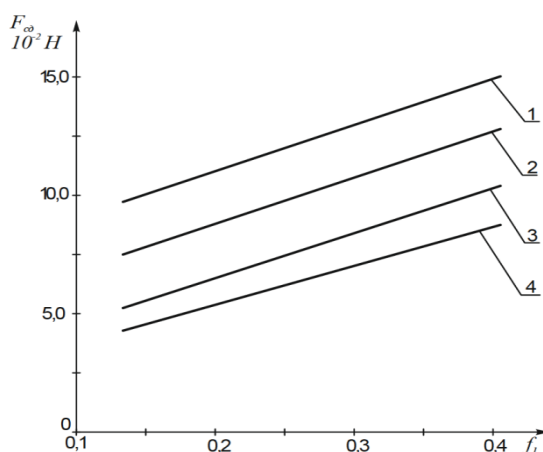


Рис. 3.12. Зависимости изменения силы сдвига пучка на поверхности сетки сепаратора от изменения коэффициента трения волокон по поверхности сетки.

1,2- для существующего варианта; 3,4—для рекомендованного варианта,
1,3— при $v_B=20$ м/с, 1,3— при $v_B=15$ м/с

3.4. Теоретическое исследование съема хлопка-сырца с поверхности сетки сепаратора при наличии изолирующей камеры.

Используя давление всасывания Δp на поверхности сетки, допустим, что поток хлопка составляет Q_0 (рис. 3.5). Изолирующую камеру представим как сектор $abcd$, движущийся с угловой скоростью ω , движущий чтобы очистить прилипший к поверхности сетки хлопок сырца. Обратная часть сектора закрыта, и хлопок сырца в этом секторе находится в свободном состоянии. Он беспрепятственно падает за счет собственного веса и вращения вала сепаратора. Размер изолирующей камеры характеризуется углом α .

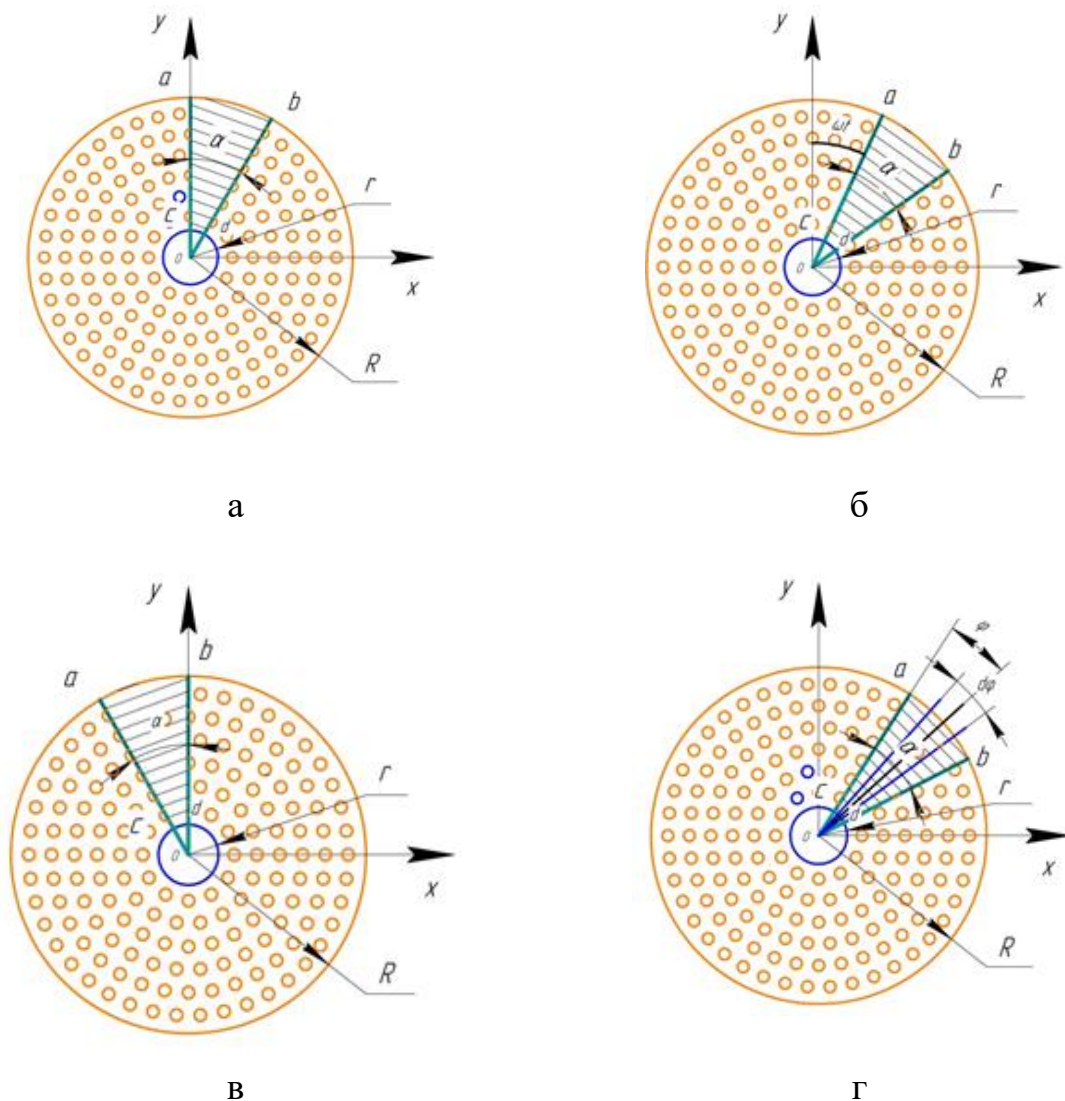


Рис. 3.13. Схема расположения сектора, движущегося с угловой скоростью по поверхности сетки для очистки ее от прилипших к ней долек хлопका-сырца.

При первоначальных условиях

$t = 0$ (а), $t > 0$ (б), $t = (2\pi - \alpha)/\omega$ (с) и (д) – местонахождение скребка в любое время.

Пусть общий вес хлопка-сырца, который не расположен в области сектора (пределах движущегося сектора) на поверхности сетки, равен m_0 .

Во время вращения сектора поверхности сетки очищается и заполняется порциями свежего хлопка.

Если край bd сектора расположен в направлении оси Oy , время перехода сектора через сетку равно $t = T = (2\pi - \alpha)/\omega$ (с), то движущийся сектор $abcd$ занимает положение, показанное на рисунке 3.5.

В этом случае общая масса семян хлопка (включая массу хлопка) на сетке определяется следующим выражением:

$$m_0 = \frac{Q_0}{\omega} \quad (3.41)$$

Если текущие процессы являются стационарными, то предполагается, что $m = m_0$, и угол изменяется следующим образом: $\varphi = \theta - \omega t$.

В этом случае расположение краев ac и bd зависит от изменения угла φ :

$$\varphi = 0 \text{ и } \varphi = \alpha.$$

Обозначим общую плотность хлопка сырца s через ρ . На него действует избыточное давление. В зависимости от изменения давления в любом месте на поверхности сетки его объем определяется следующим образом.

$$\rho = \rho_0(1 + B\Delta p) \quad (3.42)$$

где: ρ_0 – плотность хлопка-сырца на поверхности сетки, $\Delta p = p - p_0$ – величина изменения давления, где $p = p(\varphi)$ и p_0 – текущее и начальное давление.

Мы предполагаем, что при отсутствии хлопка на поверхности сектора $\Delta p = 0$.

Поскольку давление и толщина слоя хлопка сырца семян варьируются в зависимости от поверхности сетки и площади сектора, меняется и его вес.

Предположим, что масса хлопка-сырца на поверхности сектора и сетки равны m_1 и m_2 соответственно. Определим массу слоя на вышеуказанных поверхностях в $d\varphi$ (рис. 3.8, г):

$$dm_1 = \pi(R^2 - r^2)\rho_0 h(\varphi)d\varphi \quad 0 < \varphi < \alpha \quad (3.43)$$

$$dm_2 = \pi(R^2 - r^2)\rho_0(1 + B\Delta p)h(\varphi)d\varphi \quad \alpha < \varphi < 2\pi - \alpha \quad (3.44)$$

где: $h(\varphi)$ —определяемый сектор и толщина хлопка-сырца на поверхности сетки.

Интегрируя уравнения (3.36) и (3.37), запишем закон изменения массы слоя хлопка-сырца следующим образом:

$$\begin{aligned} m_{\text{сл}} &= m_1 + m_2 \\ m_1 &= \pi(R^2 - r^2)\rho_0 \int_0^\varphi h(\varphi)d\varphi \quad \text{при } 0 < \varphi < \alpha, \\ m_2 &= \pi(R^2 - r^2)\rho_0 \int_\alpha^\varphi (1 + B\Delta p)h(\varphi)d\varphi \quad \text{при } \alpha < \varphi < 2\pi - \alpha \end{aligned} \quad (3.45)$$

Согласно уравнению (3.23), если общая масса хлопка равна m_0 , мы получаем следующие уравнения, используя это условие:

$$m_{\text{сл}} = m_1(\alpha) + m_2(2\pi - \alpha) = \frac{Q_0}{\omega}. \quad (3.46)$$

Учитывая уравнения (3.27), получаем следующие выражения:

$$\pi(R^2 - r^2)\rho_0 \left\{ \int_0^\alpha h(\varphi)d\varphi + \int_\alpha^{2\pi-\alpha} (1 + B\Delta p)h(\varphi)d\varphi \right\} = \frac{Q_0}{\omega}$$

Выразим это уравнение в следующем виде:

$$\int_0^{2\pi-\alpha} h(\varphi)d\varphi + B \int_\alpha^{2\pi-\alpha} \Delta p h(\varphi)d\varphi = \frac{Q_0}{\pi\omega(R^2 - r^2)\rho_0} \quad (3.47)$$

Интегральное уравнение (3.41) используется для определения толщины слоя хлопка-сырца на контактной поверхности.

Рассмотрим процесс моделирования при разной производительности работы поверхности сетки.

Поскольку указанное выше уравнение сложно решить математическими методами, для решения уравнения мы рассмотрим несколько случаев, в которых толщина слоя хлопка-сырца берется на основе экспериментов.

В расчетах на ЭВМ мы принимаем изменение давления следующим образом: $\Delta p = \Delta p_0 = p_1 - p_0 = const$

1. Если предположить, что толщина хлопка-сырца на поверхности сетки равна h_0 , то:

$$h_0 = \frac{Q_0}{\pi\omega(R^2-r^2)[2\pi-\alpha+2B\Delta p_0(\pi-\alpha)]} \quad (3.48)$$

На рис. 3.9 показано изменение относительно центрального угла α (град) от толщины хлопка-сырца на поверхности сетки при разных производительностях Q_0 (кг / час) и давлениях Δp_0 (Па).

Примем в расчетах следующие данные: $R = 0,5\text{м}$, $r = 0,045\text{м}$, $B = 0.0001\text{м}^2/\text{Н}$, $\omega = 15\text{с}^{-1}$.

Согласно анализу графиков (рис. 3.14), с увеличением величины центрального угла ширина сектора увеличивается по линейному закону. Есть несколько вариантов выбранных значений угла.

2. Толщина слоя хлопка-сырца уменьшается по линейному закону схеме:

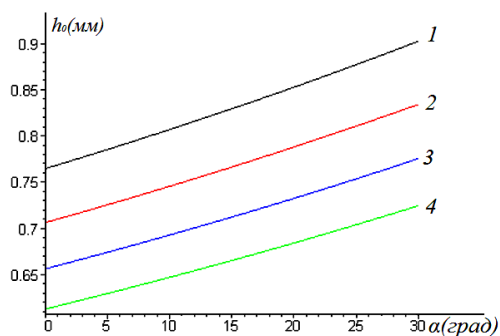
$$h = h_0(1 - k\varphi) \quad (3.49)$$

где k – коэффициент пропорциональности, $k < 1/(2\pi - \alpha)$,

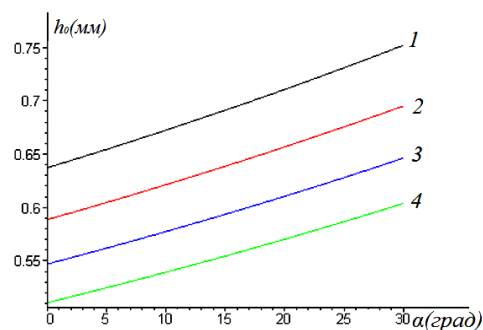
h_0 – толщина слоя хлопка-сырца в начале сектора.

Подставляя значения h в (3.28), мы вычислим интегралы и определим связь между h_0 и k :

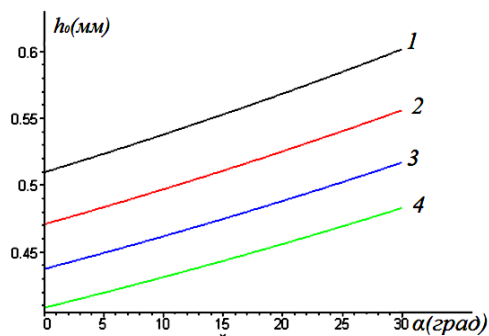
$$h_0 = \frac{1}{\pi\rho_0\omega(R^2-r^2)} \frac{2kQ_0}{1-[1-k(2\pi-\alpha)]^2+B\Delta p_0\{(1-k\alpha)^2-[1-k(2\pi-\alpha)]^2\}} \quad (3.50)$$



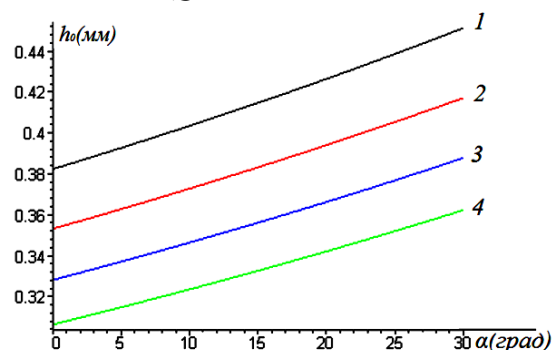
а. $Q_0 = 2000$ кг/час



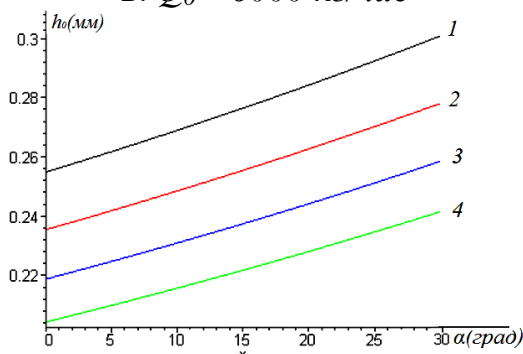
б. $Q_0 = 4000$ кг/час



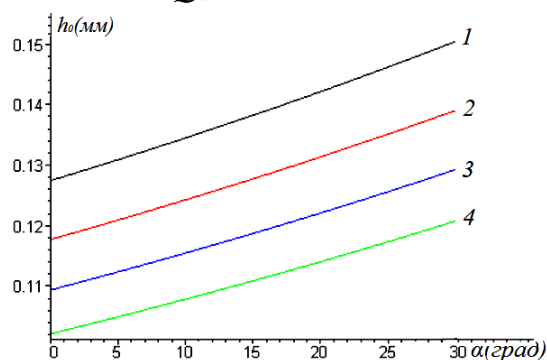
в. $Q_0 = 6000$ кг/час



г. $Q_0 = 8000$ кг/час



д. $Q_0 = 10000$ кг/час



е. $Q_0 = 12000$ кг/час

Рис. 3.14. Графики зависимости толщины хлопка от размера изолирующей камеры (α) производительности Q_0 (кг/час) и изменения давления Δp_0 (Па): 1 – $\Delta p_0 = 1050$, 2 – $p_0 = 1100$, 3 – $\Delta p_0 = 1150$, 4 – $\Delta p_0 = 1200$

На рис. 3.15 представлены графики зависимости значения параметра k от угла α параметра h_0 при $Q_0 = 12000$ кг/ч. Согласно расчетам, толщина слоя хлопка сырца практически не влияет на изменение давления высоты h_0 , поэтому расчеты проводились для значения $\Delta p_0 = 1100$ Па. Как показано на графике, резкое увеличение толщины слоя хлопка наблюдается по мере увеличения угла отклонения k , и это значение приближается к значению $k_m = 1/(2\pi - \alpha)$.

Эффективность работы поверхности сетки сепаратора при $Q_0 = 12000$ кг/ч зависит от угла φ слоя хлопka-сырца, и различные значения параметра k показаны на рис 3.11. Согласно расчетам было установлено, что значения высоты h и угла φ слоя хлопka не зависят от изменения давления. Однако было обнаружено, что эти значения зависят параметра k .

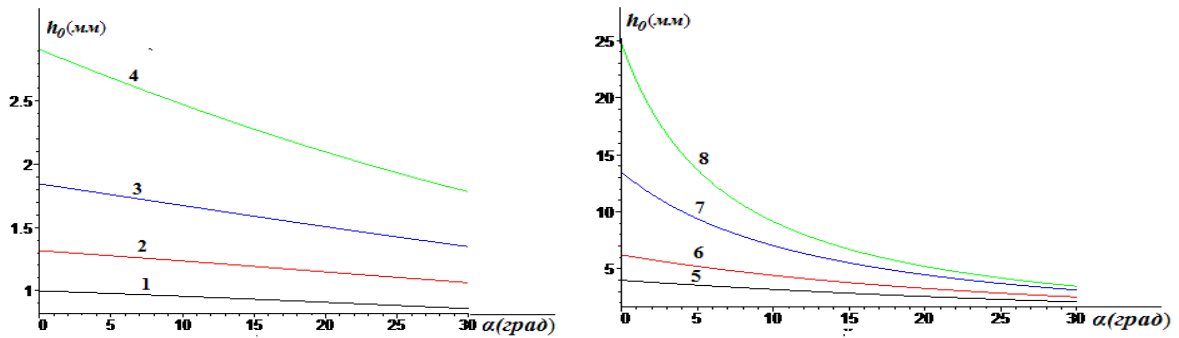


Рис. 3.15. Зависимость толщины слоя h_0 размера изоляционной камеры α при различных параметрах k : 1 – $k = 0,11$; 2 – $k = 0,12$; 3 – $k = 0,13$; 4 – $k = 0,14$; 5 – $k = 0,145$; 6 – $k = 0,15$; 7 – $k = 0,155$; 8 – $k = 0,158$.

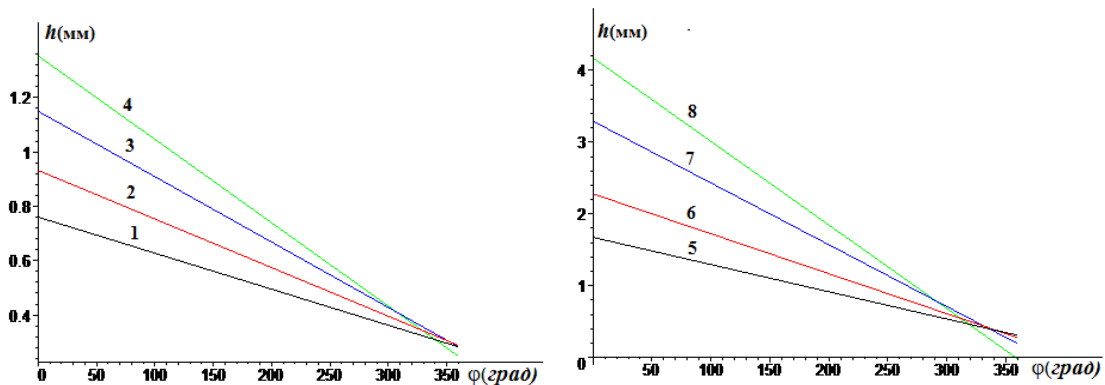


Рис. 3.16. Зависимость толщины слоя h от угла φ при разных значениях параметра k
 1 – $k = 0,10$; 2 – $k = 0,11$; 3 – $k = 0,12$; 4 – $k = 0,13$; 5 – $k = 0,14$;
 6 – $k = 0,15$; 7 – $k = 0,155$; 8 – $k = 0,16$.

Из рис.3.15 видно, что начальная толщина хлопka h_0 асимптотически снижается с ростом угла α , характеризующего размер изоляционной камеры. Изменение h_0 при $\alpha = 15^\circ$ практически не происходит, поэтому это значение можно считать рекомендуемым.

3.5 Влияние расхода воздуха на показатели сепаратора

С целью изучения движения воздушного потока в сепараторе и определения его аэродинамических составляющих рассмотрим изменение площади поперечного сечения потока (Рис. 3.17) при горизонтальном движении в трубе.

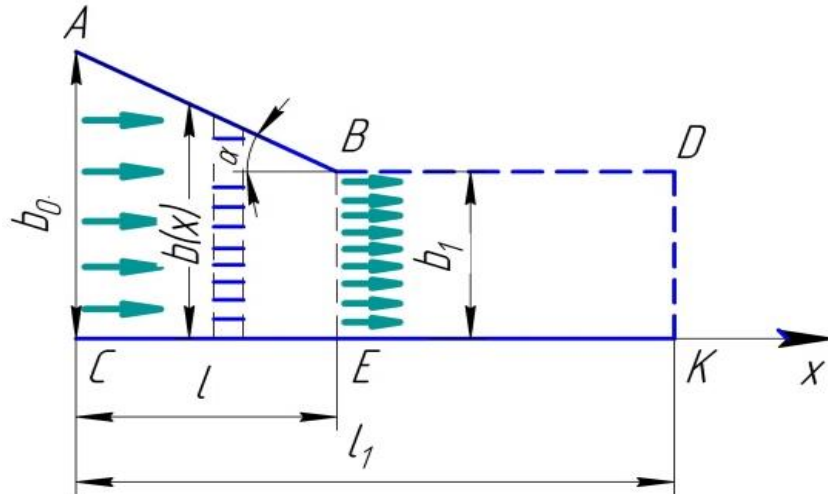


Рис. 3.17. Схема движения воздуха в трубе.

Предположим, что плотность воздушного потока постоянна и его в каждой зоне ABCE и BDEK одномерно. В этом случае используя уравнение Эйлера мы запишем уравнение потока воздуха в обеих зонах следующим в виде:

В зоне ABCE: (зона 1)

$$\rho_1 v_1 S_1 \frac{dv_1}{ax} = -\frac{d(S_1 p_1)}{ax}, \quad 0 < x < l \quad (3.51)$$

В зоне BDEK: (зона-2)

$$\rho_2 v_2 \frac{dv_2}{ax} = -\frac{dp_2}{ax}, \quad l < x < l_1 \quad (3.52)$$

где ρ_1, ρ_2 – плотность в зонах; скорость в зонах- v_1, v_2 ; p_1, p_2 – давление в зонах; $S_1 = b(x)L$ – закон изменения высоты трубы в зоне 1 по координате x , L – длина сепаратора.

При интегрировании уравнений (3.51) и (3.52) принимаем следующие условия:

Плотность воздуха не меняется, движение воздушного потока стационарное.

В этом случае количество массы в единицу времени не меняется, то есть

$$\rho_1 v_1 S_1 = \rho_0 v_0 S_0 = Q_0 \quad (3.53)$$

где, Q_0 – массовый расход

Исходя из этих предположений, мы определим расход и давление воздуха в каждой зоне. Для наглядности выразим линейный закон изменения координаты x . То есть

$$S_1 = (b_0 - kx)L, \quad (3.54)$$

где k – постоянная, b_0 – высота поверхности в сечении при $x = 0$, $k = \operatorname{tg} \alpha$, α – угол, образованный отрезком АВ с осью ОХ: Определим скорость, при $\rho = \text{const}$ в уравнении (3.52).

$$v = v_1 = \frac{Q_0}{\rho_0 S_1} = \frac{Q_0}{\rho_0 L(b_0 - kx)} \quad (3.55)$$

Давление определяем интегрированием $p = p_0$ при $x = 0$ уравнения (3.45):

$$p_1 = \frac{b_0}{b_0 - kx} p_0 \left[1 - \frac{Q_0^2}{L^2 b_0^2 p_0 \rho_0} \left(\frac{kx}{b_0 - kx} \right) \right] \quad (3.56)$$

Уравнения (3.54), (3.55) представляют законы распределения в трубе, где площадь поперечного сечения скорости и давления является переменной. В частности, если поверхность сечения постоянна мы получаем значения

$$k=0, p = p_0, \quad v = v_0 = \frac{Q_0}{\rho_0 L b_0} \quad (3.57)$$

где давление и скорость $v = v_2$ на участке $l < x < l_1$.

Сечение трубопровода постоянно, выразим в следующем виде :

$$v_2 = v_1(l) = \frac{Q_0}{\rho_0 L(b_0 - kl)} \quad (3.58)$$

где : $k = \frac{b_0 - b_1}{l}$, и связь между $v_2 = v_1 \frac{b_0}{b_1}$

Полученная скорость действует в интервале $l < x < l_1$ трубопровода. Уравнение (3.56) показывает скорость воздушного потока во второй зоне, значение которой в $n = \frac{b_0}{b_1}$ раз больше скорости потока в сепараторе. По формуле определим давление (3.42) на участке $x = l$.

$$p_2 = p_1(l) = \frac{b_0}{b_0 - kl} p_0 \left[1 - \frac{Q_0^2}{L^2 b_0^2 p_0 \rho_0} \left(\frac{kl}{b_0 - kl} \right) \right] \quad (3.59)$$

В расчетной схеме предусмотрено, что давление в процессе передачи на произвольном участке было положительным. Такое требование должно быть выполнено, чтобы процесс разрешился в стационарной виде. Если это условие не соблюдается, то движение потока не может считаться стационарным. Это состояние возникает из-за того, что давление имеет положительное значение, таким образом выражение (3.44) примет следующий вид:

$$1 - q^2 \frac{kl}{b_0 - kl} > 0 \quad (3.60)$$

Из этого неравенства получим условие для граничного угла

$$\operatorname{tg} \alpha = k < \frac{b_0}{l} \cdot \frac{1}{q^2 + 1} \quad (3.61)$$

где $q = \frac{Q^2}{L^2 b_0^2 p_0 \rho_0}$ b_0 высота l , - длина.

Учитывая давление, плотность и расход воздуха в переходном сечении, можно выбрать граничный угол $\alpha = \operatorname{arctg} \frac{b_0}{l(1+q^2)}$, удовлетворяющий неравенству (3.46). На рис. 3.18 показаны графики зависимости между углом α и расходом воздуха Q при различных значениях соотношения b_0/l ($L=1.5\text{ м}$, $b_0=0.5\text{ м}$) и $\rho_0 = 1.2\text{ кг/м}^3$ давления при значениях

$$p_0 = 850 \text{ Па}$$

$$p_0 = 1000 \text{ Па}$$

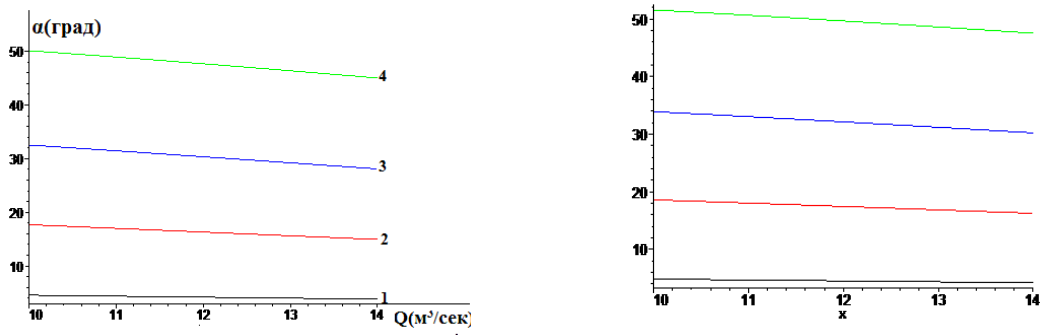


Рис. 3.18 Графики изменения расхода воздуха Q ($\text{м}^3/\text{с}$) в зависимости от давления p_0 (Па), отношения b_0/l и граничного угла α (град) 1. b_0/l , 2. $b_0/l=0,4$, 3. $b_0/l=0,8$, 4. $b_0/l=1,5$.

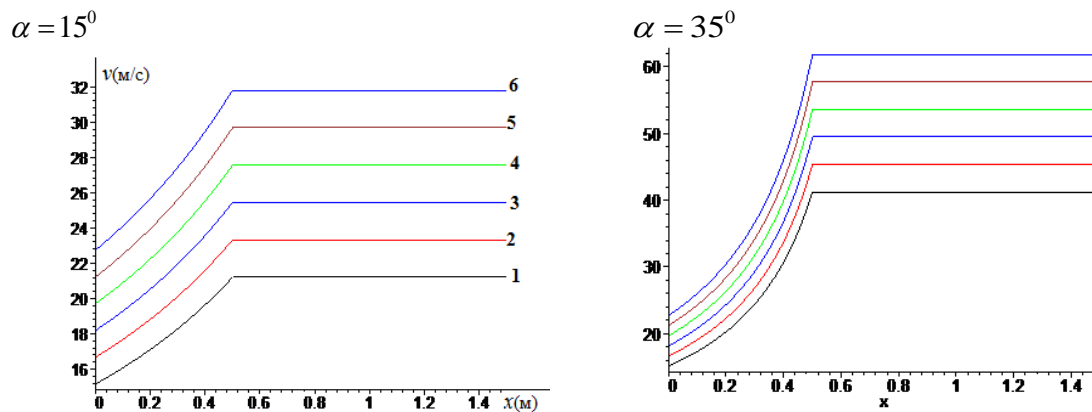


Рис. 3.19. Графики зависимости изменения расхода воздуха от угла Q ($\text{м}^3/\text{сек}$). 1. – $Q=10$, 2. – $Q=11$, 3. – $Q=12$, 4. – $Q=13$, 5. – $Q=14$, 6. – $Q=15$,

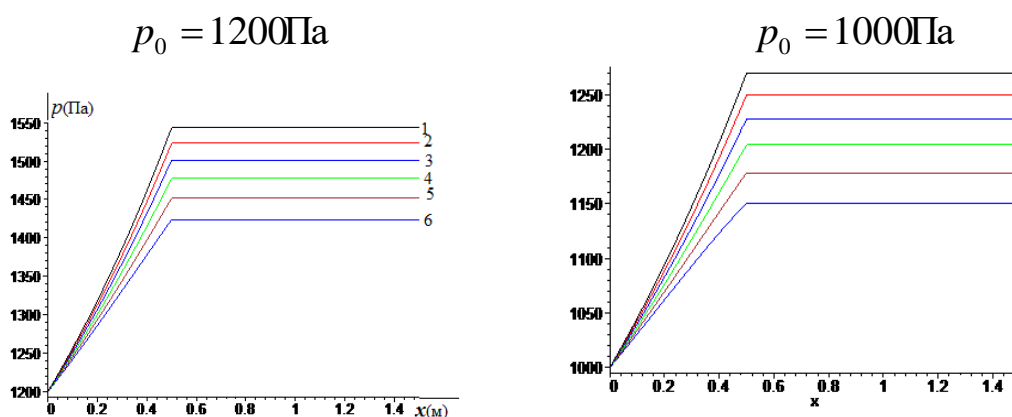


Рис.3.20. Графики зависимости давления воздушного потока от координаты x при угле $\alpha = 15^\circ$, и двух значениях начального давления и различных значений расхода воздуха Q ($\text{м}^3/\text{сек}$):
1. – $Q=10$, 2. – $Q=11$, 3. – $Q=12$, 4. – $Q=13$, 5. – $Q=14$, 6. – $Q=15$.

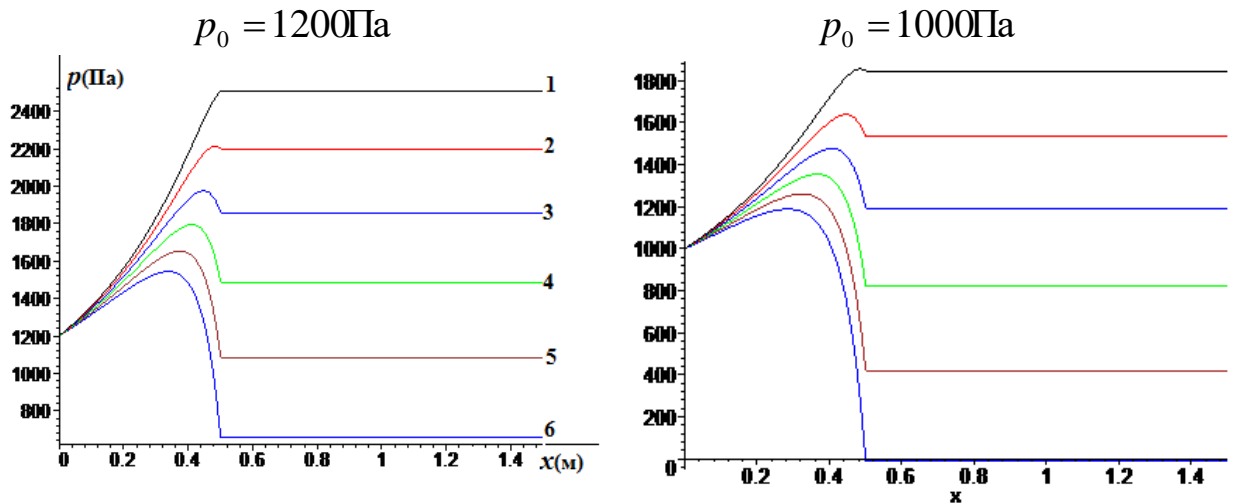


Рис.3.21 Графики зависимости давления воздушного потока от координаты x при угле $\alpha = 35^\circ$, и двух значениях начального давления и различных значений расхода воздуха $Q(\text{м}^3/\text{сек})$:

1 – $Q = 10$, 2 – $Q = 11$, 3 – $Q = 12$, 4 – $Q = 13$, 5 – $Q = 14$, 6 – $Q = 15$.

Исходя из графиков, показанных на рис. 3.13–3.16, можно определить предельное значение угла отклонения α для обеспечения непрерывного потока воздуха в трубе. Например, при $b_0 = 0,5\text{ м}$, $l = 0,5\text{ м}$, $Q = 10\text{ м}^3/\text{с}$, $\alpha < 35^\circ$ должно соответствовать граничному углу для передачи воздушного потока при установившемся давлении $p_0 = 1000\text{ Па}$, то есть значение угла α должно быть меньше 35° для обеспечения стационарного движения. При том же давлении, если расход составляет $Q = 10\text{ м}^3/\text{с}$, то $\alpha < 40^\circ$. То есть конусность патрубка должно быть меньше 40° .

3.6. Изучение движения летучки хлопка в направляющей камере сепаратора.

Камера сепаратора имеет неравномерное сечение. Предположим, что частица, движущаяся с потоком воздуха в камере, не оказывает большого влияния на него. На движущуюся частицу массы m под действием воздушного потока действует активная движущая сила воздуха F (рис. 3.22).

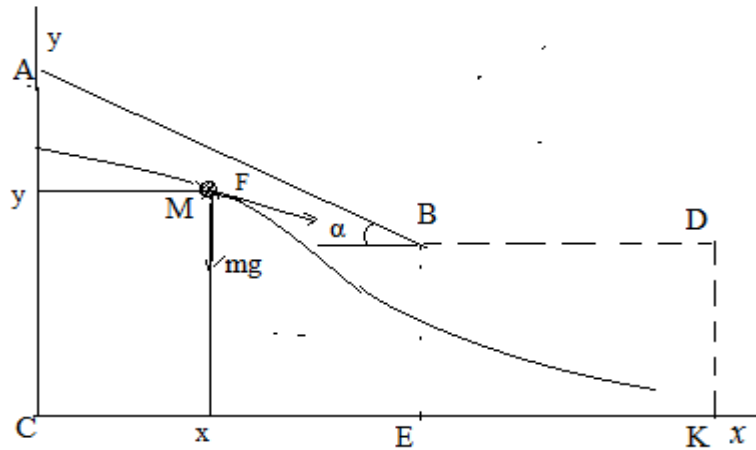


Рис. 3.22. Схема движения летучки хлопка в камере сепаратора

Допустим, что модуль этой силы пропорционален квадрату разности скоростей частиц и скорости воздуха $v_0 > 10 \text{ м/с}$. Кроме того, принимая условие $\text{tg} \alpha = k < 1$, поперечное движение на участке АВ будет отсутствовать. В этом случае уравнение движения частицы можно будет рассмотреть в двухмерной плоскости по осям x, y . В таком случае летучку выразим, как точку C начального участка трубы, направим ось Ox по направлению движения потока воздуха, а ось Oy перпендикулярно ему и движение летучки можно представить следующими уравнениями:

$$m\ddot{x} = c\sqrt{(v_0 - \dot{x})^2 + \dot{y}^2}(v_0 - \dot{x}) \quad (3.62)$$

$$m\ddot{y} = c\sqrt{(v_0 - \dot{x})^2 + \dot{y}^2} + mg \quad (3.63)$$

где c – коэффициент пропорциональности силы воздушного потока, v_0 – расход воздуха, и его выражение выражается формулами:

$$v_0 = \frac{Q_0}{L\rho_0(b_0 - kx)}, \quad 0 < x < l \quad (3.64)$$

$$v_0 = v_1(l), \quad l < x < l_1 \quad (3.65)$$

где l_1 – длина трубы. Мы видим следующий частный случай, на практике $\dot{y} < L(v_0 - \dot{x})$ условие выполняется. Поэтому запишем уравнения (3.62) и (3.63) в следующем виде:

$$\ddot{x} = n(v_0 - \dot{x})^2 \quad (3.66)$$

$$\ddot{y} = n(v_0 - \dot{x})^2 + g \quad (3.67)$$

где $n = c/m$.

Уравнения (3.57) и (3.58) нелинейны, и требуется численное интегрирование. Если скорость воздушного потока недостаточно высока, $v_0 < 5\text{ м/с}$, сила сопротивления воздуха может быть получена в линейной форме.

$$m\ddot{x} = C_0(v_0 - \dot{x}) \quad (3.68)$$

$$m\ddot{y} = C_0\dot{y} + mg \quad (3.69)$$

Решение уравнений (3.45) можно осуществить на основе начальных условий.

$$x = 0, \quad y = y_0, \quad \dot{x} = v_n, \quad \dot{y} = 0$$

где y_0 – начальная ордината летучки, $v_n < v_0(0)$ – начальная скорость летучки в трубе (камере сепаратора), для определения ее можно использовать производительность сепаратора. $v_n = Q_n / Lb_0\rho_1$, Q_n – удельная производительность в единицу времени, (кг/с), ρ_1 – плотность сырья.

Учитывая формулу (3.45) в выражении v_0 - скорость воздушного потока. Уравнение (3.51) принимает следующий вид:

$$\ddot{x} + 2n_0\dot{x} = \frac{2n_0Q_0}{\rho_0L(b_0 - kx)}, \quad 2n_0 = \frac{C_0}{m} \quad (3.70)$$

Уравнение (3.70) является нелинейным и может быть решено численно. Чтобы преобразовать его в линейное, зададимся условием $\varepsilon = (b_0 - b_1)/b_0 < 1$ для следующего случая $\varepsilon^2 \approx 0$.

$$\frac{1}{b_0 - kx} = \frac{1}{b_0[1 - \frac{b_0 - b_1}{b_0l}x]} \approx \frac{1}{b_0}[1 + \varepsilon \frac{x}{l}]$$

$$\ddot{x} + 2n_0\dot{x} - 2n_0\varepsilon x/l = 2n_0v_0 \quad (3.71)$$

где $\varepsilon = 1 - \frac{b_1}{b_0}$; $v_0 = \frac{Q_0}{\rho L b_0}$.

Уравнение (3.71) линейно, и его общее решение выглядит следующим образом:

$$x = C_1 e^{k_1 t} + C_2 e^{k_2 t} - \frac{l}{\varepsilon} \quad (3.72)$$

При следующих граничных условиях $x(0) = 0$; $\dot{x}(0) = v_n$ получим коэффициенты

$$C_1 = \frac{lk_2 - v_n \varepsilon}{k_2 - k_1}; \quad C_2 = \frac{v_n \varepsilon - lk_1}{k_2 - k_1}$$

где $k_1 = -n(1 + \sqrt{1 + \beta})$, $k_2 = -n(1 - \sqrt{1 + \beta})$, $\beta = 2n\varepsilon/nl$, $n = C_0/m$.

Движение частицы вдоль оси oy (3.69) определяется интегрированием уравнения $y(0) = y_0$, $\dot{y}(0) = 0$ при следующих граничных условиях. Его общее решение выглядит следующим образом:

$$y = A_1 e^{-2nt} + \frac{g}{2n} A_2$$

Коэффициентов A_1 и A_2 будут равны :

$$A_1 = \frac{g}{4n^2}; \quad A_2 = y_0 - \frac{g}{4n^2}$$

И уравнение движения частицы вдоль ординаты примет следующий вид:

$$y = -\frac{g}{4n^2}(1 - e^{-2nt}) + \frac{g}{2n}t + y_0 \quad (3.73)$$

(3.48) решения $0 < x < l$ как получено для интервала. Уравнение в диапазоне

$l < x < l_1$ при $v_0 = v_1(l) = \frac{Q_0}{\rho_0 L(b_0 - kl)}$ должно быть записано следующим

образом:

$$m\ddot{x} = (v_1 - \dot{x})C_0 \quad (3.74)$$

Решая уравнение (3.74) при значениях $x(t_0) = l$, $\dot{x}(t_0) = v_{1n}$, получим следующие корни уравнения:

$$v_{1n} = C_1 k_1 e^{k_1 t} + C_2 k_2 e^{k_2 t} \quad (3.75)$$

При t_0 получим частное решение $C_1 e^{k_1 t_0} + C_2 e^{k_2 t_0} - \frac{b_0}{\varepsilon} = l$.

$$x = x_2 = v_0 - (v_0 - v_{1n})[1 - \exp(-2nt)]/2n \quad (3.76)$$

При изучении движения летучки в камере сепаратора при угле направляющей стенки патрубка α , столкновения с ней минимальные. При таком угле отклонения направляющей летучка не испытывает ударного воздействия в этой зоне. В качестве расчета были взяты следующие параметры: $L = 1,1\text{м}$, $l = 0,5\text{м}$, $b_0 = 0,5\text{м}$, $n = 0,35$, $\rho_0 = 1,2\text{кг/м}^3$, $\rho_1 = 50\text{кг/м}^3$, $Q_n = 12000\text{кг/ч}$.

На рис. 3.23 показана траектория движения летучки при двух значениях угла в первой зоне, где линии определяет траекторию летучки. Из анализа графиков видно, что траектория летучки представляет собой прямую линию в направлении движения, а скорость летучки уменьшается вдоль угла α направляющей стенки.

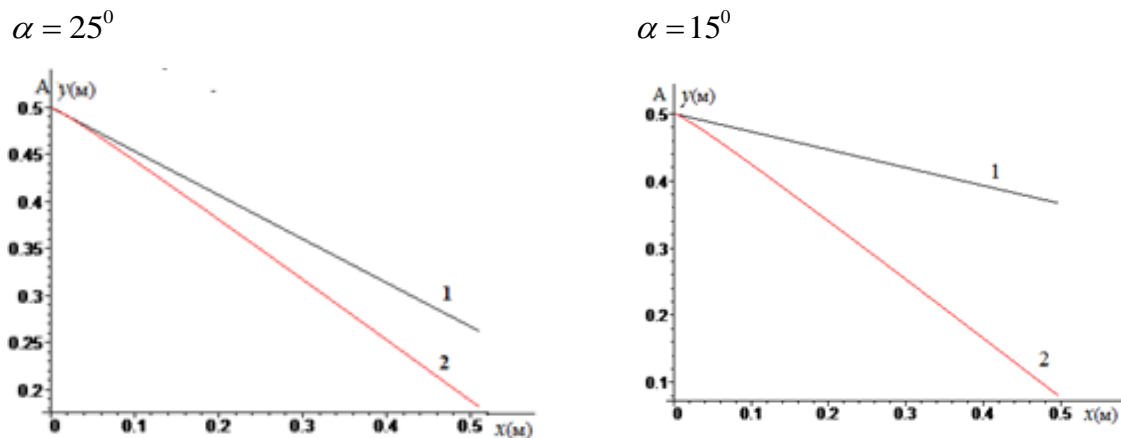


Рис. 3.23. Траектория летучки хлопка-сырца в первой зоне при двух значениях угла (1 –положение стенки воздуховода, 2 траектория летучки)

На рис. 3.24 показаны графики изменения скорости частиц в камере сепаратора во времени при двух значениях α . Показано, что с увеличением угла направляющей к горизонту скорость летучки увеличивается, а расположение отверстия может частично снижать скорость летучки.

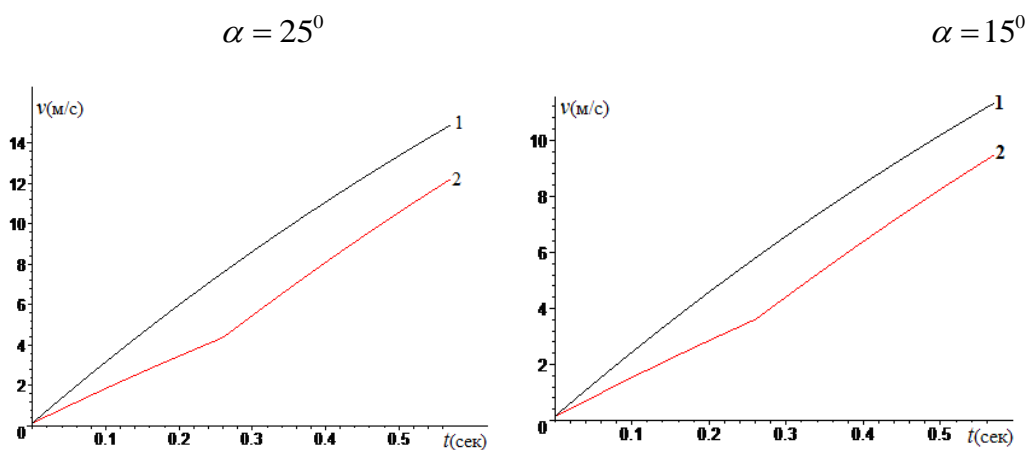


Рис. 3.24. Изменение скорости во времени частицы в камере сепаратора без направлятеля (1 линия) и с направлятелем (2 линия).

3.7. Обоснование параметров сепаратора хлопка.

Анализ графиков (рис.3.25) показывает, что с увеличением коэффициента трения волокон о поверхность отверстий сетки происходит снижение силы, необходимой для съёма хлопка. При скорости воздуха 20 м/с для существующего варианта сепаратора она доходит до $14,65 \cdot 10^{-2}$ Н, а для рекомендуемого варианта $F_{сд}$ уменьшается до $8,9 \cdot 10^{-2}$ Н. При скорости воздуха 15 м/с для рекомендуемого варианта сетки сепаратора составляет $7,6 \cdot 10^{-2}$ Н.

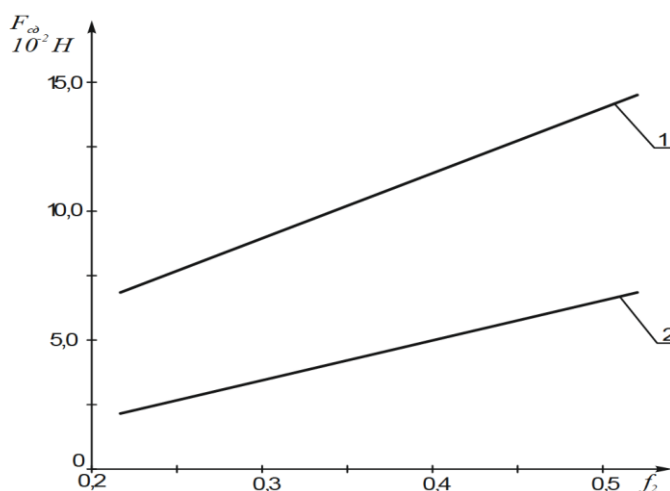
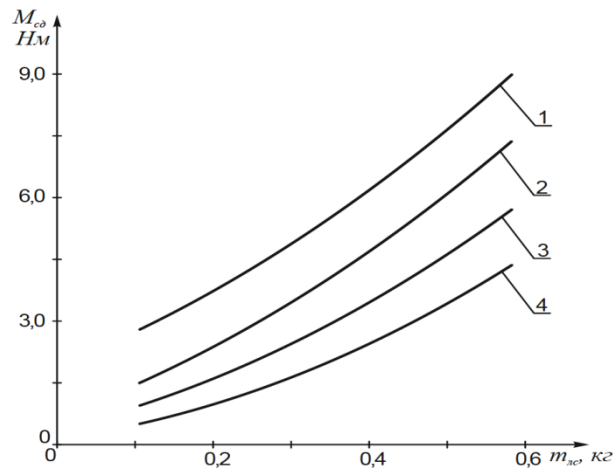


Рис. 3.25. Графические зависимости изменения силы сдвига хлопка на сетчатой поверхности сепаратора от изменения коэффициента трения волокна по сетке

1-для существующего варианта; 2- для рекомендованного варианта

При работе сепаратора необходимо обеспечить возможно меньший крутящий момент на валу скребка. Расчёты проводились по выражению (3.76) для рекомендованного варианта сетки. На рис.3.26 представлена графическая зависимость изменения момента на валу скребка от общей массы прилипшего к сетке хлопка. Анализ полученных графиков показывает, что при увеличении общего веса хлопка на поверхности сетки с 1,22 кг до 6,0 кг происходит увеличение крутящего момента на валу скребка от $0,51$ Н·м до $4,29$ Н·м в рекомендуемом варианте решетки при $v=20$ м/с. В существующем варианте решетки крутящий момент на валу скребка достигает $5,24$ Н·м. Следует отметить, что малое значение момента на валу скребка для рекомендованного

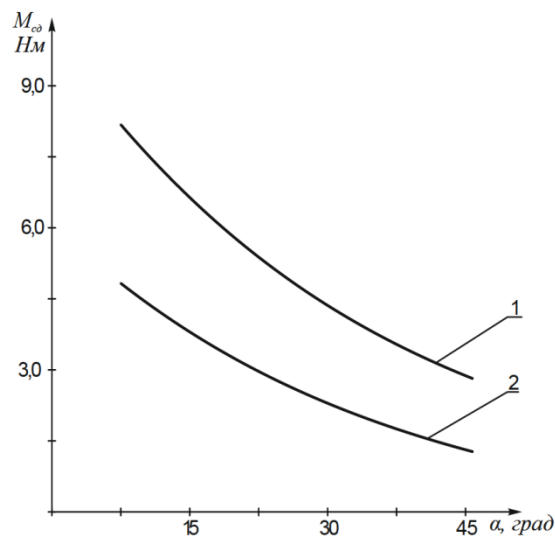
варианта сетки объясняется тем, что сила трения волокон о поверхность отверстия сетки будет меньше из-за небольшого количества волокон, а также уменьшения проекции силы трения за счет угла α .



1,3-для существующего варианта; 2,4 - для рекомендованного варианта,
1,3 - при $v_B = 20$ м/с; 2,4 - при $v_B = 15$ м/с

Рис. 3.26. Зависимости изменения момента на валу скребков от общей массы хлопка на сетки.

На рис.3.27 представлены графические зависимости изменения момента от изменения угла наклона оси конических отверстий сетки.



1-при $m_{сл} = 7,0$ кг; 1-при $m_{сл} = 5,0$ кг;

Рис.3.27. Варьирование момента по валу скребков от изменения наклона оси отверстий сетки.

Для обоснования угла наклона оси конических отверстий разделительной сетки были проведены соответствующие эксперименты для пяти вариантов сеток с цилиндрическими и коническими отверстиями под углом α (рис. 3.20.) наклона осей отверстий: 0° , 15° , 30° , 45° , 60° . Эксперименты проводились при трех влажностях хлопка $W = 12,5\%$, $10,5\%$, $9,5\%$ соответственно.

По результатам экспериментов получены зависимости (рис.3.28.) изменения количества свободного волокна от изменения угла наклона цилиндрических и конических отверстий сетки сепаратора. Анализ графиков показывает, что при угле наклона осей отверстий решеток 45° как для цилиндрических, так и для конических отверстий количество свободного волокна наименьшее. Но с коническими отверстиями при $\alpha = 45^\circ$ и влажности $12,5\%$ свободного волокна будет меньше, $(0,3 - 0,4) \cdot 10^{-2} \%$ по сравнению с серийным вариантом сетки. При влажности хлопка $9,5\%$ эта разница достигает $(0,35 \div 0,45) \cdot 10^{-2} \%$.

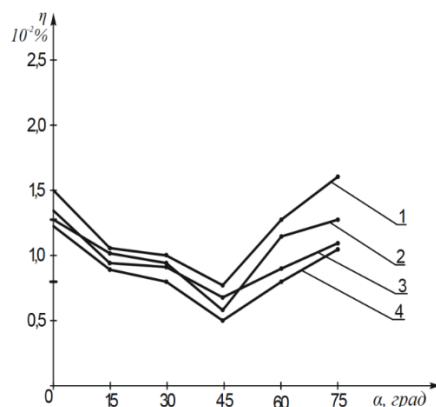


Рис.3.28. Количество свободного волокна в зависимости от изменения угла наклона отверстий разделительной сетки.

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.

Следовательно, в рекомендуемом варианте $\alpha = 45^\circ$ свободное волокно значительно уменьшается. Следует отметить, что в рекомендованном варианте сетки с коническими отверстиями с наклоном оси 45° повреждение семян снижено на $(20 \div 30)\%$ по сравнению с серийным вариантом.

3.8. Анализ движения частицы хлопка по криволинейной поверхности направлятеля сепаратора

Расчетная схема частицы с криволинейной поверхностью, направляющей представлено на рис. 3.29.

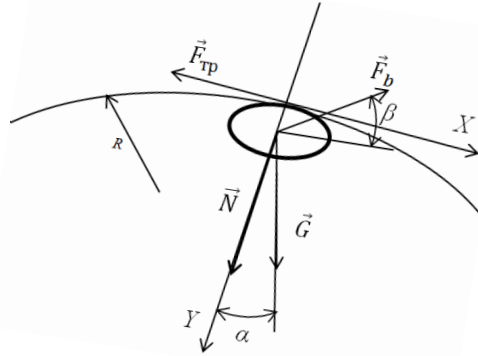


Рис.3.29. Расчетная схема направлятеля с криволинейной поверхностью

На частицу хлопка действуют силы: \vec{G} – сила веса, \vec{N} – сила реакции, \vec{F}_b – сила воздуха (выдувающий поток), $\vec{F}_{тр}$ – сила трения между частицей хлопка и поверхностью направлятеля. Запишем основное уравнение динамики в проекциях на оси координат Лагранжа:

$$\begin{aligned} m\ddot{x} &= F_b \cos\beta - F_{тр} + G \sin\alpha \\ m\ddot{y} &= G \cos\alpha - F_b \sin\beta - N \end{aligned} \quad (3.77)$$

При взаимодействии частицы хлопка с поверхностью направлятеля его движение по оси y будет ограничено, потому что частица хлопка в этой зоне будут контактировать с поверхностью, т.е. $y=0$.

Тогда второе уравнение системы принимает следующий вид.

$$N = G \cos\alpha - F_b \sin\beta \quad (3.78)$$

При этом, учитывая, что

$$G = mg; F_b = kv^2,$$

и, подставляя (3.77) в (3.78), имеем

$$m\ddot{x} = mg \sin\alpha + kv_b \cos\beta - f(mg \cos\alpha - kv_b^2 \beta) \quad (3.79)$$

где, m – масса частицы хлопка; g – ускорение свободного падения; kv_b – скорость воздуха; α – угол между вектором силы веса и осью y ; β – угол между векторам силы аэродинамической силы и осью x ; f – коэффициент трения хлопка о поверхность направлятеля.

Из (3.79) после интегрирования получим выражение для определения закона движения частицы хлопка по оси x:

$$x = \frac{1}{kv_b^2(f \sin \beta - \cos \beta)} \ln \left\{ \frac{[gf - kv_b^2(f \sin \beta - \cos \beta)]}{[g(\sin \alpha + f \cos \alpha) - kv_b^2(f \sin \beta - \cos \beta)]} \right\} \quad (3.80)$$

При этом скорость движения частицы хлопка определением с учетом $x = R \sin \beta$

$$V = \sqrt{\frac{[g(\sin \alpha + f \cos \alpha) - [gf - kv_b^2(f \sin \beta - \cos \beta)]]e^{-R \sin \beta(f \sin \beta - \cos \beta)}}{f \sin \beta - \cos \beta}} \quad (3.81)$$

На рис.3.30 представлены графические зависимости скорости вылета частицы хлопка при выходе из контакта с криволинейной поверхностью от скорости подаваемого воздуха. Анализ графиков показывает, что с увеличением скорости воздуха скорость вылета частиц хлопка возрастает по нелинейной закономерности.

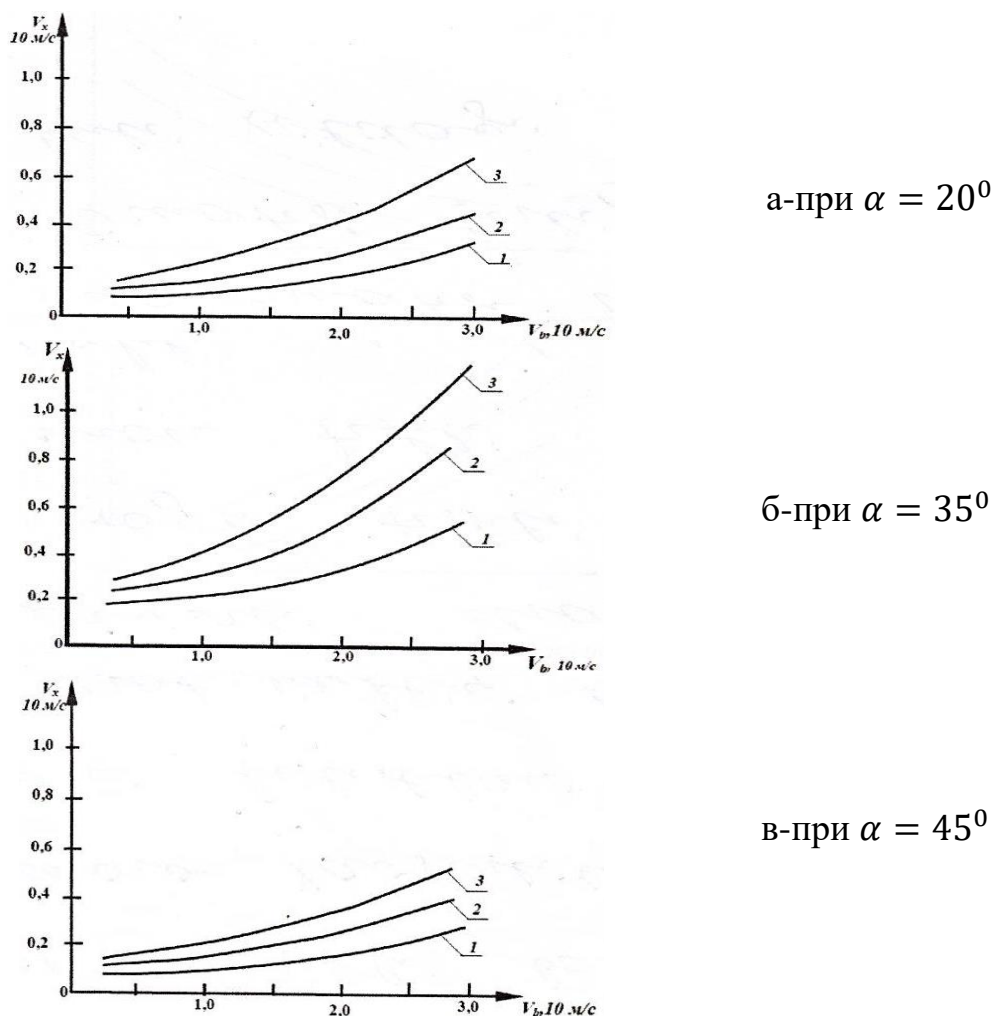


Рис.3.30. Графически зависимости изменения скорости вылета частицы хлопка при выходе из контакта с поверхностью направится от изменения скорости подаваемого воздуха.
1 – при $f=0,35$; 2 – при $f=0,30$; 3 – при $f=0,25$.

При этом следует отметить, что изменение влажности исходного хлопка приводит к изменению, не только массы частиц хлопка, но и увеличению коэффициента трения. Чем больше коэффициент трения, тем меньше скорость вылета хлопка (см. рис. 3.30, а, б, в кривые 1,2,3). Важным является место расположения частиц хлопка в первоначальной зоне взаимодействия с поверхностью направляющей. При этом, чем больше угол α , тем больше (см. рис.3.30, в) V_x . Увеличение радиуса поверхности направляющей сепаратора приводит и возрастанию скорости выпета частиц хлопка. Это объясняется тем, что с увеличением R поверхность приближается к плоскости, это приводит к снижению торможения частиц хлопка (см. рис.3.31, кривые 1,2,3).

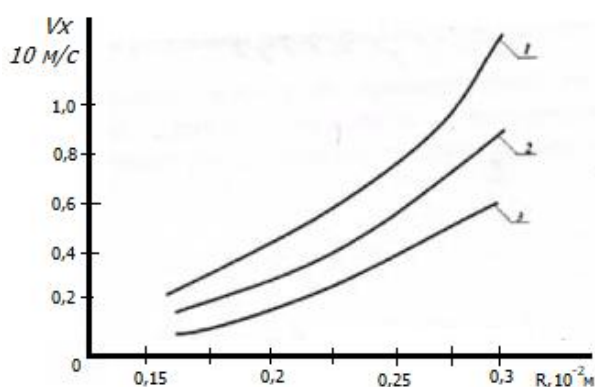


Рис.3.31. Графические зависимости изменения скорости вылета частицы хлопка при выходе из контакта с поверхностью направителя от изменения радиуса кривизны направителя

Увеличение коэффициента трения приводит к уменьшению скорости высота частиц хлопка (см.рис.3.32).

Результаты сравнительных производственных испытаний сепаратора – очистителя хлопка.

На основе обоснованных параметров сепаратора был спроектирован и изготовлен опытный образец конструкции. Были проведены сравнительные производственные испытания сепаратора.

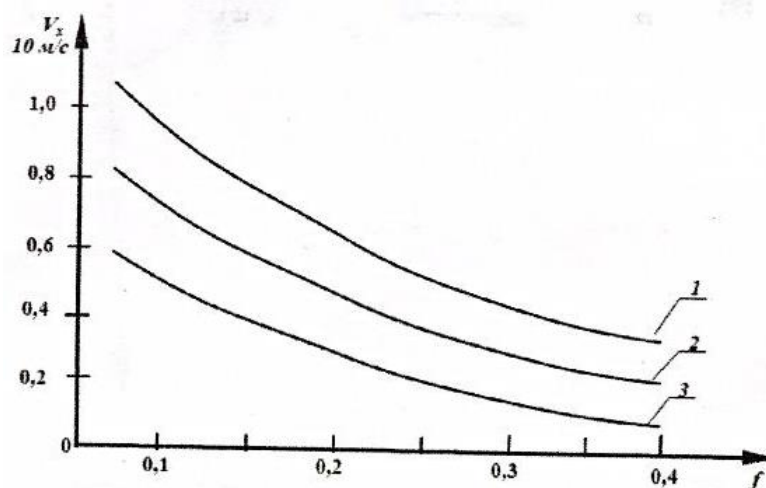


Рис.3.32. Закономерности изменения скорости вылета частицы хлопка с криволинейной поверхности направлятеля от коэффициента трения.

3.9. Конечно-элементное моделирование движения хлопковоздушной смеси в сепараторе хлопка

В п.2.2 рассмотрена работа сепаратора хлопка СС-15, предназначенного для выделения хлопка-сырца из потока транспортирующего его воздуха.

Одним из недостатков используемых в настоящее время сепараторов является повышенное дробление семян, которое возникает вследствие удара летучек хлопка, движущихся по инерции, о стенку отделительной камеры. В этом же разделе предложены конструктивные меры для устранения этого недостатка. Они сводятся к установке направлятеля 3 (рис. 2.2.), который отклоняет входящий в отделительную камеру поток воздуха и, тем самым, снижает силу удара летучек хлопка-сырца о стенку. В [105] экспериментально определено положение козырька, обеспечивающее приемлемый уровень дробления семян.

Для более детального изучения аэродинамических процессов, происходящих в сепараторе хлопка СС-15А проводилось конечно-элементное моделирование в среде ANSYS CFX. Поскольку конструкция сепаратора имеет плоскость симметрии, в качестве геометрической модели использовалась половина конструкции. На рис.3.33 показана модель полости,

в которой движется смесь воздуха с хлопком-сырцом с нанесенной на нее конечно-элементной сеткой. Сетка тетраэдрическая, максимальный размер элемента 3 см. Для лучшего разрешения течения в пограничном слое у стенок создавались ортогональные слои регулярной сетки 10 слоев общей толщиной 40 мм. Всего в модели около 600 тыс. элементов и 140 тыс. узлов.

Для моделирования перфорированной стенки, 3 (рис.3.33.) между отделительной и воздушной камерами задерживающей частицы хлопка, модель включала два домена, интерфейс между которыми позволял задать перепад давления по заданному закону. В данной модели перепад рассчитывался в зависимости от средней скорости воздуха через поверхности интерфейса по формуле Дарси – Вейсбаха для местного сопротивления в потоке [106]

$$\Delta P = \xi \frac{v^2}{2} \rho \quad (3.82)$$

где ΔP – потери давления на гидравлическом сопротивлении

ξ – коэффициент местного сопротивления (коэффициент потерь);

ρ – плотность воздуха;

v – скорость потока.

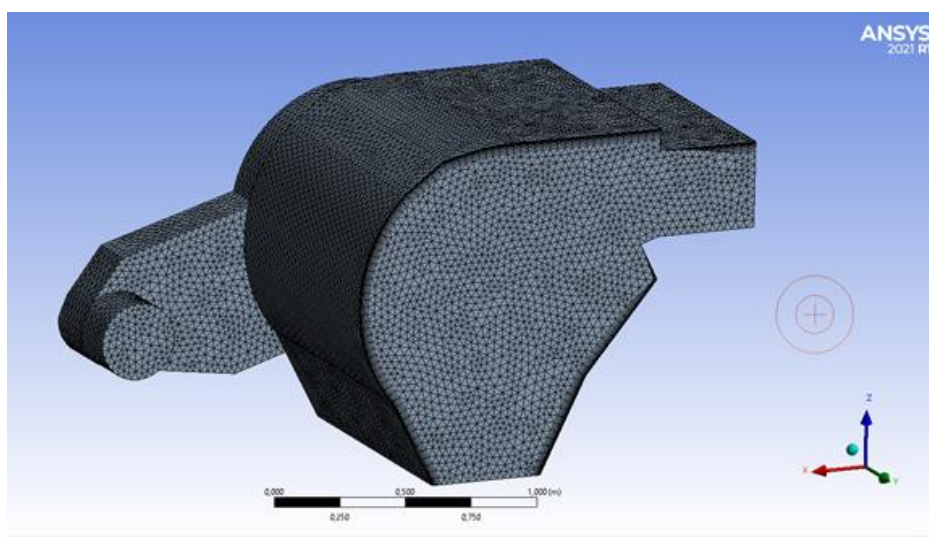


Рис. 3.33. Геометрическая модель с конечно-элементной сеткой

При моделировании частицы летучки хлопка представлялись в виде шаров, имеющих массу, равную массе частицы летучки и диаметр, обеспечивающий скорость витания, равную скорости витания летучки.

Масса летучки принималась равной 0,25 г [29]. В [107] приводится среднее значение объема летучек хлопка, который составляет 5,2 см³. Это позволяет рассчитать радиус шара, моделирующего летучку в данном расчете, который составляет 1,6 см.

Количество частиц в потоке рассчитаем следующим образом. Производительность сепаратора с оставляет машины 3 – 7 т/ч. При максимальной производительности через входной патрубок пройдет 1,9 кг/с хлопка-сырца, это соответствует 9500 летучек в секунду.

По результатам расчета проводилось сравнение двух вариантов конструкции сепаратора хлопка: серийного рис. 3.33. и модернизированного, во входном патрубке которого устанавливался направлятель, который должен обеспечивать отклонение хлопководдушной смеси в сторону вакуум-клапана. (рис. 3.34.). На рис. 3.34 показаны траектории летучек хлопка в объеме отделительной камеры сепаратора и в центральном сечении (рис. 3.35)

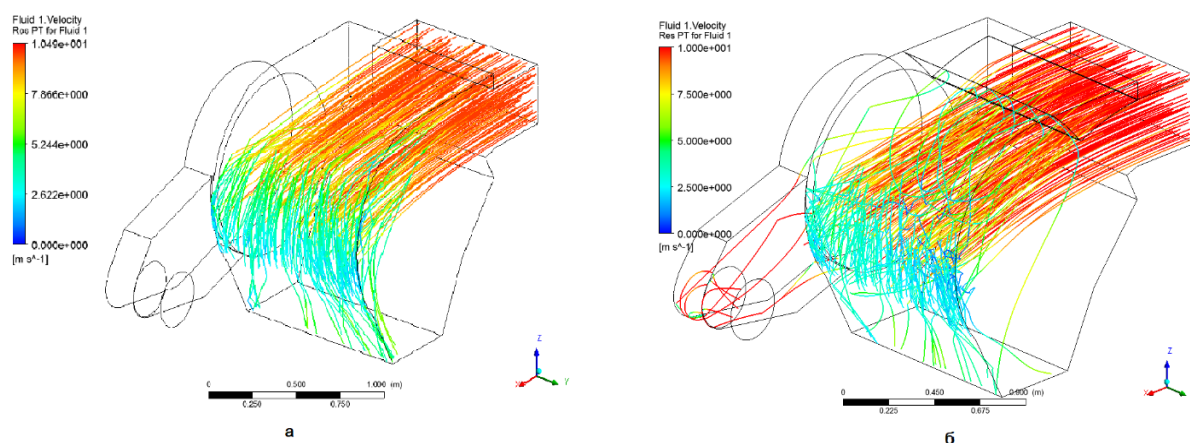


Рис. 3.34. Траектории частиц хлопка (3 D картина) сечения (а – существующая схема сепаратора, предлагаемая схема сепаратора)

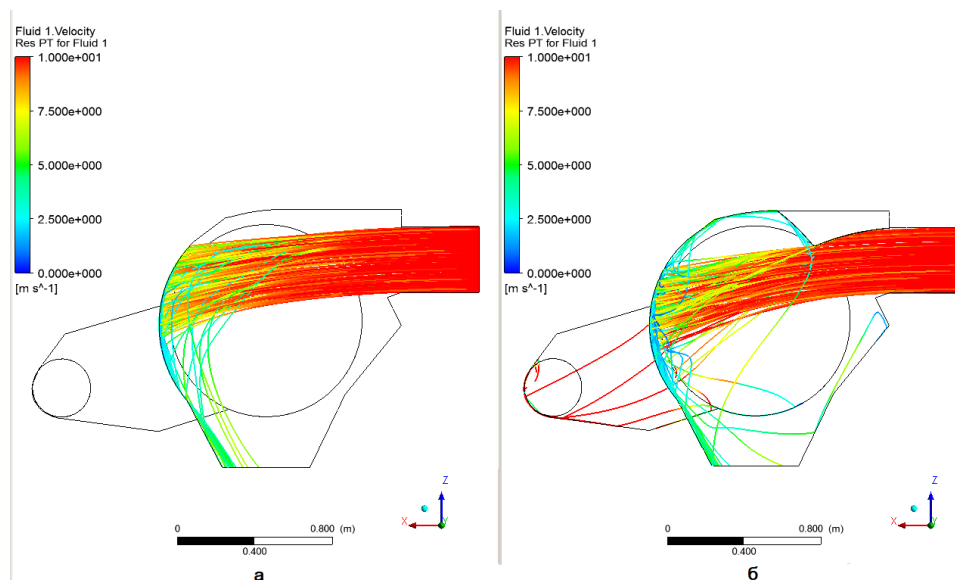


Рис. 3.35. Траектории частиц хлопка в центральном сечении (а – существующая схема сепаратора, б – предлагаемая схема сепаратора)

Из рисунков видно, что установка направителя приводит к отклонению потока летучек вниз к вакуум-клапану.

Линии тока воздуха для двух вариантов показаны на рис. 3.36.

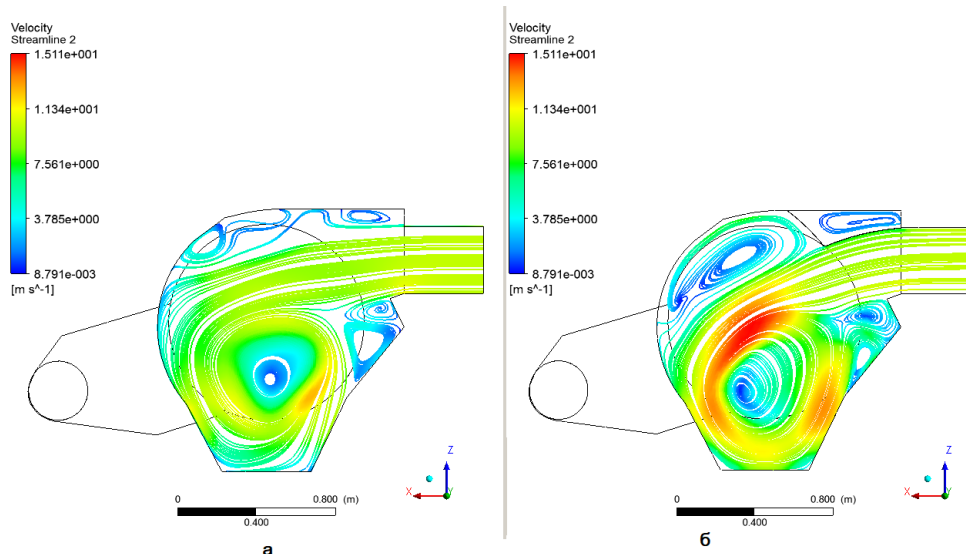


Рис. 3.36. Линии тока воздуха (а – существующая схема сепаратора, б – предлагаемая схема сепаратора)

Картина линий тока показывает, что в случае установки направителя в верхней части отделительной камеры образуется вихрь, на поддержание которого затрачивается определенная часть энергии потока, что может способствовать снижению скорости потока в центральной части камеры. Это

подтверждается картиной распределения турбулентной вязкости, приведенной на рис. 3.37.

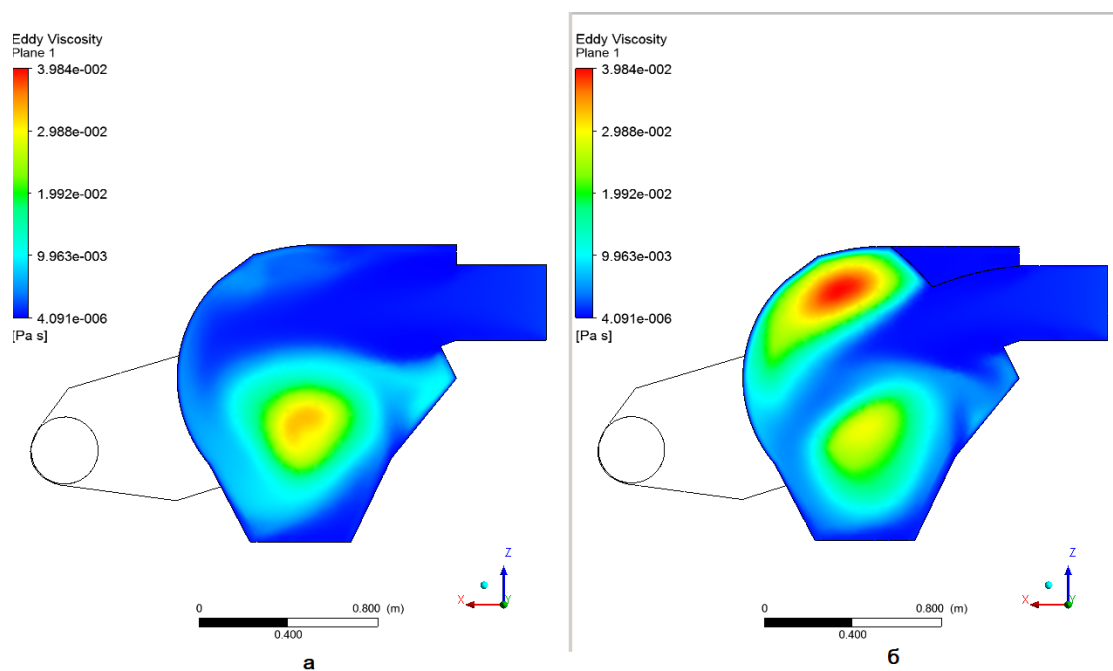


Рис. 3.37. Турбулентная вязкость (а – существующая схема сепаратора, б – предлагаемая схема сепаратора)

На рис.3.38. приведено поле скоростей воздушных потоков в отделительной камере. Сравнение рисунков показывает, что сжатие потока направителем приводит к увеличению скорости воздуха в отделительной камере. Однако при этом, как видно из рис. 5 скорости направлены по касательной к стенке, поэтому увеличение скорости в целом не должно приводить к росту скорости соударения летучек со стенкой отделительной камеры и дроблению семян.

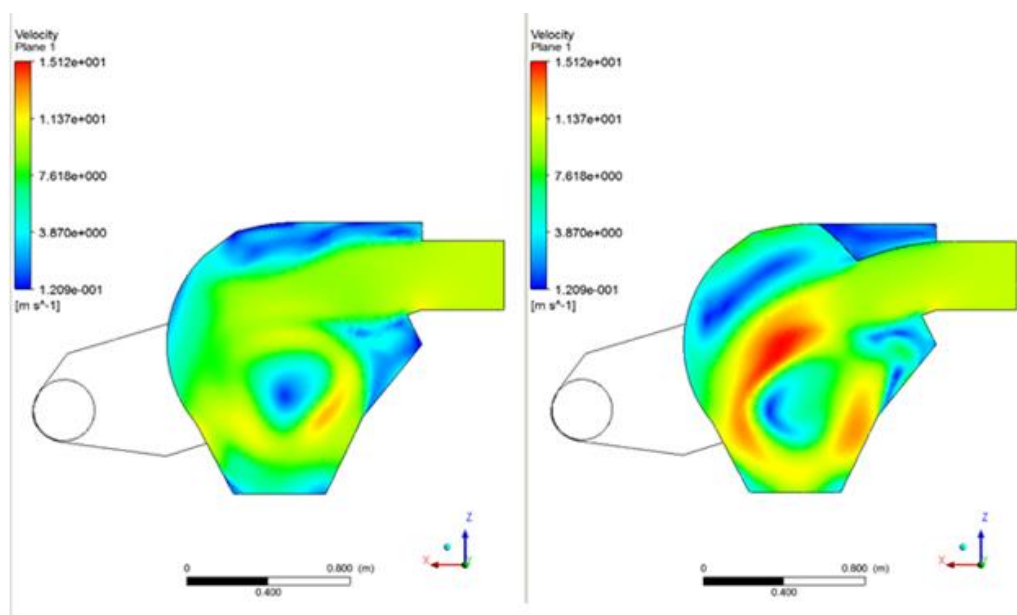


Рис. 3.38. Поле скоростей воздуха в отделительной камере
(а – существующая схема сепаратора, б – предлагаемая схема сепаратора)

В ANSYS CFX имеется программный модуль, позволяющий проводить вычислительные эксперименты по определению взаимного влияния различных факторов, входящих в математическую модель. Так можно построить рассчитанные в рамках разработанной модели зависимости усредненной силы давления летучек хлопка на стенку отделительной камеры. Этот параметр не позволяет получить силу удара каждой летучки и оценить вероятность разрушения семян, однако он позволяет проводить сравнение различных технологических режимов и вариантов конструкции.

На рис. 3.39. приведена зависимость усредненной силы давления летучек на стенку отделительной камеры от скорости летучек на входе для сравниваемых вариантов конструкции.

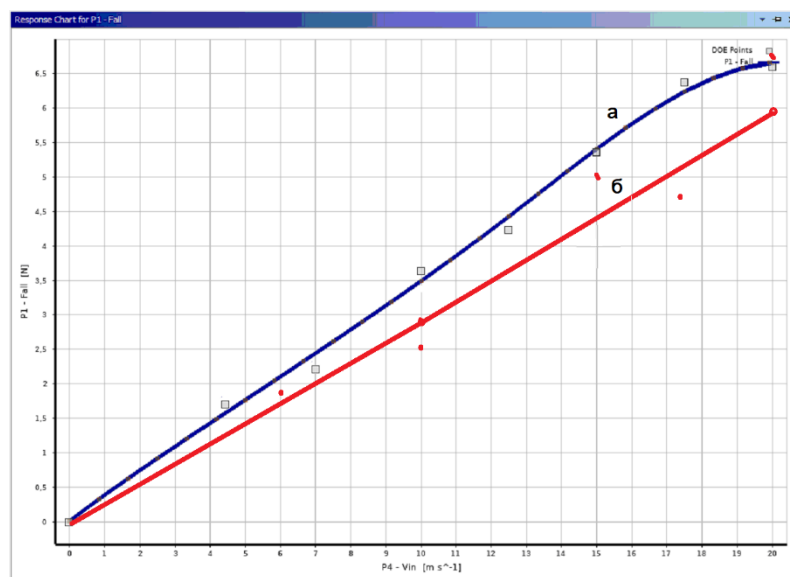


Рис. 3.39. Суммарная сила удара частиц о стенки в зависимости от скорости хлопковоздушной смеси на входе (а – существующая схема сепаратора, б – предлагаемая схема сепаратора).

Как видно из приведенных графиков, предлагаемый вариант сепаратора в направлении потока в отделительной камере обеспечивает снижение силы удара летучек о стенку отделительной камеры до 18%, что как показывают эксперименты, позволяет отклонить летучки от прямого соударения со стенкой отделительной камеры и снизить скорость потока за счет образования за козырьком турбулентного вихря, интенсивно поглощающего энергию.

3.10. Выводы по главе 3

1. Определен закон распределения скорости и плотности хлопка-сырца на поверхности перфорированной сетки сепаратора. Построены графические зависимости изменения толщины слоя и плотности хлопка на поверхности сетки от изменения полюсного угла и давления. Обоснованы их значения.
2. Выявлено, что изменение давления пропорционально толщине слоя хлопка, скорость которого увеличивается на поверхности сетки относительно полярного угла и уменьшается от значения плотности.
3. Определены закономерности движения части хлопка на поверхности сетки. Получена формула для расчета радиуса расположения частиц хлопка на поверхности сетки.
4. Определено влияние закона движения скребка сепаратора на закрепление летучек хлопка на сетке и на эффективность съема хлопка сырца с поверхности сеток. Определена требуемая угловая зависимость скорость скребков при различных параметрах сетки.
5. Установлена зависимость высоты слоя хлопка-сырца и значения полюсного угла от давления воздуха в отделительной камере. В результате теоретических и практических исследований предложен сепаратор с изолирующей камерой.
6. Получены приближенные расчетные формулы для определения скорости и давления стационарного потока воздуха в канале с переменным сечением. Определено условие стационарности скорости потока, при котором величина угла расширения канала практически не зависит от расхода воздуха.
7. Определены закономерности движения летучки хлопка в сепараторе с учетом направителя потока. Получены зависимости траекторий и скоростей движения летучек хлопка от изменения угла направителя сепаратора.

8. Получены формула для расчета силы, необходимой для сдвига слоя хлопка на сетке сепаратора с учетом формы отверстий в сетках.
9. Построены графические зависимости изменение силы сдвига летучек хлопка с учетом изменения угла наклона отверстий, их координат, коэффициента трения и скорости воздуха. Обоснованы параметры сетки и конических отверстий, при которых обеспечивается минимальное значение сил их сдвига.
10. Получены формула для определения перемещения и скорости движения частицы хлопка на криволинейной поверхности составного направлятеля сепаратора.
11. На основе конечно-элементного анализа установлено распределение потоков воздуха, траектории летучек и сила взаимодействия потока летучек со стенкой отделительной камеры сепаратора. Подтверждена эффективность направлятеля потока, установленного на входе в отделительную камеру.

ГЛАВА 4. ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ОЧИСТИТЕЛЕЙ ХЛОПКА

4.1 Очистители мелкого сора

4.1.1. Влияние режима движения летучки на взаимодействие хлопка с сеткой

В технологии очистки хлопка-сырца в очистителе мелкого сора при использовании многогранной сетки важным является определение силы реакции, зависящей от угла взаимодействия и угловой скорости барабана. На рис. 4.1 представлена расчетная схема зоны очистки. Известно, что в момент вылета летучки хлопка с конца колка барабана на неё действует, в основном, центробежная сила. При этом в зоне свободного полета на летучку дополнительно действуют силы сопротивления воздуха и сила веса. Учитывая, что зазор между концами колков и сетчатой поверхностью небольшой, и, в первом приближении учитывали только центробежную силу, как основную, а также переменность вращения колкового барабана имеем:

$$F_{цб} = m_l R_k (\omega_{cp} + \omega_o \sin \alpha t)^2 \quad (4.1)$$

где, m_l – масса летучки, R_k – радиус и амплитуда переменный части угловой скорости колкового барабана.

Следует отметить, что, как отмечено в работе Г. И. Мирошниченко [29; с. 137-140], скорость взаимодействия летучки с сетчатой поверхностью определяются из выражения:

$$V_l = \sqrt{\frac{m_l g}{c_1}} \quad (4.2)$$

где, g – ускорение свободного падения, c_1 – коэффициент лобового сопротивления, $c_1 \approx 0,65$.

Но в выражении не учитывается центробежная сила, действующая на летучку. При этом, учитывая центробежную силу согласно [108] получим:

$$\omega_{\sigma} = \frac{(1 + \kappa_{\sigma}) \cos \alpha}{t_u} \quad (4.3)$$

где, κ_{σ} – коэффициент восстановления летучки при ударе, $(0,3 \div 0,35)$; α – угол наклона скорости полета летучки, t_u – время импульсного взаимодействия $(0,015 \div 0,030)$ с.

Силы реакции, согласно рис. 4.1, определяем из выражений при упругом взаимодействии летучки с сеткой:

$$\begin{aligned} \overline{F}_1 &= \overline{F}'_1 + \overline{F}_2; \quad \overline{F}_2 = \overline{F}'_2 + \overline{F}_2''; \quad \overline{F}_3 = \overline{F}'_3 + \overline{F}_3''; \quad \overline{F}_4 = \overline{F}'_4 + \overline{F}_4'' \\ \text{или } F'_1 &= F_1 \cos \alpha_1; \quad F'_2 = F_2 \cos \alpha_2; \quad F'_3 = F_3 \cos \alpha_3; \quad F'_4 = F_4 \cos \alpha_4; \end{aligned} \quad (4.4)$$

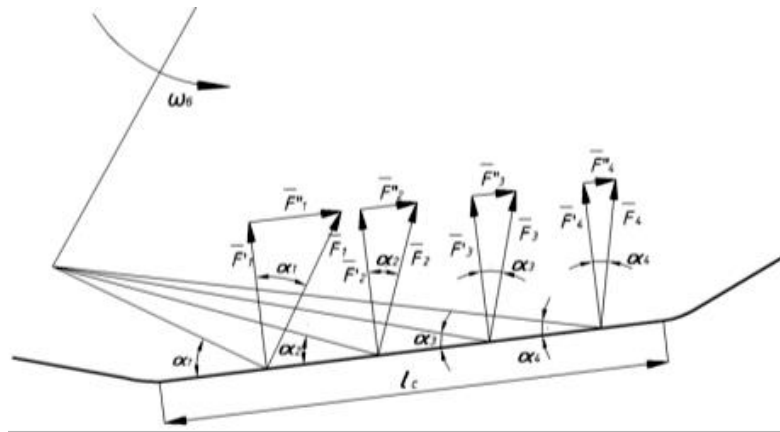


Рис. 4.1. Расчетная схема зоны очистки хлопка от мелкого сора

Известно, что линейная скорость летучки хлопка при взаимодействиях с сеткой не должна превышать $11,5$ м/с, при которой значительно увеличивается повреждаемость семян и волокон хлопка [109; с. 7–8]. Поэтому целесообразно принять, с учетом (4.2) и (4.4)

$$\alpha_i \geq \arccos \left[\frac{(\omega_{cp} + \omega_{\sigma} \sin \alpha t) t_u}{1 + \kappa_{\sigma}} \right] \quad (4.5)$$

Для обеспечения условия (4.5) при исходных значениях параметров зоны очистки угол α_i получен в пределах:

$$\alpha_i = \left(\frac{2\pi}{9} \div \frac{\pi}{4} \right) \quad (4.6)$$

4.1.2. Анализ взаимодействия летучек хлопка с многогранной сетчатой поверхностью очистителя

В процессе очистки хлопка от мелкого сора летучка ударяется о сетчатую поверхность и из неё выделяются сорные примеси. При этом летучки хлопка вылетают с поверхности колка под действием центробежной силы. Учитывая относительно небольшой зазор между колками и сетчатой поверхностью в первом приближении скорость в момент удара летучек с поверхностью сетки будет определяться:

$$V_l \leq \omega_o \cdot R_k \quad (4.7)$$

где ω_o – угловая скорость колкового барабана, R_k – радиус вершин колков барабана.

При этом, как отмечает Р.З. Бурнашев, потеря скорости в зоне полета летучки доходит до 10 % [110; с. 7-8]. Согласно расчетной схеме с учетом угла наклона скорости летучки хлопка β , вертикальная составляющая которой определяет фактический ударный импульс, а горизонтальная составляющая определяет скорость продвижения летучки по сетчатой поверхности очистителя:

$$\bar{V}_l = \bar{V}'_l + \bar{V}''_l ; \bar{V}_{l0} = \bar{V}'_{l0} + \bar{V}''_{l0} \quad (4.8)$$

где, $V'_l = V_l \cos \beta$; $V''_l = V_l \sin \beta$; $V'_{l0} = V_{l0} \cos \beta$; $V''_{l0} = V_{l0} \sin \beta$

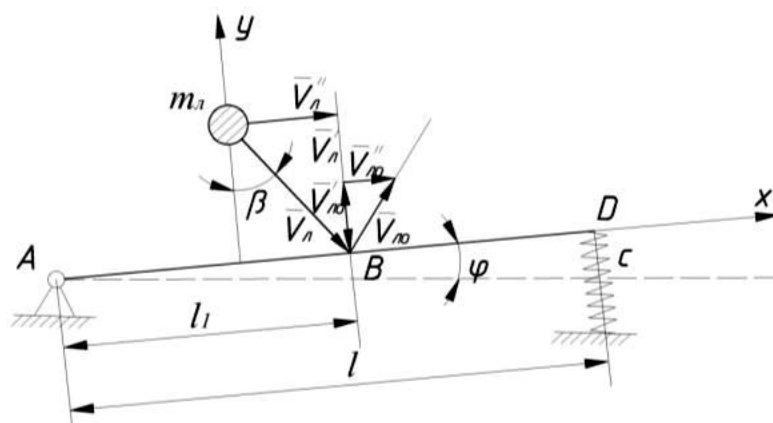


Рис.4.2. Расчетная схема для определения взаимодействия летучки с сетчатой поверхностью

При этом взаимодействие летучки хлопка с сетчатой поверхностью считаем упругим, поэтому угол отражения также будет β . Определение послеударных скоростей летучки хлопка и сетчатой поверхности произвели методом Лагранжа [111; с. 38-40], согласно расчетной схеме на рис. 4.2. При этом за обобщенные координаты приняли y – для летучки и φ – для сетчатой поверхности.

Кинетическая энергия системы будет равна:

$$T = \frac{1}{2} m_{cl} \dot{y}^2 + \frac{1}{2} \frac{m_c l^2}{3} \dot{\varphi}_c^2 \quad (4.7)$$

Производные от кинетической энергии будут:

$$\frac{\partial T}{\partial y} = m_{cl} \dot{y}; \quad \frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{y}} \right) = m_{cl} \ddot{y}; \quad \frac{\partial T}{\partial \dot{\varphi}_c} = \frac{m_c l^2}{3} \dot{\varphi}_c; \quad \frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{\varphi}_c} \right) = \frac{m_c l^2}{3} \ddot{\varphi}_c; \quad (4.8)$$

Следует отметить, что скорость летучки хлопка в начале удара о сетчатую поверхность равна \overline{V}_l , а её проекция на ось y отрицательна, согласно (4.6) \overline{V}'_l . В начале удара сетчатая поверхность на упругой основе находится в покое, т.е. начальная угловая скорость сетки равна нулю. В конце удара скорость летучки хлопка по оси y будет \overline{V}'_{l0} , а скорость сетки после удара $\dot{\varphi}'_c$.

Исходя из этих соображений, приращения частных производных (4.8) кинетической энергии системы по обобщенным скоростям равны:

$$\Delta \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{y}} \right) = m_l (\dot{y}' + \dot{y}); \quad \Delta \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{\varphi}_c} \right) = \frac{m_c l^2}{3} \dot{\varphi}'_c; \quad (4.9)$$

Согласно расчетной схеме, обобщенные импульсы определяются следующим образом:

$$P_{ly} = \left. \frac{\delta A}{\delta y} \right|_{\delta \varphi_c = 0} = \frac{S \delta y}{\delta y} = S$$

$$P_{c\varphi} = \left. \frac{\delta A}{\delta \varphi_c} \right|_{\delta y = 0} = \frac{S l_1 \delta \varphi_c}{\delta \varphi_c} = S l_1 \quad (4.10)$$

Известно [111; с. 19-20], что уравнения Лагранжа при ударе представляют собой линейные уравнения относительно скоростей летучки хлопка и сетки после удара. Для рассматриваемой системы они записываются в следующем виде:

$$\begin{aligned} m_n(\dot{y}' + \dot{y}) &= S \\ \frac{m_c l^2}{3} \dot{\phi}'_c &= S \cdot l_1 \end{aligned} \quad (4.11)$$

В очистителе хлопка от мелкого сора удар летучек хлопка происходит при его взаимодействии с поверхностью сетки. Её скорость определяет последующие колебания сетки. Связь между скоростями осуществляется через коэффициент восстановления при ударе. Этот коэффициент учитывает относительные скорости взаимодействующих элементов, в проекциях на ось y . При этом имеем:

$$k = -\frac{(\dot{y}' + \dot{\phi}'_c l_1)}{-\dot{y}} \quad (4.12)$$

Из уравнения (4.35) получим зависимости скоростей до и после удара.

$$k\dot{y} = (\dot{y}' + \dot{\phi}'_c l_1) \quad (4.13)$$

Тогда система линейных уравнений будет:

$$\begin{aligned} (\dot{y}' + \dot{\phi}'_c l_1) &= k\dot{y} \\ \dot{y}' - \frac{m_c l^2 - \dot{\phi}'_c}{3m_n l_1} &= -\dot{y} \end{aligned} \quad (4.14)$$

Разрешив (4.14) получим скорость летучки хлопка после удара о сетчатую поверхность

$$\dot{y}' = \left(\frac{km_c l^2 - 3m_n l_1^2}{m_n l^2 + 3m_n l_1^2} \right) \dot{y}$$

и угловую скорость сетки после удара

$$\dot{\phi}'_c = \left(\frac{3m_n l_1 (k + 1)}{m_c l^2 + 3m_n l_1^2} \right) \dot{y}$$

С учетом (4.6) имеем скорость летучки по оси y

$$V'_n = \left[\frac{\left(\cos \beta + \frac{\dot{\phi}'_c}{V_n} l_1 \right) m_n l^2 - 3m_n l_1^2}{m_c l^2 + 3m_n l_1^2} \right] V_n \cos \beta; \quad (4.15)$$

По оси x имеем: $V''_n = V_n \sin \beta$;

При этом важным является величина отскока летучек хлопка после удара с сетчатую поверхность:

$$h_n = \left[\frac{\left(\cos \beta + \frac{\dot{\phi}'_c}{V_n} l_1 \right) m_n l^2 - 3m_n l_1^2}{m_c l^2 + 3m_n l_1^2} \right] t_n; \quad (4.16)$$

На основе численного решения выражений (4.15) и (4.16) построены графические зависимости изменения скорости и величины отскока летучки хлопка после удара о сетчатую поверхность в зависимости от параметров системы. На рис. 4.3 представлены графические зависимости изменения скорости передвижения летучки хлопка по многогранной сетчатой поверхности от изменения угла наклона полета летучек в зоне очистки.

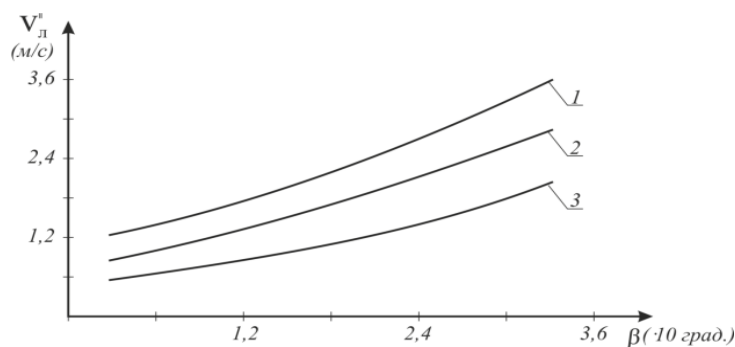


Рис.4.3. Графические зависимости изменения скорости передвижения летучки хлопка по многогранной сетчатой поверхности от изменения угла наклона траектории летучек в зоне очистки. 1. $m_n=0,25г$; 2. $m_n=0,5г$; 3. $m_n=0,85г$

Анализ полученных графических зависимостей показывает, что увеличение угла полета летучки хлопка от $4,5^0$ до $31,5^0$ приводит к возрастанию скорости передвижения летучки хлопка по многогранной

сетчатой поверхности по нелинейному закону. Так при увеличении угла β при массе $m_n=0,25$ г скорость V_n'' увеличивается от 1,2 м/с до 3,49 м/с, а при массе протаскиваемого хлопка равной 0,85 г скорость возрастает только до 1,83 м/с. Поэтому для увеличения быстрого передвижения летучек хлопка в зоне очистки необходимо достаточное разрыхление хлопка, такое чтобы масса протаскиваемого комка хлопка-сырца не превышала (0,5÷0,7) г. При этом скорость протаскивания хлопка будет находится в пределах (3,0÷3,5) м/с.

На рис. 4.4 представлены графические зависимости изменения скорости перемещения летучек хлопка по многогранной сетчатой поверхности от изменения длины граней и длины полета летучек в зоне очистки. Из расчетной схемы видно (см. рис.4.2), что скорость продвижения летучки хлопка по сетчатой поверхности зависит от длины l граней сетки и от длины l_1 полета летучки в зоне очистки.

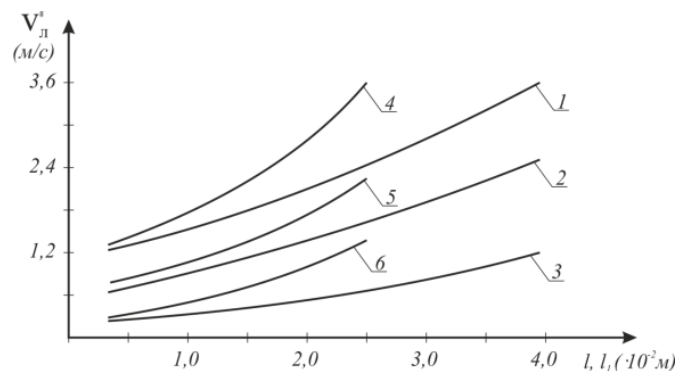


Рис.4.4. Графические зависимости изменения скорости перемещения летучек хлопка по многогранной сетчатой поверхности от изменения длины граней и

длины полета летучек в зоне очистки. 1,2,3 – $V_n'' = f(l)$; 4,5,6 – $V_n'' = f(l_1)$

1,4 – при $m_n=0,25$ г; 2,5– при $m_n=0,5$ г; 3,6 – при $m_n=0,85$ г;

Анализ графиков показывает, что с возрастанием l и l_1 скорость продвижения летучек увеличивается по нелинейной закономерности. При этом увеличение длины граней сетки до $4,0 \cdot 10^{-2}$ м приводит к возрастанию V_n'' до 3,5 м/с при $m_n=0,25$ г, а при массе комка хлопка более, чем 0,85 г скорость продвижения хлопка по сетчатой поверхности доходит только до

0,95–1,2 м/с. Поэтому для обеспечения скорости продвижения летучки хлопка по сетчатой поверхности до 3,0÷3,5 м/с рекомендуемой длиной граней сетки является $l=(3,2–4,5) \cdot 10^{-2}$ м. Из кривых 4, 5, 6 на рис. 4.4 видно, что скорость протаскивания летучек по многогранной сетчатой поверхности доходит до 3,0–3,5 м/с при массе летучек 0,25–0,30 г и при $l_1=(2,0–2,5) \cdot 10^{-2}$ м.

Важным является изучение величины отскока h_n летучки после взаимодействия с поверхностью многогранной сетки. На рис. 4.5 представлены полученные графические зависимости изменения величины отскока летучки хлопка от изменения угла наклона ее траектории полета в зоне очистки.

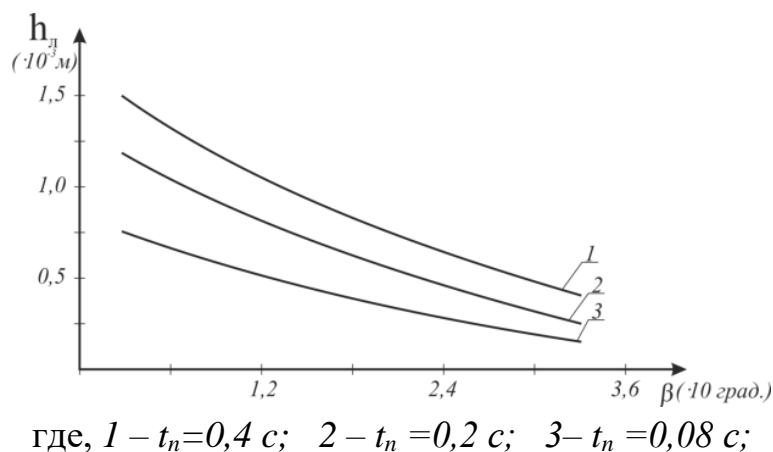


Рис.4.5. Графические зависимости изменения величины отскока летучки хлопка от изменения угла наклона ее траектории в зоне очистки

Анализ технологии очистки хлопка от мелкого сора показывает, что значение угла полета летучки в основном зависит от её массы, а также от угловой скорости колкового барабана очистителя. Увеличение угла полета летучек хлопка от $4,4^{\circ}$ до 32° приводит к уменьшению величины отскока летучки хлопка от $1,5 \cdot 10^{-3}$ м до $0,46 \cdot 10^{-3}$ м при времени импульса $t_u=0,4$ с, а при $t_u=0,08$ с величина отскока летучки уменьшается от $0,75 \cdot 10^{-3}$ м до $0,21 \cdot 10^{-3}$ м. Это объясняется тем, что при меньших значениях угла β удар летучки будет значительным, тем самым и величина отскока будет большей. При этом выделение сора будет более эффективным. Но значительно уменьшается

скорость протаскивания летучки хлопка. Кроме того, может увеличиться поврежденность волокон и семян хлопка. Поэтому рекомендуемыми значениями являются $\beta \leq 25^{\circ} - 35^{\circ}$. На рис. 4.6 представлены графические зависимости изменения величины отскока летучки хлопка от изменения зоны взаимодействия на сетке.

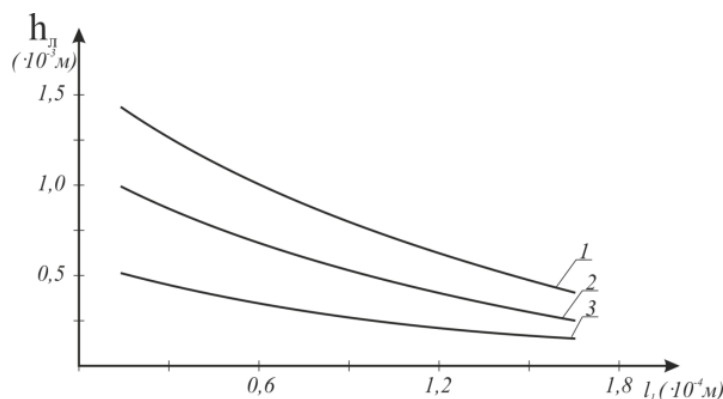


Рис.4.6. Графические зависимости изменения величины отскока летучки хлопка от изменения длины зоны взаимодействия с сеткой.

$$1 - m_l = 0,25 \text{ г}; \quad 2 - m_l = 0,5 \text{ г}; \quad 3 - m_l = 0,85 \text{ г}$$

Анализ графиков на рис. 4.6 показывает, что увеличение скорости полета летучки при выходе с поверхности колка приводит и возрастанию длины полета, при этом значительно уменьшается величина отскока летучки после удара с сетчатую многогранную поверхность. Следует отметить, что с увеличением длины полета l_l уменьшается ударное взаимодействие летучки хлопка с многогранной сетчатой поверхностью. При увеличении l_l от $0,2 \cdot 10^{-4}$ м до $1,76 \cdot 10^{-4}$ м величина отскока летучки хлопка от многогранной сетчатой поверхности по оси y уменьшается от $1,46 \cdot 10^{-3}$ м до $0,47 \cdot 10^{-3}$ м при $m_l = 0,25$ г, а при $m_l = 0,85$ г величина отскока уменьшается от $0,52 \cdot 10^{-3}$ м до $0,19 \cdot 10^{-3}$ м по нелинейной закономерности. При этом, чем больше h_l , тем больше вероятность выделения сора и возможность продвижения летучки хлопка за счет уменьшения её контакта с сеткой. Поэтому рекомендуемыми значениями длины полета (проекция по ось x многогранной сетчатой поверхности) являются $l_l = (2,0 \div 2,5) 10^{-2}$ м

4.1.3. Определение реакции при взаимодействии летучек хлопка с многогранной сетчатой поверхностью очистителя мелкого сора

При протаскивании хлопка колковым барабаном по сетчатой поверхности, сила взаимодействия хлопка с сетчатой поверхностью имеет случайный характер [112; с. 152-154]. При этом вертикальная составляющая возмущающей силы определяется из выражения:

$$F(t) = F_b(t) \cdot \sin \beta \quad (4.17)$$

где, $F_b(t)$ – равнодействующая возмущающих сила, β – угол наклона возмущающей силы с горизонтальной осью (рис. 4.7).

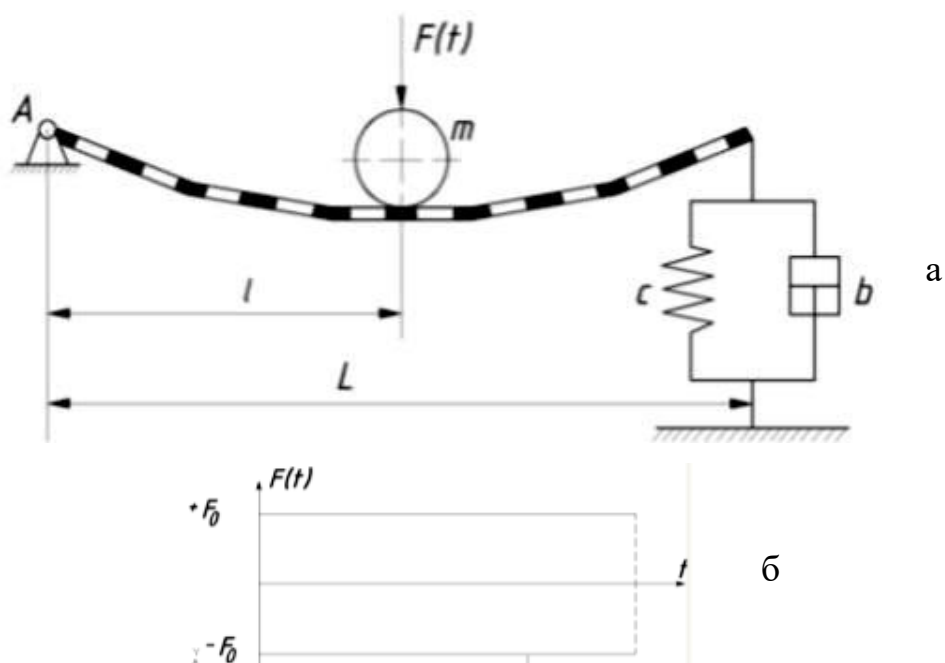


Рис. 4.7. а – схема взаимодействия хлопка с массой « m » на сетчатой поверхности очистителя хлопка; б – график возмущающей силы от хлопка

За счет того, что сетчатая поверхность крепится на упругих опорах при взаимодействии с хлопком, происходят ее угловые колебания.

Воспользовавшись принципом Даламбера [111], можно получить дифференциальные уравнения движения протаскиваемого хлопка и сетчатой поверхности очистителя мелкого сора:

$$m\ddot{y} + N - F(t) = 0$$

$$I_{c.n.}\ddot{\varphi} + bL^2\dot{\varphi} + cL^2\varphi = -NL \quad (4.18)$$

где N – сила реакции;

L – расстояние между опорами сетчатой поверхности;

y – вертикальное перемещение хлопка массы m ;

φ – угловое перемещение.

При этом, исключая из системы уравнений (4.18) силу реакции и учитывая малые перемещения массы m по вертикали:

$$y = l\varphi \quad (4.19)$$

можно записать:

$$(I_0 + ml^2)\ddot{\varphi} + bL^2\dot{\varphi} + cL^2\varphi = lF(t) \quad (4.20)$$

где, I_0 – момент инерции сетчатой поверхности относительно левой опоры.

Приведя (4.20) к стандартной форме получим:

$$\ddot{\varphi} + 2n\dot{\varphi} + p_0^2\varphi = \frac{lF(t)}{I_0 + ml^2} \quad (4.21)$$

где $2n = \frac{cL^2}{I_0 + ml^2}$; $p_0^2 = \frac{cL^2}{I_0 + ml^2}$

На рис.4.8. изображены масса хлопка m и сетчатая поверхность в произвольный момент времени.

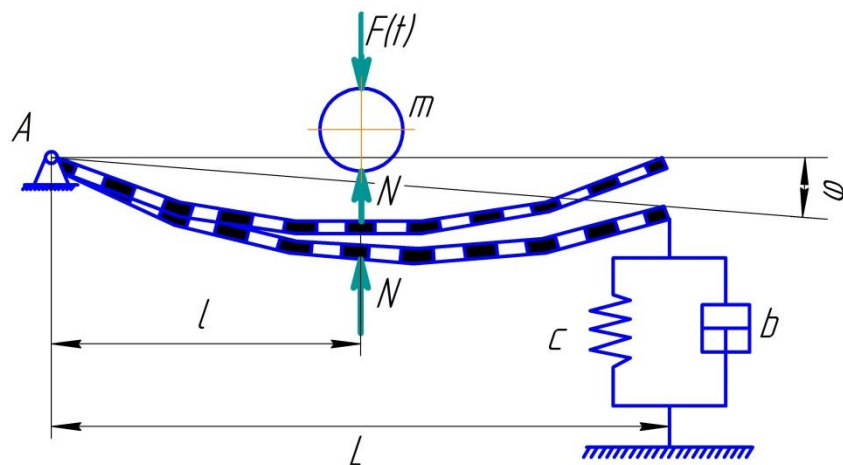


Рис. 4.8. Схема рабочего положения сетчатой поверхности
 c , b – коэффициенты жесткости и вязкого трения упругой опоры.

Решение дифференциального уравнения (4.21) согласно методики [113; с. 120] можно представить в виде:

$$\varphi = \frac{1}{(I_0 + ml^2)p_1} \int_0^t l^{-n(t-\tau)} \sin p_1(t-\tau) F(t) dt \quad (4.22)$$

где $p_1 = \sqrt{p_0^2 - n^2}$

С учетом связи между y и φ из первого дифференциального уравнения системы (4.41) определим динамическую реакцию:

$$N = F_b(t) \sin \beta - ml \frac{d^2 \varphi}{dt^2} \quad (4.23)$$

Беря производные по времени (4.22) и подставляя их в (4.19) имеем:

$$N = F_b(t) \sin \beta - \frac{F_b(t) ml^2}{I_0 + ml^2} + \frac{ml^2 \sqrt{p_0^4 + 4n^2 p_1^2}}{(I_0 + ml^2) p_1} \cdot \int_0^t l^{-n(t-\tau)} \sin[p_1(t-\tau) - \gamma] F_b(t) d\tau \quad (4.24)$$

где, $\gamma = \arctg \frac{2np_1}{p_0^2}$

Динамическая реакция получает максимальное значение при отрыве летучки хлопка-сырца от сетчатой поверхности очистителя мелкого сора. При этом возмущающая сила $F_b(t) \sin \beta$ принимает значения $\pm F_0$, а подынтегральная функция остается все время положительной. Момент разрыва функции $F(\tau)$ определяется из условия [114; с. 20-26]:

$$\sin(p_1 \varepsilon_k + \gamma) = 0, \quad p_1 \varepsilon_k + \gamma = k\pi$$

при этом $\varepsilon_k = \frac{k\pi - \gamma}{p_1}$.

Тогда, интегрируя (4.47), можно определить максимальное значение динамической реакции при взаимодействии хлопка с сетчатой поверхностью очистителя:

$$N = \frac{I_0 F_0}{I_0 + ml^2} - A \left[l^{-n\varepsilon} \sin(p_1 \varepsilon + \gamma + \gamma_1) \Big|_0^{\varepsilon_1} - l^{-n\varepsilon} \sin(p_1 \varepsilon + \gamma + \gamma_1) \Big|_{\varepsilon_1}^{\varepsilon_2} + \dots \right] \quad (4.25)$$

где $A = \frac{ml^2 F_0 \sqrt{p_0^2 + 4n^2 p_1^2}}{p_0 p_1 (I_0 + ml^2)}$; $\gamma_1 = \arctg \frac{p_1}{n}$

Для того, чтобы получить значения динамической реакции N_{\max} , верхний предел принимается равным бесконечности. При этом получим:

$$N_{\max} = \frac{I_0 F_0}{I_0 + ml^2} - A \left[\sin(\gamma + \gamma_1) + 2 \sin \gamma_1 \sum_{k=1}^{k=\infty} l^{\frac{-n(k\pi - \gamma)}{p_1}} \right] \quad (4.26)$$

с учетом $\sum_{k=1}^{k=\infty} l^{\frac{-n(k\pi - \gamma)}{p_1}} = \frac{l^{\frac{-n(\pi - \gamma)}{p_1}}}{1 - l^{\frac{-n\pi}{p_1}}}$

Окончательно получим выражение для расчета максимальной динамической реакции в виде:

$$N_{\max} = \frac{I_0 F_0}{I_0 + ml^2} - A \left[\sin \gamma \cos \gamma_1 + \cos \gamma \sin \gamma_1 + 2 \sin \gamma_1 \frac{l^{\frac{-n(\pi - \gamma)}{p_1}}}{1 - l^{\frac{-n\pi}{p_1}}} \right] \quad (4.27)$$

где $\gamma_1 = \arcsin \frac{p_1}{\sqrt{p_0^2 + n^2}}$

При малых значениях коэффициента вязкого трения упругой опоры сетчатой поверхности очистителя, можно записать:

$$\sin \gamma \approx \frac{2n}{p_0}; \quad \cos \gamma \approx 1; \quad \sin \gamma_1 \approx 1; \quad \cos \gamma_1 \approx \frac{n}{p_0}$$

Тогда, разложив $l^{\frac{-n\pi}{p_1}}$ и $l^{\frac{-n\lambda}{p_0}}$ в ряд и сохраняя только линейные члены разложения, из (4.27) получим:

$$N_{\max} \approx \frac{2F_0 p_0 ml^2}{\pi n (I_0 + ml^2)} \quad (4.28)$$

Динамическая реакция при взаимодействии хлопка с поверхностью сетки очистителя мелкого сора будет:

$$N = \frac{ml^2 F_0 p_0^2}{(I_0 + ml^2)^2 2np_0} \sin\left(\frac{\pi}{2} + p_0 t\right) + F_0 \sin p_0 t \quad (4.29)$$

В процессе работы очистителя хлопка от мелкого сора в одном ряду колков сосредотачиваются около 40–60 летучек. При этом F_0 изменяется в пределах $(12,8 \div 20) \cdot 10^{-3} \text{ Н}$. Максимальное значение динамической реакции при импульсном возмущения от хлопка доходит до 30% и больше, по сравнению в гармоническим изменением $F(t) = F_0 \sin \omega t$.

4.1.4. Анализ малых колебаний многогранной сетки при воздействии технологической нагрузки от очищаемого хлопка-сырца

Рекомендуемая технология очистки хлопка от мелкого сора включает протаскивание колками летучек, хлопка-сырца по многогранной сетчатой поверхности. Особенностью данной технологии являются малые колебания многогранной сетки за счет установки сетки в упругих (резиновых) опорах. Расчетная схема для расчета малых колебаний многогранной сетки представлена на рис. 4.9. Согласно расчетной схеме, сетку очистителя приняли за балку, закрепленную одним концом к корпусу шарниром, а другой конец установлен посредством упругой опоры. При этом за обобщенную координату колебательной системы принимаем угол отклонения сетки φ_c . Тогда кинетическая энергия многогранной сетки очистителя хлопка от мелкого сора будет [115; с. 56-58]:

$$T = \frac{J_c \dot{\varphi}_c^2}{2} = \frac{1}{2} \left(\frac{m_1 l^2}{3} \right) \dot{\varphi}_c^2 \quad (4.30)$$

где, J_c - момент инерции сетки, m_1 - масса многогранной сетки, l - длины сетки, $\dot{\varphi}_c$ - угловая скорость сетки.

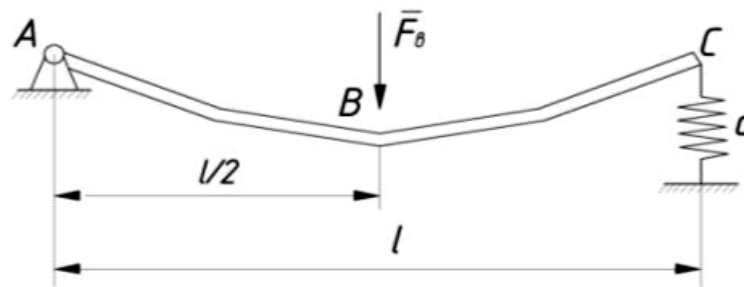


Рис. 4.9. Расчетная схема многогранной сетки очистителя

Потенциальная энергия системы будет:

$$\Pi = \frac{1}{2} c l^2 \varphi_c^2 \quad (4.31)$$

где c - коэффициент жесткости упругий опоры, φ_c - угловое перемещение сетки.

При этом, обозначив $p_c = \sqrt{\frac{c}{2m_1}}$, получим закон малых угловых колебаний многогранной сетки в виде:

$$\varphi = A_\varphi \sin(p_c t + \beta) \quad (4.32)$$

где t – время, β – начальная угловая фаза установки многогранной сетки, A_φ – амплитуда малых колебаний многогранной сетки.

Из выражения (4.55) после дифференцирования получим

$$\dot{\varphi} = A_\varphi p \cos(p_c t + \beta) \quad (4.33)$$

С учетом начальных условий при $t=0$, $\varphi=0$, $\dot{\varphi} = \dot{\varphi}_c$

$$0 = A_\varphi \sin \beta; \quad \dot{\varphi}_c = \omega_c \cos \beta \quad (4.34)$$

При этом получим закон малых колебаний многогранной сетки:

$$\varphi_c = \frac{A}{p} \sin(p t + \beta) \quad (4.35)$$

где $A = \frac{1}{J_c \sqrt{2(1 - \cos pt)}}$; $\beta = \arctg \frac{\sin pt}{1 - \cos pt}$;

При расчетах принимаем следующие значения параметров $F_g = 123,8 \text{ Н}$
 $J_g = (1,042 \div 1,5) \text{ кгмс}^2$; $c = 1,4 \cdot 10^4 \text{ Нм/рад}$.

На основе численного решения задачи получены графические зависимости параметров многогранной сетки на упругих опорах. При этом важным является определение угловых перемещений многогранной сетки. Так как при больших значениях размаха $\Delta\varphi_c$ может увеличиваться зазор между колками и сеткой, это приводит к тому, что колки перестают перемещать хлопок, происходит снижение очистительного эффекта и уменьшение производительности очистительной секции агрегата.

На рис. 4.10 представлены графические зависимости изменения размаха колебаний $\Delta\varphi_c$ многогранной сетки от круговой жесткости упругой опоры.

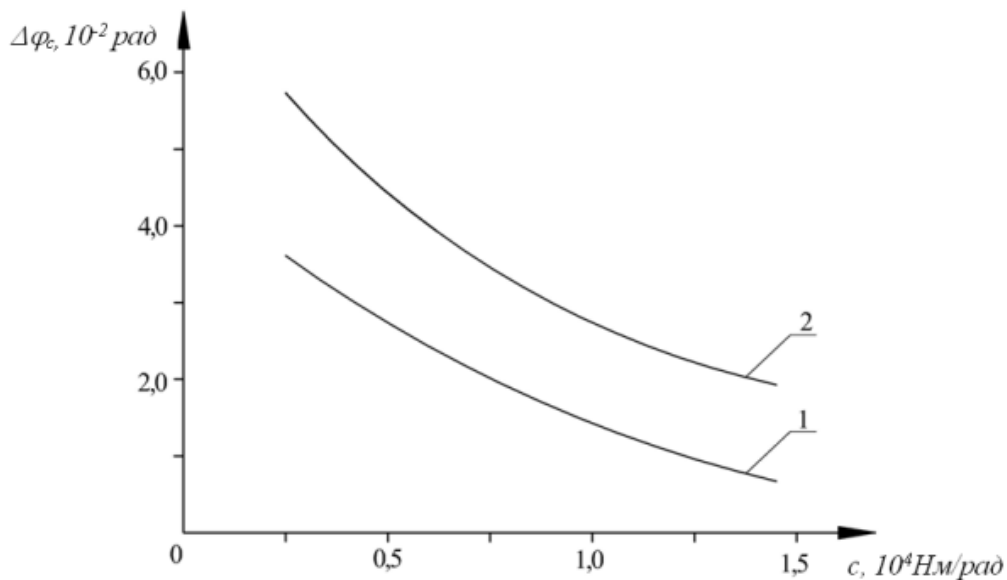


Рис. 4.10. Графические зависимости изменения размаха колебаний многогранной сетки от увеличения крутильной жесткости упругой опоры
1 – при $m_1 = 14,5$ кг; 2 – при $m_2 = 10$ кг

Анализ построенных графиков показывает, что увеличение круговой жесткости упругой опоры многогранной сетки в пределах $(0,25–1,45) \cdot 10^4$ Нм/рад приводит к уменьшению по нелинейной закономерности величины размаха колебаний сетки $\Delta\varphi_c$ от $3,68 \cdot 10^{-2}$ рад до $3,68 \cdot 10^{-2}$ рад при массе сетки $14,5$ кг. При массе $10,0$ кг с возрастанием круговой жесткости опоры приводит к снижению размаха колебаний $\Delta\varphi_c$ от $5,81 \cdot 10^{-2}$ рад до $1,93 \cdot 10^{-2}$ рад. Для того, чтобы обеспечить необходимые допустимые значения технологического зазора между колками и сеткой не более $(18,0–20,0) \cdot 10^{-3}$ м, следует выбирать значения размаха $\Delta\varphi_c$ в пределах $(3,8–5,6) \cdot 10^{-2}$ рад. Рекомендуемыми значениями коэффициента круговой жесткости упругой опоры многогранной сетки являются $(0,42–1,05) \cdot 10^4$ Нм/рад.

Известно, что чем больше момент инерции многогранной сетки, тем сложнее обеспечить колебания многогранной сетки с требуемой амплитудой и частотой. Поэтому важным является уменьшение массы сетки. На рис. 4.11 представлены графические зависимости изменения размаха колебаний $\Delta\varphi_c$ многогранной сетки от увеличения момента инерции.

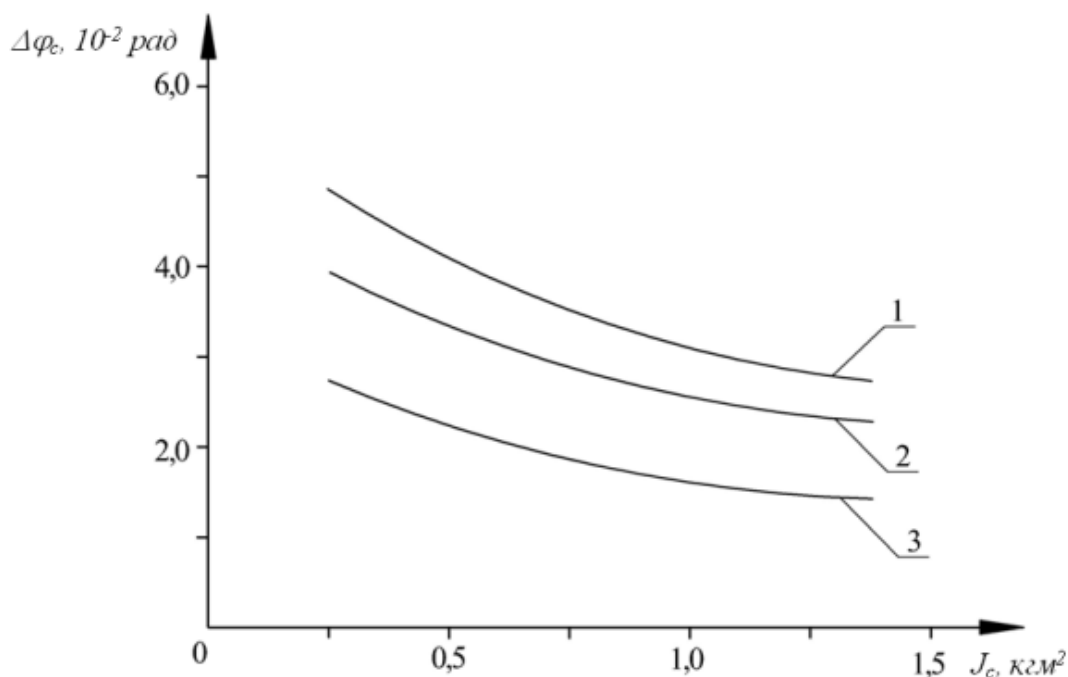


Рис. 4.11. Графические зависимости изменения размаха колебаний многогранной сетки от увеличения момента инерции

1 – при $c = 0,55 \cdot 10^4$ Нм/рад; 2 – при $c = 1,05 \cdot 10^4$ Нм/рад; 3 – при $c = 1,45 \cdot 10^4$ Нм/рад

Анализ графиков показывает, что увеличение момент инерции многогранной сетки от $0,25$ $кг\cdot м^2$ до $1,35$ $кг\cdot м^2$ размах колебаний сетки $\Delta\varphi_c$ уменьшается от $4,72 \cdot 10^{-2}$ рад до $2,94 \cdot 10^{-2}$ рад при коэффициенте круговой жесткости упругой опоры $0,55 \cdot 10^4$ Нм/рад. С увеличением значения c до $1,45 \cdot 10^4$ Нм/рад размах угловых колебаний $\Delta\varphi_c$ многогранной сетки снижается от $2,47 \cdot 10^{-2}$ рад до $1,78 \cdot 10^{-2}$ рад. Для обеспечения необходимых значений $\Delta\varphi_c = (3,8 \div 5,6) \cdot 10^{-2}$ рад рекомендуемыми значениями момента инерции многогранной сетки являются $(0,21 \div 0,65)$ $кг\cdot м^2$. При этом массу многогранной сетки необходимо выбирать не более $(7,5 \div 9,5)$ кг.

4.1.5. Обоснование жесткости упругой опоры сетчатой поверхности с учетом воздействия хлопка -сырца при его очистке

Предлагаемая конструкция сетчатой поверхности очистителя волокнистого материала поясняется чертежом, где на рис.4.12. а представлена общая схема сетчатой поверхности в рабочем положении, а на рис. 4.12. б – сечение А-А [116; с. 31-33].

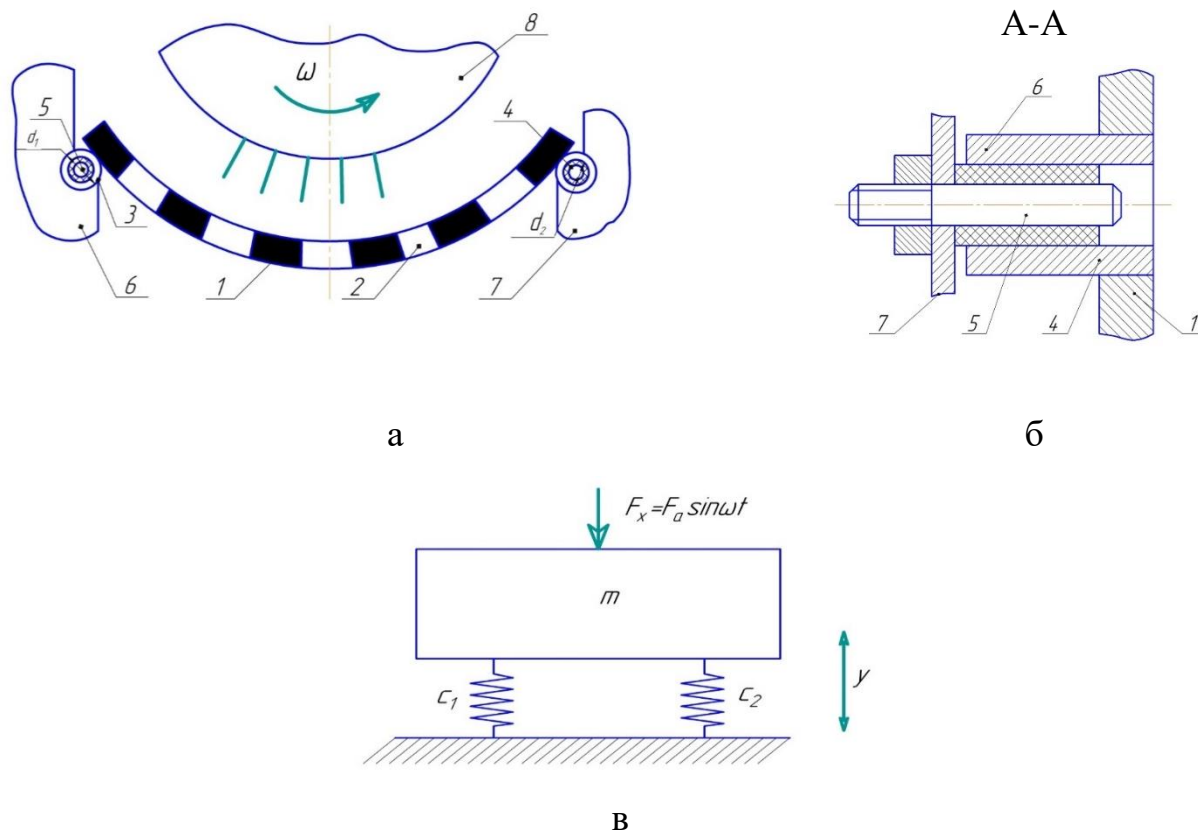


Рис.4.12. Принципиальная (а и б) и расчетная (в) схемы сетчатой поверхности на упругих опорах очистителя хлопка от мелкого сора

В процессе работы хлопок-сырец захватывается колками барабана 8 и протаскивается по сетчатой поверхности 1. При этом хлопок в зоне контакта подвергается циклическому воздействию кромками отверстий 4. Вследствие этого хлопок получает высокочастотные колебания и встряхивается. Выделяющиеся при этом сорные примеси выпадают через отверстия 4. При этом за счет большой массы хлопка, находящейся на поверхности сетки 1, происходят некоторые деформации упругих втулок 6. Учитывая, что масса протаскиваемого хлопка-сырца меняется со временем, также изменяются

деформации втулок 6. Это приводит к колебаниям сетки 1 с определенной частотой и амплитудой. При этом в начале зоны протаскивания хлопка-сырца колебания сетки 1 будут происходить с наибольшей амплитудой за счет большего диаметра ($d_1 > d_2$, толщина) упругих втулок 6 в этой зоне, а в конце зоны протаскивания хлопка-сырца амплитуда колебаний сетки 1 будет наименьшими. Частота и амплитуда колебания сетки 1 зависит от жесткости упругих втулок 6, массы сетки 1 изменения массы протаскиваемого хлопка. Колебания сетки 1 значительно интенсифицируют выделение сорных примесей, что приводит к увеличению очистительного эффекта на 12 – 17%.

Расчетная схема колебаний сетчатой поверхности на упругих опорах очистителя хлопка от мелкого сора представлена на рис. 4.16 в. Согласно этой схеме, используя принцип Даламбера [117; с. 114-118] составим дифференциальное уравнение колебаний системы:

$$m\ddot{y} + b\dot{y} + (c_1 + c_2)y = F_0 \sin \omega t \quad (4.36)$$

где m – масса сетчатой поверхности, b – коэффициент диссипация упругих опор, c_1, c_2 – коэффициенты жесткости упругих опор, F_0 – амплитуда колебаний изменения технологического сопротивления от протаскиваемого хлопка-сырца, ω – частота изменения технологического сопротивления.

При этом амплитуда вынужденных колебаний сетчатой поверхности на упругих опорах очистителя хлопка:

$$y_0 = \frac{y_{cm}}{\sqrt{\left(1 - \frac{\omega^2}{p_0^2}\right)^2 + \left(\frac{2n\omega}{p_0^2}\right)^2}} \quad (4.37)$$

где $y_{ст} = \frac{F_0}{c_1 + c_2}$

Важными являются определение рекомендуемых значений амплитуды колебаний сетчатой поверхности. Так как значительное увеличение амплитуды колебаний сетчатой поверхности приводит к снижению зазора между концами колков барабана и сетчатой поверхностью. Это может

привести с увеличения поврежденности волокон и семян хлопка, а в некоторых случаях и забою хлопка [118; с. 256-260].

На рис. 4.13 представлены графические зависимости изменения амплитуды вынужденных колебаний сетчатой поверхности на упругих опорах в установившемся режиме от изменения амплитуды внешней технологической нагрузки от хлопка-сырца при различных значениях массы сетчатой поверхности. Из них видно, что увеличение амплитуды возмущающей силы от $0,2 \cdot 10^2 \text{ Н}$ до $0,71 \cdot 10^2 \text{ Н}$ приводит к возрастанию амплитуды колебаний сетчатой поверхности очистителя в установившемся режиме от $0,4 \cdot 10^{-3} \text{ м}$ до $2,93 \cdot 10^{-3} \text{ м}$ при $m=13 \text{ кг}$, а при массе сетчатой поверхности 15 кг y_0 соответственно увеличивается по линейной закономерности от $0,18 \cdot 10^{-3} \text{ м}$ до $0,94 \cdot 10^{-3} \text{ м}$.

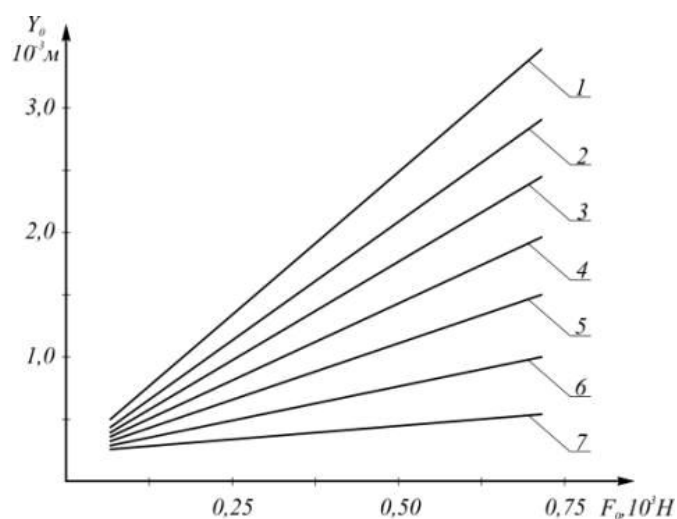


Рис.4.13. Зависимости изменения амплитуды колебаний сетчатой поверхности на упругих опорах от изменения амплитуды технологической нагрузки. 1–при $m=12 \text{ кг}$; 2–при $m=12,5 \text{ кг}$; 3–при $m=13 \text{ кг}$; 4–при $m=13,5 \text{ кг}$; 5–при $m=14,4 \text{ кг}$; 6–при $m=14,8,2 \text{ кг}$; 7–при $m=15,1 \text{ кг}$

Для обеспечения необходимого зазора между концами колков и сетчатой поверхностью $0,014-0,016 \text{ м}$ рекомендуемыми значениями параметров являются: $m=13,5,0-14,4 \text{ кг}$; $y_0=(1,1-2,4) \cdot 10^{-2} \text{ м}$; $F_0=(0,45-0,60) \cdot 10^2 \text{ Н}$.

4.2 Теоретические исследования по обоснованию параметров очистителя крупного сора

4.2.1. Влияние частоты вращения пыльчатого барабана на величину отклонения захваченной летучки хлопка

В очистителях хлопка - сырца от крупного сора обычно при исследованиях принимается, что пыльчатый барабан вращается с постоянной угловой скоростью [29]. Но в действительности угловая скорость пыльчатого барабана имеет переменный характер [83, 119], особенно при облегченном варианте пыльчатого барабана [120]. Переменность вращения пыльчатого барабана возникает от погрешностей монтажа шкивов и попадания сора в ручьи шкивов. Рассмотрим влияние переменной скорости пыльного цилиндра на движение летучек в зоне очистки. Угловая скорость пыльчатого барабана можно определить согласно [121]:

$$\omega_n = \omega_0 + \omega \cdot \sin k_K t \quad (4.38)$$

где ω_0 – средняя угловая скорость пыльчатого барабана в установившемся режиме очистки хлопка; ω_1 – амплитуда колебаний угловой скорости, t – время.

На рис 4.14 представлена схема взаимодействия зуба пыльчатого барабана с одиночной летучкой в очистителе хлопка-сырца. Согласно расчетной схеме, летучка участвует в переносном движении вместе с пыльчатым барабаном и относительно центра качания (в точке захвата зубьями барабана прядки летучки хлопка-сырца).

Угол, составляемый между OM и OB , обозначен через φ , а угол между радиусом барабана и прядкой летучки MN через β .

Согласно работ [122, 123, 124, 125] при анализе относительного колебания летучки необходимо учитывать переносную и кориолисовую силы инерции летучки.

Переносная сила инерции направлена вдоль прямой OB и определяется как:

$$P_u = m_l l \omega^2 \quad (4.39)$$

где $l = \frac{R+l_1+\cos \beta}{\csc \varphi}$.

m_l – масса летучки, l – расстояние от центра вращения пильчатого барабана до центра массы семени летучки, l_1 – длина прядки летучки хлопка.

Кориолисова сила инерции направлена вдоль прямой NM , и момент от этой силы относительно точки качения N равен нулю. Поэтому эту силу отбрасываем [126].

На летучку действует сила инерции, сила веса, сила сопротивления.

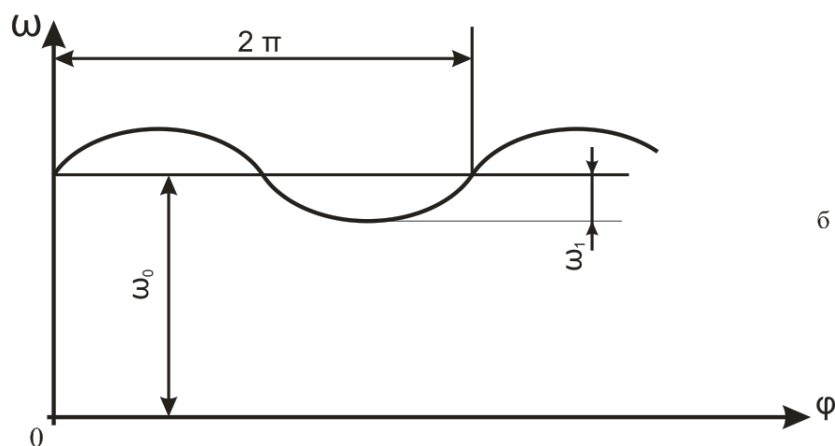
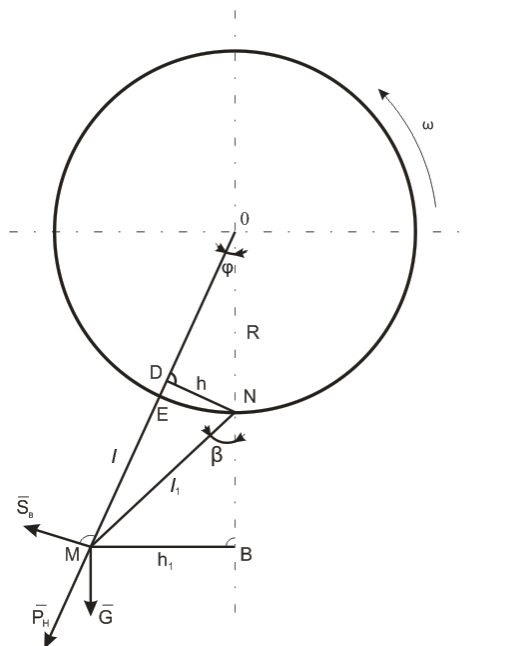


Рис. 4.14 Расчетная схема (а) и график угловой скорости пильного барабана (б).

При этом сила сопротивления воздуха определяется [140] из:

$$S_b = F_m \cdot \theta_n \frac{\rho v^2}{2} l_1 \quad (4.40)$$

где F_m – миделево сечение; ρ – плотность воздуха; v – переносная скорость летучки; θ_n – коэффициент лобового сопротивления.

Из $\triangle DON$ и $\triangle OBM$ имеем:

$$\sin \varphi = \frac{DN}{ON} = \frac{h}{R} = \frac{h_1}{l};$$

$$OB = ON + NB = R + l_1 \cos \beta; \quad (4.41)$$

$$l = MD + DO = \sqrt{l_1^2 - h^2} + R \cos \varphi,$$

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{h_1}{R + l_1 \cos \beta} \quad (4.42)$$

Уравнение моментов сил относительно точки N с учетом (4.41), (4.42) и (4.40) имеет вид:

$$\begin{aligned} & m_n l_1^2 \ddot{\beta} + m_1 (\omega_0 + \omega_1 \sin K_\kappa t)^2 \cdot [\sqrt{l_1^2 + R^2 \sin^2 \varphi} + R \cos \varphi] \times \\ & \times R \sin \varphi + m_n g h_1 + \sqrt{l_2 + R_2 \cos^2 \varphi} \cdot F_n \theta_n \frac{\rho v^2}{2} l_1 = 0 \end{aligned} \quad (4.43)$$

В процессе работы очистителя летучки, в период между ударами о соседние колосники, совершает малые колебания и ввиду малости угла β можно записать:

$$\beta = \frac{h_1}{l_1} \quad (4.44)$$

Кроме того, для упрощения задачи не учитываем последний член в (4.43) ввиду его малости. Тогда с учётом (4.44), (4.43) переписывается в виде:

$$\frac{d^2 h_1}{dt^2} + \frac{R h_1}{l_1} (\omega_0 + \omega_1 \sin K_\kappa t)^2 + \frac{g}{l_1} - h_1 = 0 \quad (4.45)$$

Согласно методики, приведенной в работе [127], дифференциальное уравнение (4.19) приводим к стандартному виду уравнения Матье:

$$\frac{d^2 h}{dt^2} + (a + 2q \cos 2\tau) = 0 \quad (4.46)$$

где,

$$a = \frac{\varphi R \omega_o^2}{l_1 K_k^2} + \frac{g}{l_1 \cdot K_k^2}; \quad \tau = \frac{K_k t}{2}$$

$$2q = \frac{\varphi 2 \omega_o \omega_1 R}{l_1 K_k^2} \quad (4.47)$$

где K_k – жёсткость колосника; R – радиус пильчатого барабана; ω_1 – частота изменения технологического сопротивления; ω_0 – средняя угловая скорость пильчатого барабана; l_1 – длина прядки летучки хлопка;

Решение уравнения (4.47) носит колебательный характер и решающим образом зависит от значений параметров a и q . При этом, если амплитуда колебаний остается ограниченной, система будет устойчива, в противном случае имеет место резонанс и система неустойчива. Для практических целей наибольшее значение имеют границы между областями устойчивых и неустойчивых решений. Этот вопрос достаточно изучен в работе [127] и представлен в виде диаграммы Айнса – Стретта. Согласно этой диаграммы можно рекомендовать конкретные параметры пильчатого барабана и частоту изменения его угловой скорости, при которых будет благоприятно протекать процессе очистки хлопка - сырца от крупного сора за счет интенсивного встряхивания захваченной летучки.

Численные расчеты велись при следующих значениях параметров: $\omega_0 = 31,4$ рад/с; $\omega_1 = 2,5$ рад/с; $R = 0,16$ м; $l_1 = 0,02$ м; $\beta_n = 8^0$; $K_k = 45$; $m_{л} = 0,2 \cdot 10^{-3}$ кг.

При этом, согласно диаграммы Айнса–Стретта [128, 129], точки пересечения координаты значений коэффициентов, $a = 0,21$ и $q = 0,34$ находятся в незаштрихованной зоне, то есть колебательное движение летучки находится в устойчивой зоне.

Изменение значений параметров системы может привести к неустойчивым режимам движения. Поэтому, рекомендуются следующие значения параметров: $\omega_0 = 31 - 35$ рад/с; $\omega_1 = 2,0 - 2,6$ рад/с; $R = 0.15 - 0.17$ м; $l_1 = 0.02 - 0.022$ м; $K_K = 35 - 45$, расчетами при которых согласно $a = 0,24 - 0,83$; $q = 0,31 - 0,46$.

Если пыльчатый барабан очистителя вращается с постоянной угловой скоростью, то выражение (4.19) можно переписать в следующем виде:

$$\frac{d^2 h_1}{dt^2} + \left(\frac{\omega^2 R}{l_1} + \frac{g}{l_1} \right) h_1 = 0 \quad (4.48)$$

При этом собственная частота колебаний летучки будет равна

$$f_{cb} = \sqrt{\frac{R\omega^2 + g}{l_1}}$$

Решение дифференциального уравнения (4.22) можно представить в виде [76]:

$$h_1 = c_1 \sin f_{cb} t + c_2 \cos f_{cb} t \quad (4.49)$$

или

$$h_1 = d \sin(f_{cb} t - \alpha).$$

Постоянные интегрирования определяются из начальных условий:

$$t = 0; v = v_0; h_1 = h_{1,0}; C_1 = \frac{v_0}{f_{cb}}; C_2 = h_{1,0}$$

$$d = \sqrt{h_{1,0}^2 + \frac{v_0^2}{f_{cb}^2}}; \quad \alpha = \arctg \frac{h_{1,0}}{v_0}$$

Тогда решение будет:

$$h_1 = h_{1,0} \cos f_{cs} t + \frac{v_o}{f_{cs}} \sin f_{cb} t \quad (4.50)$$

или, с учетом (4.48)

$$h_1 = h_{1,0} \cos f_{cs} t + \sqrt{\frac{v_o^2 l_1}{R\omega^2 + g}} \sin f_{cs} t \quad (4.51)$$

Анализ (4.50) показывает, что в начальный момент, когда $t=0$, значение $h_1 = h_{1,0}$ и, согласно данным Е.Ф. Будина [83], угол отклонения прядки волокон летучки от радиуса пильчатого барабана составляет $60^\circ - 62^\circ$. С учетом длины прядки летучки 0,022 м $h_{1,0}$ будет равен 0,019 м.

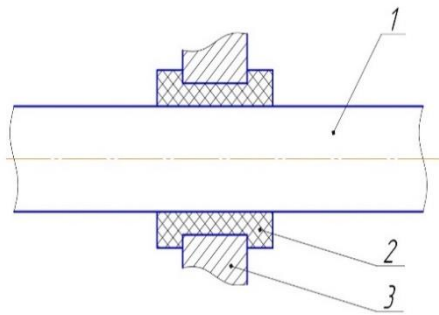
Воспользуемся методикой, предложенной Х. Турсуновым [125]. При частоте вращения пильчатого барабана 300 рад/с, $\omega = 31,4$ рад/с, а расположение соседних колосников образует с осью вращения барабана угол 0,17 рад. Тогда летучка между соседними колосниками находится согласно пропорции 0,009 с. При этом $\sin f_{cs} t \approx 1,0$, $h_1 \approx 0,019$ м.

4.2.2. Колебания колосника на упругом основании с нелинейной жесткостью

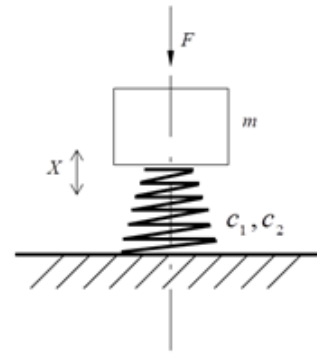
С целью снижения поврежденности хлопковых волокон и семян хлопка-сырца целесообразным является снижение кратности взаимодействия рабочих органов с хлопком в процессе первичной обработки хлопка.

Важным является повышение эффективности взаимодействия хлопка с рабочими органами за счет совершенствования их конструкции. Нами рекомендуется новая конструкция колосниковой решетки очистителя хлопка от крупного сора [130,131,132] с композитными колосниками на упругих опорах.

При этом в рекомендуемой конструкции колосника значительно уменьшается сопротивление трения хлопка-сырца о боковые поверхности. Кроме того, упругие втулки 4 установлены эксцентрично в боковинах 3 колосниковой решетки. При этом фактически упругость опор будет иметь нелинейный характер. Согласно известной методике [99], упругий элемент может иметь нелинейную жесткость (см. рис.4.15 б). На рис. 4.15 а представлена схема исполнения установки композитных колосников 1 на упругих опорах 2 в боковинах 3. При этом упругие втулки 2 выполнены эксцентричными, и имеют переменную толщину по ходу их установки. Из полученных экспериментальных данных можно отметить, что колосники на упругих опорах совершают в основном вертикальные колебания [133]. При этом распределение нагрузки будет более равномерным, как в середине, так и в крайних зонах колосников, что подтверждено в результатах экспериментов, приведенных в работах [102,103].



а-компози́тные ко́лосники
секцио́нного исполне́ния (большо́й
диаметр)



б-расчетная схема колебаний
компози́тного ко́лосника

1-компози́тные ко́лосники, 2- рези́новая вту́лка с пере́менной то́лщиной, 3-
корпус (бокови́на, сегме́нт) ко́лосниково́й решетки́

Рис.4.15. Схема компози́тного ко́лосника на упру́гих опо́рах и расче́тная
схема

При выборе расчетной схемы, учитывая выше изложенное, в первом приближении рассмотрели только вертикальные колебания колосника, которые непосредственно влияют эффект очистки хлопка, принимали условно в виде одномассовой колебательной системы. Следует отметить, что в процессе работы положение эксцентриситета может меняться (имеются незначительные круговые движения). Поэтому величина эксцентриситета e_x компози́тных ко́лосников 1 не превышает $(2,0-3,0)10^{-3} м$, согласно работы А.Джураева [89]. Согласно расчетной схемы (рис.4.15 б) составим уравнение, описывающее колебание колосника. В процессе очистки хлопка на колосник действуют сила инерции, восстанавливающая сила упругой опоры и случайная возмущающая сила со стороны хлопка-сырца. При этом следует отметить, что в существующей конструкции математическое ожидание нагрузки на металлический колосник составляет 12,5 Н, а случайная составляющая в пределах $(0,8-1,1)Н$ [134].

$$F_b = (F_b) \pm \delta(F_b) \quad (4.51)$$

где $(F_b); \delta(F_b)$ – математическое ожидание или среднее значение сопротивления от очищаемого хлопка и случайная составляющая сопротивления.

Учитывая, что, резиновая опора выполнена эксцентричной и ее жесткость имеет нелинейный характер, восстанавливающая сила принимает вид:

$$P = c_1 x + \frac{c_2}{\mu} x^3 \quad (4.52)$$

где c_2, c_1 – значения коэффициентов жесткости резиновой опоры и композитного колосника ;

x_1 – перемещение колосника в вертикальном направлении.

Следует отметить, что технологическая нагрузка от летучки хлопка является недостаточной для обеспечения колебаний металлического пруткового колосника. При использовании композитных колосников их масса в 4–5 раз уменьшается. При этом колосники совершают вынужденные колебания. Известно, что учет диссипации резиновых опор колосников приводит к снижению их амплитуды колебаний за счет поглощения энергии. Без учета диссипации можно оценить максимальные значения амплитуды колебаний колосников.

Без учета поглощения энергии в резиновых втулках колебания колосника описывается следующим дифференциальным уравнением:

$$m\ddot{x} + c_1 x + \frac{c_2}{\mu} x^3 = F \quad (4.53)$$

где m – приведенная масса композитного колосника ; μ – постоянный коэффициент нелинейности; F – возмущающая сила от очищаемого хлопко-сырца.

Можно отметить, что решением задачи (4.53) можно обосновать необходимые параметры системы, обеспечивающие повышение эффекта очистки очистителей хлопка-сырца от крупного сора.

В процессе очистки хлопка-сырца от крупного сора специфическим является эффект очистки за счет колебаний композитного колосника на резиновых опорах. После воздействия летучек хлопка на композитные колосники последний совершает за краткий промежуток времени свободные колебания. При повторном взаимодействии летучек хлопка с колосниками важным является влияние частоты и амплитуды собственных колебаний композитных колосников. Поэтому далее рассмотрели характер свободных колебаний композитных колосников на эксцентричных резиновых опорах.

4.2.3. Изучение влияния параметров композитного колосника на упругих опорах с нелинейной жесткостью на частоту колебаний

При импульсном воздействии хлопка-сырца на облегченные композитные колосники происходит мгновенная деформация упругих опор. Важным является определение частоты колебаний композитных колосников, которое влияют на очистительный эффект.

При этом предположим [135], что при определении значений деформаций опор композитного колосника кинетическая энергия протаскиваемого хлопка-сырца совместно с колосником в процессе удара о колосник очистителя переходит в потенциальную энергию деформируемой резиновой опоры:

$$T = \frac{mV_y^2}{2} \quad \Pi = \int_0^{x_{\max}} \left(c_1 x + \frac{c_2}{\mu} x^3 \right) dx \quad (4.54)$$

где T – кинетическая энергия хлопка-сырца и композитного колосника ; m – суммарная масса композитного колосника и хлопка-сырца ; V_y – скорость взаимодействия хлопка-сырца с колосником в процессе очистки от крупного

сора; c_1 – линейная составляющая коэффициента жесткости упругой опоры композитного колосника ; c_2 – нелинейная составляющая коэффициента жесткости; P – потенциальная энергия деформируемой упругой опоры композитного колосника ;

С учетом принятого условия взаимодействия можно определить скорость:

$$V_y = \sqrt{\frac{2}{m} \int_0^a c_1 x dx + \int_0^a \frac{c_2}{\mu} x^3 dx} \quad (4.55)$$

где, a – максимальное значение деформации резиновой опоры композитного колосника.

По результатам исследований [136, 137], при нелинейной жесткости упругого элемента одномассовой колебательной системы композитного колосника при условиях от $x=0$ до $x=a$ период колебаний будет

$$t = 4 \sqrt{\frac{n}{\alpha}} \cdot \frac{1}{\alpha^{n-1}} \int_0^1 \frac{d\xi}{\sqrt{1-\xi^{2n}}} \quad (4.56)$$

где α и n – постоянные, $n = 1, 2, \dots$; $\xi = x/a$, при восстанавливающей силе, равной αx^{2n-1} .

Период колебаний композитного колосника на упругой опоре с нелинейной жесткостью определяется из выражения:

$$t = 4\sqrt{m} \left[\sqrt{\frac{1}{c_1}} \int_0^1 \frac{d\xi}{\sqrt{1-\xi^2}} + \sqrt{\frac{2\mu}{c_2 a^2}} \int_0^1 \frac{d\xi}{\sqrt{1-\xi^4}} \right] \quad (4.57)$$

где μ – коэффициент учитывающий нелинейность упругой характеристики резиновой опоры композитного колосника .

Используя таблицы специальных функций, согласно работам [86, 90, 138], имеем

$$t = 4\sqrt{m} \left[6,28\sqrt{\frac{1}{c_1}} + \frac{1,8541}{\alpha\sqrt{c_2/\mu}} \right] \quad (4.58)$$

При этом частота свободных колебаний колосника, с учетом $\rho = 2\pi/t$:

$$\rho_k = \frac{0,25a\sqrt{c_1c_2/\mu}}{\sqrt{m}(2\pi\alpha\sqrt{c_2/\mu} + 1,85\sqrt{c_1})} \quad (4.59)$$

Согласно (4.59), собственная частота колебаний нелинейно уменьшается с ростом приведенной массы композитного колосника с хлопком.

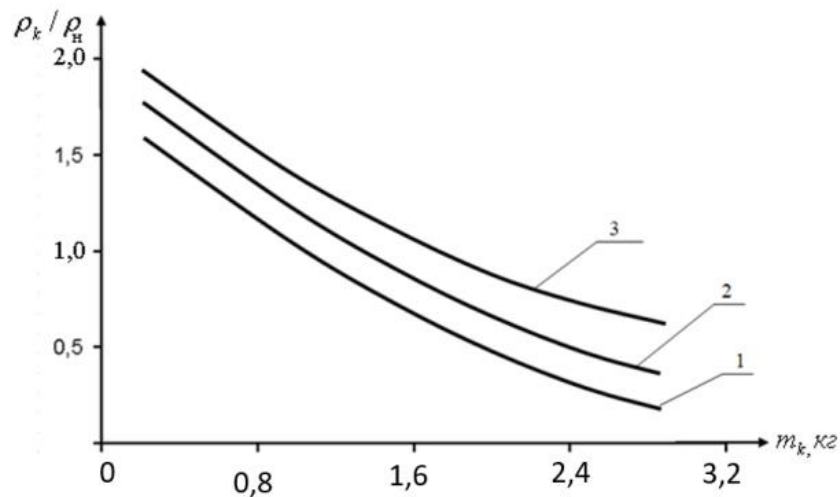
Следует отметить, что, с увеличением амплитуды колебаний и коэффициентов жесткостей c_1 и c_2 , частота собственных колебаний изменяется по нелинейной зависимости.

При численных расчетах за исходные параметры приняты:

$$m = 0,8 - 1,4 \text{ кг}; c_1 = 1,5 \cdot 10^4 \text{ Н/м}; c_2 = 0,8 \cdot 10^4 \text{ Н/м};$$

$$\mu = 0,5 - 1,0 \text{ м}^2; a = (1,0 - 1,2) \cdot 10^{-3} \text{ м}.$$

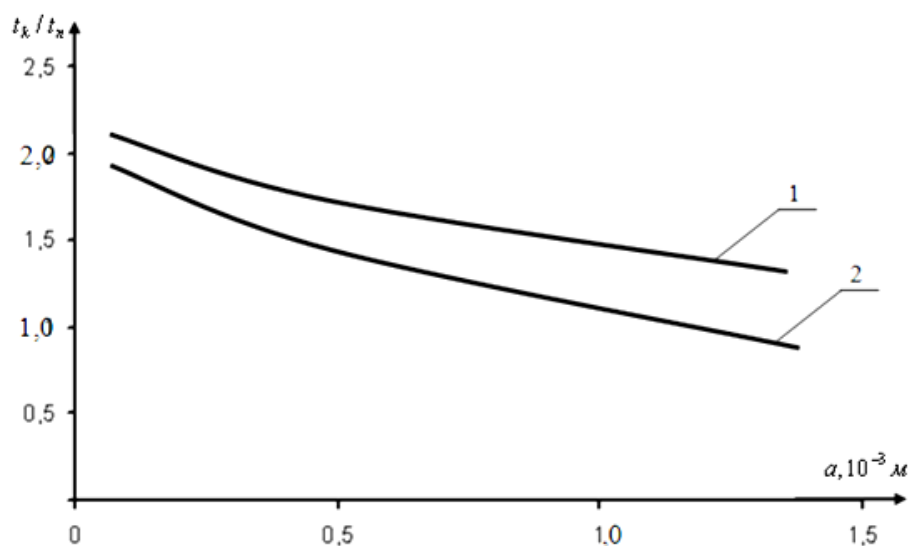
На рис.4.16. приведены графические зависимости относительного значения собственной частоты колебаний композитного колосника от его приведенной массы. Анализ графиков показывает, что относительное значение собственной частоты с увеличением приведенной массы колосника уменьшается по нелинейной закономерности. Величина амплитуды (деформации упругой опоры) фактически не влияет на эту закономерность, то есть возрастание амплитуды приводит к параллельному перемещению вверх кривой закономерности с разницей $\rho_k / \rho_n = 0,25 - 0,05$ (при увеличении a от $0,8 \cdot 10^{-3} \text{ м}$ до $1,2 \cdot 10^{-3} \text{ м}$).



1-при $a=0,8 \cdot 10^{-3} \text{ м}$; 2-при $a=1,0 \cdot 10^{-3} \text{ м}$; 3-при $a=1,2 \cdot 10^{-3} \text{ м}$

Рис.4.16. Графические зависимости изменения относительного значения собственной частоты колебаний композитного колосника от увеличения его приведенной массы

На рис.4.17 представлены графики изменения относительной величины периода колебаний колосника на упругой опоре с нелинейной характеристикой от изменения амплитуды собственных колебаний. Так при значении амплитуды $0,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}$ период колебаний $t_k/t_n = 1,9$, при $m_k = 1,8 \text{ кг}$, а при $a = 1,75 \cdot 10^{-3} \text{ м}$ и $m_k = 1,2 \text{ кг}$, период колебаний $t_k/t_n = 1,49$. Это означает, что амплитуда колебаний колосника незначительно влияет на период и частоту колебаний. При этом в массу композитного колосника включена средняя масса хлопка (летучек) в среднем находящиеся на поверхности колосника.



1 – $m_k=1,8 \text{ кг}$; 2 – $m_k=1,2 \text{ кг}$

Рис.4.17. Графические зависимости изменения относительного значения периода колебаний композитного колосника от изменения максимальной амплитуды.

Следует отметить, что сама амплитуда собственных колебаний зависит от величины деформаций упругой опоры, то есть от его жесткостной характеристики. На рис.4.7. приведены графические зависимости изменения относительной величины собственной частоты колебаний (отношение текущего значения собственной частоты к расчетной) от изменения коэффициентов жесткостей упругой опоры. Из графиков видно, что увеличение жесткости упругой опоры приводит к увеличению собственной частоты системы по нелинейной закономерности. Нелинейность упругой опоры зависит от расположения эксцентричной резиновой втулки через которых композитные колосники установлены в корпусе очистителя хлопка от крупного сора.

При расчетах коэффициента жесткостей c_1 и c_2 является приведенными для резиновых втулок, приходящихся на один колосник. При коэффициенте жесткости $c_2 = 1,3 \cdot 10^4 \text{ Н/м}$ увеличение коэффициента жесткости c_1 от $0,6 \cdot 10^4 \text{ Н/м}$ до $2,1 \cdot 10^4 \text{ Н/м}$, значения относительной частоты возрастает

почти в два раза от $\rho_k/\rho_n = 1,12$ до 2,21. С уменьшением значения c_2 до $0,8 \cdot 10^4 \text{ Н/м}$ интенсивность увеличения собственной частоты колебаний колосников падает (см. рис.4.18 кривая 2).

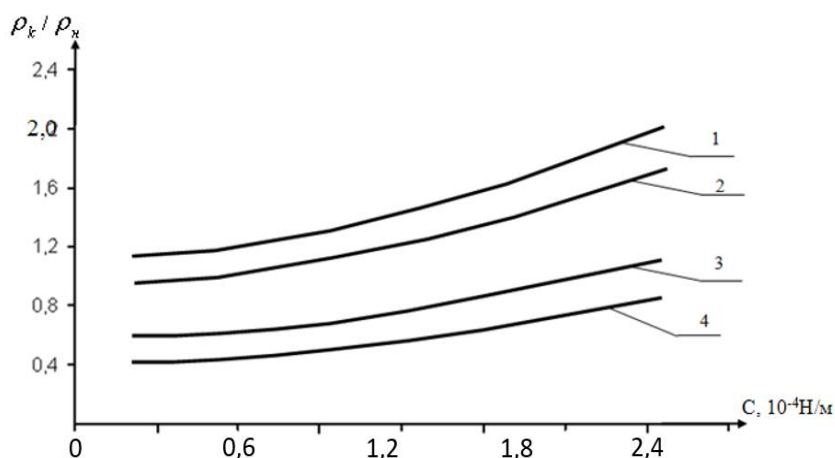


Рис.4.18. Графические зависимости изменения относительных значений собственной частоты колебаний композитного колосника от изменения коэффициентов жесткостей упругой опоры с нелинейной характеристикой
 1 – при $c_2=0,8 \cdot 10^4 \text{ Н/м}$; 2 – при $c_2=1,0 \cdot 10^4 \text{ Н/м}$; 3 – при $c_2=1,4 \cdot 10^4 \text{ Н/м}$; 4 – при $c_2=1,2 \cdot 10^4 \text{ Н/м}$;

При постоянном значении c_2 с увеличением c_1 от $0,6 \cdot 10^4 \text{ Н/м}$ до $2,1 \cdot 10^4 \text{ Н/м}$ приводит к увеличению ρ_k/ρ_n от 0,55 до 1,15, также в два раза. Это означает, что для увеличения значений собственной частоты колебаний композитного колосника целесообразным является увеличение жесткости упругой опоры (уменьшать толщину резиновой втулки).

Учитывая пределы изменений возмущающей силы на колосник со стороны протаскиваемого хлопка-сырца, собственная частота должна изменяться в незначительных пределах. Поэтому целесообразным является для рассматриваемой колебательной системы $c_1=(1,2-1,4) \cdot 10^4 \text{ Н/м}$, $c_2=(0,80-1,0) \cdot 10^4 \text{ Н/м}$, при $m_k=1,1-1,3 \text{ кг}$.

4.3. Определение собственных частот и форм свободных колебаний колосниковой решетки.

Колосниковая решетка представляет собой систему с распределенными параметрами. Потому результаты, полученные в предыдущих разделах для

одномассовой модели, являются достаточно грубым приближением. Для более точного определения всего спектра частот собственных колебаний колосниковой решетки проводилось моделирование в системе ANSYS Mechanical APDL с использованием типа анализа Modal.

Предварительно в среде ANSYS была построена геометрическая модель колосниковой решетки. Колосниковая решетка состоит из пяти одинаковых секций. Поэтому для анализа используется одна секция, показанная на рис. 1. Она представляет собой раму, состоящую из боковин 1 и продольных стальных брусьев круглого сечения 2. На брусьях крепятся промежуточные опоры 3. Рама служит опорой для пяти колосников 4, которые представляют собой стержни круглого сечения, изготовленные из композиционного материала.

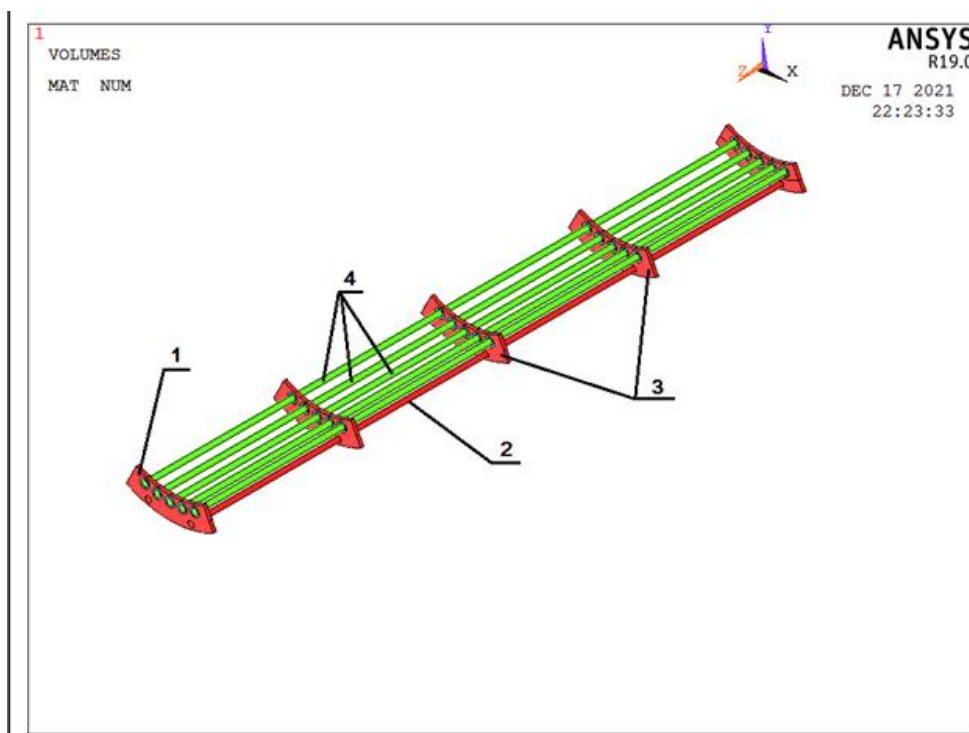


Рис. 4.19. Геометрическая модель колосниковой решетки

Колосники крепятся на раме через упругие резиновые втулки 5, показанные на увеличенном фрагменте геометрической модели (рис. 20).

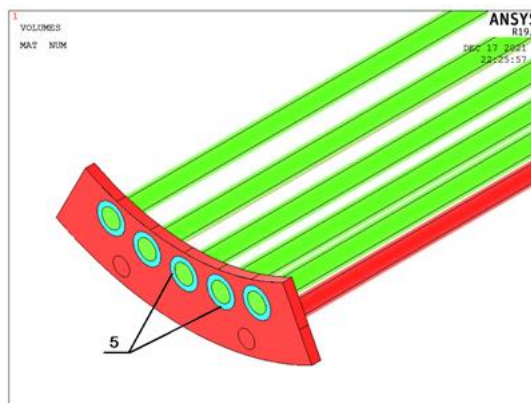


Рис. 4.20. Крепление колосников на раме

Рама закреплялась по боковинам, которым запрещены перемещения по трем координатам. Колосники закреплялись по торцевым поверхностям, на них запрещено перемещение по оси Z. Такая схема закрепления соответствует реальному закреплению колосниковой решетки.

Для всех элементов конструкции использовалась упругая изотропная модель материала. Для материала рамы модуль упругости $E=2 \cdot 10^{11}$ Па, коэффициент Пуассона 0,3, плотность 7800 кг/м^3 . Для материала колосников модуль упругости $E=1,4 \cdot 10^9$ Па, коэффициент Пуассона 0,4, плотность 900 кг/м^3 и для резиновых втулок модуль упругости $E=10^6$ Па, коэффициент Пуассона 0,4, плотность 1000 кг/м^3 .

В качестве конечного элемента для всех объемов использовался элемент SOLID185. Модель разбивалась на конечные элементы тетраэдрической формы со стороной 1 см. Фрагмент модели с нанесенной на нее конечно-элементной сеткой показан на рис. 4.21.

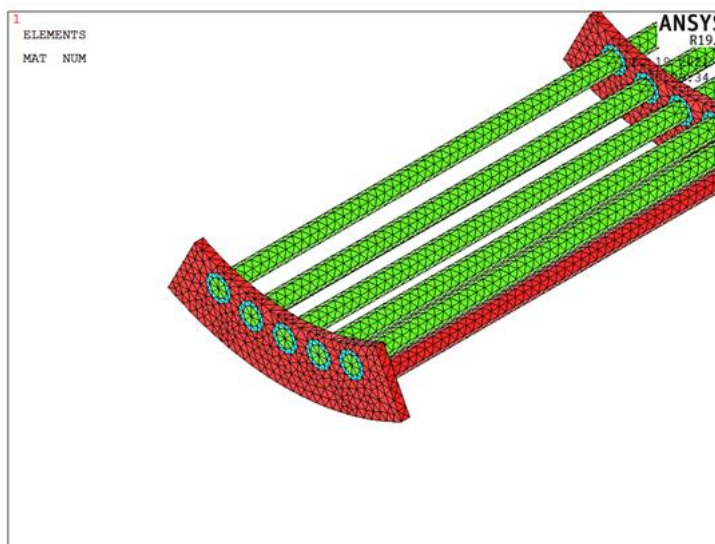


Рис.4.21. Фрагмент конечно-элементной сетки

В настройках модуля Modal назначен поиск 12 собственных частот системы в диапазоне от 0 до 50 Гц. Результаты расчета представлены на рис.4.22.

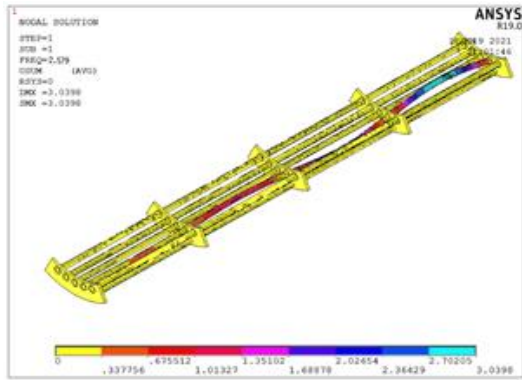
SET	TIME/FREQ	LOAD STEP	SUBSTEP	CUMULATIVE
1	2.579	1	1	1
2	2.582	1	2	2
3	2.582	1	3	3
4	2.582	1	4	4
5	2.585	1	5	5
6	2.586	1	6	6
7	2.588	1	7	7
8	2.594	1	8	8
9	2.596	1	9	9
10	2.598	1	10	10
11	2.602	1	11	11
12	2.692	1	12	12

Рис.4.22. Результаты расчета 12 собственных частот колосниковой решетки

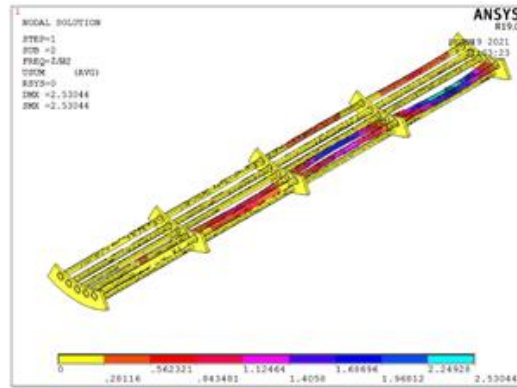
В первой колонке приводится номер гармоники, а во второй соответствующая ей частота. Как следует из результатов расчета, все частоты располагаются в довольно узком диапазоне 2,579 до 2,692 Гц. На рис.4.23. представлены формы колебаний для соответствующих частот. Изображение на рис.4.24 позволяет понять, почему частоты расположены так близко друг к

другу. Колосниковая решетка состоит из пяти одинаковых колосников, разделенных на 4 одинаковых пролета. Каждая из частот, определенных в результате расчета, представляет собой первую форму колебаний для соответствующего пролета в горизонтальной или вертикальной плоскости. Теоретически эти частоты должны совпадать, имеющееся небольшое расхождение связано с особенностями закрепления среднего и крайнего пролетов, а также разницей в податливости боковин и промежуточных опор в случае приложения нагрузки в среднем или крайних отверстиях.

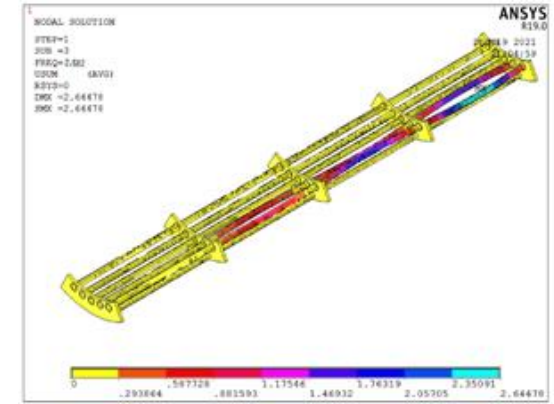
Как будет показано ниже, в процессе работы колосник совершает вынужденные колебания, вызванные случайными воздействиями со стороны обрабатываемого хлопка.



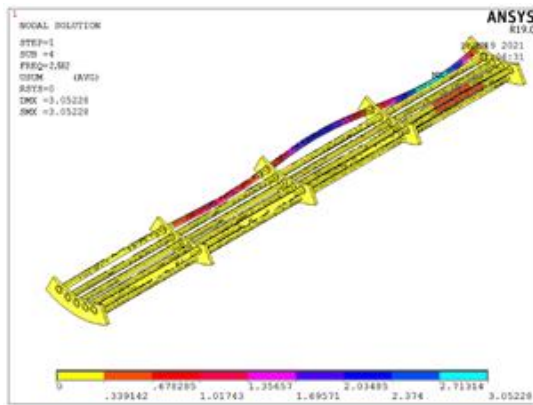
а



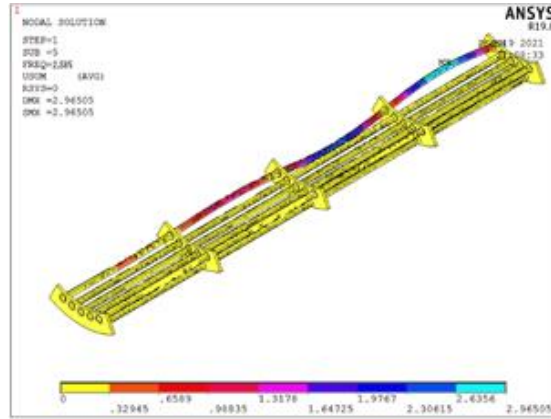
б



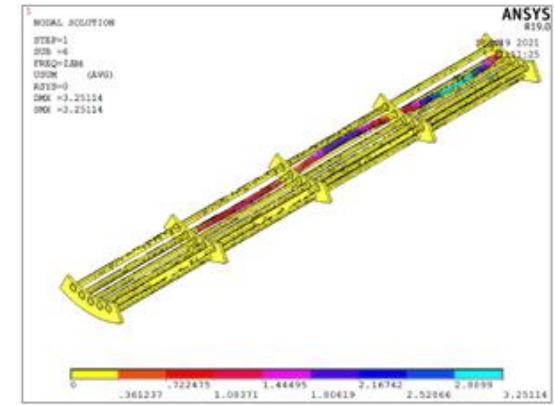
в



г

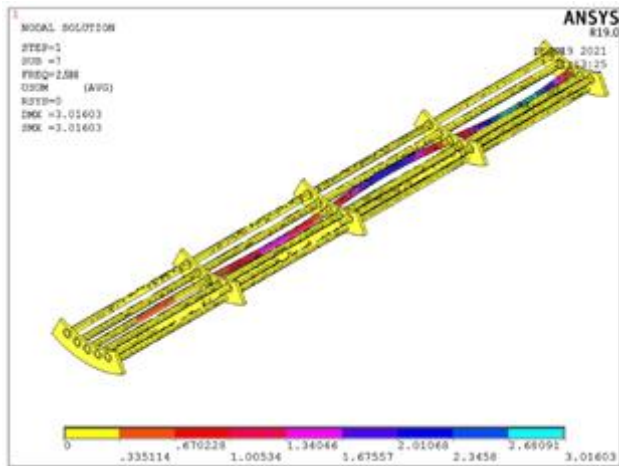


д

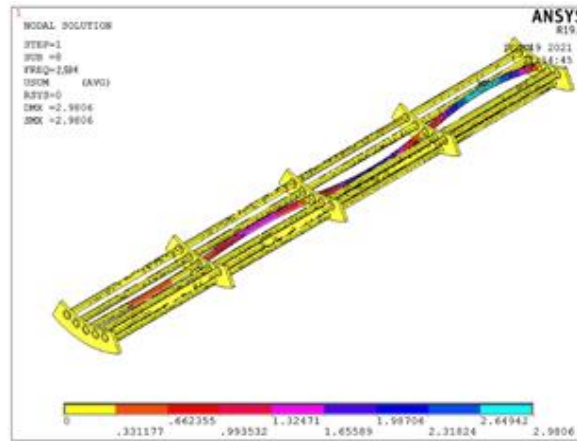


е

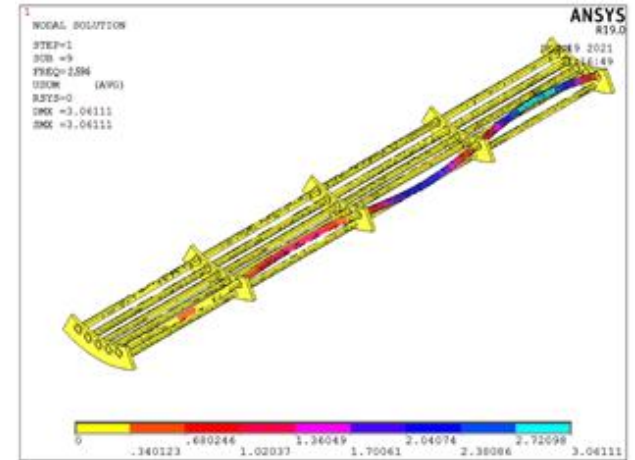
Рис.4.23. Формы колебаний колосниковой решетки, соответствующие собственным частотам



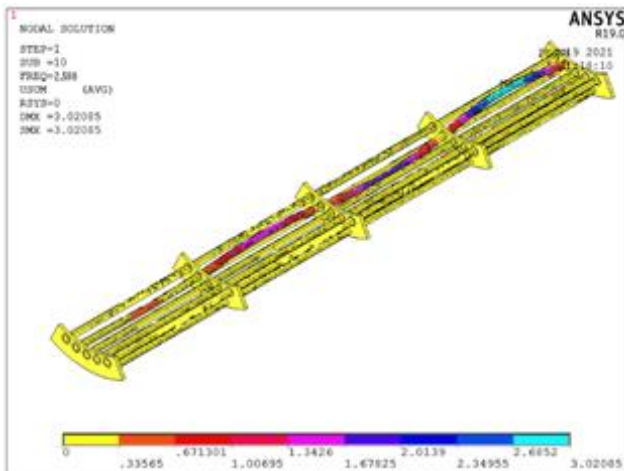
Ж



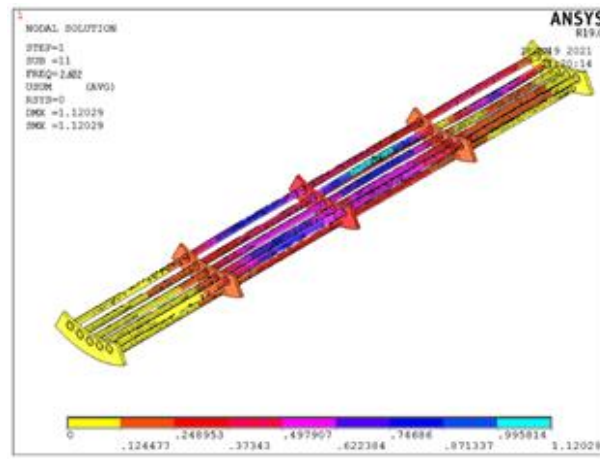
З



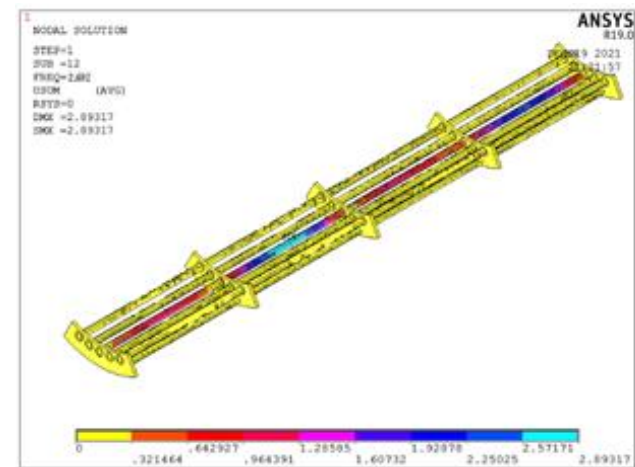
И



К



Л



М

Рис.4.24. (продолжение) Формы колебаний колосниковой решетки, соответствующие собственным частотам

4.4. Анализ колебаний колосника на упругих опорах с нелинейной жесткостью и при случайном сопротивлении от хлопка-сырца

В очистителе хлопка от крупного сора пыльчатым барабаном захваченные летучки протаскиваются через колосники. При этом каждый колосник циклически подвергается взаимодействию с летучками хлопка-сырца. То есть нагрузки со стороны летучек являются возмущающей силой вынужденных колебаний облегченных композитных колосников на упругих опорах с нелинейной жесткостью. Фактически эта сила является случайной функцией [138]. Исследования, проведенные в работе [139] показали, что сопротивление взаимодействия хлопка-сырца на колосниках с упругой опорой зависит, в основном, от производительности (угловой скорости пыльчатого барабана) очистителя хлопка. Обычно характеристики случайной функции сопротивления определяются экспериментальным путем, и на основе корреляционного анализ определяются математическое ожидание, корреляционная функция и спектральная плотность. Полученные данные учитываются в виде приближенных математических моделей.

Следует отметить, что композитные колосники фактически совершают сложные колебания. Поэтому выражение (4.53) лишь приближено будет описывать данные композитного колосника. То есть в них не учтено случайное сопротивление. Колосники фактически будут совершать вертикальные колебания. С учетом случайной функции возмущающей силы от хлопка-сырца, нелинейности восстанавливающей силы упругой опоры, ее диссипативные характеристики с учетом работ [140] можно записать уравнение колебательного движения колосника в виде:

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} + \nu \frac{dx}{dt} + c_1 x + \frac{c_2}{\mu} x^3 = M(F_s) \pm \delta(F_s) \quad (4.60)$$

где ν – коэффициент внутреннего сопротивления упругой опоры колосника.

Решение (4.60) аналитическими методами представляет определенную трудность. Решение можно провести приближенными методами. Для

проведения машинного эксперимента решение задачи осуществляем численным методом на ПЭВМ с использованием стандартных программ. При этом учитывали следующие расчетные значения параметров:

$$m=0,8-1,0 \quad H \cdot c^2 / m; \quad c_1 = (0,8-1,0) \cdot 10^4 H / m; \quad c_2 = (1,2-1,4) \cdot 10^4 H / m;$$

$$v = 50-60 Hc / m; \quad \mu = 1,0 m^2;$$

$$M(F_g) \pm \delta(F_g) = 19,67 + 0,98 \sin(t + 55^{\circ}12') + 7,83 \sin(2t + 112^{\circ}14') + 1,8 \sin(3t + 103^{\circ}23') + 3,37 \sin(4t + 4^{\circ}39') + 6,96 \sin(5t + 93^{\circ}24') + 2,7 \sin 6t.$$

Последняя формула получена в результате обработки экспериментальных осциллограмм методом гармонического анализа.

Для определения наилучших динамических параметров композитных колосников на упругих опорах с нелинейной жесткостью с учетом случайности технологического возмущения от хлопка провели следующие вариации параметров.

а) Вариацию массы облегченного композитного колосника осуществляем в пределах, $m=0,8-1,5 Hc^2/m$. Уменьшение массы колосника позволяет уменьшить расход металла, а также обеспечить требуемые параметры колебаний колосников.

б) Коэффициенты жесткости упругих опор. Как было отмечено выше, что зависимость деформации от нагрузки упругой опоры (резиновой втулки) является нелинейной, то есть с увеличением нагрузки интенсивность возрастания деформации уменьшается. При этом коэффициенты жесткости (изменялись путём изменения толщины резиновых втулок) варьировали в пределах $c_1=(0,8-1,0) \cdot 10^4 H/m$ и $c_2=(1,2-1,4) \cdot 10^4 H/m$. При этом коэффициент нелинейности жесткостной характеристики принимается постоянным.

в) Коэффициент диссипации упругой опоры композитного колосника. Для каждого типа (марки) резины коэффициент внутреннего трения имеет различные значения. Коэффициент диссипации упругой опоры характеризует скорость затухания собственных колебаний композитного колосника.

Учитывая, что собственная частота колебаний колосника изменяется в зависимости от амплитуды колебаний, целесообразным является быстрое затухание собственных колебаний. Для применяемых марок резины, НО-68 с учетом условий их работы (режим низкочастотный) [141] вариацию коэффициента диссипации принимался в пределах, $\nu=50-60 \text{ Н}\cdot\text{с}/\text{м}$.

г) Возмущающая сила – технологическая нагрузка на композитный колосник от хлопка-сырца. Эта сила в основном зависит от производительности машины. При производительности очистителя хлопка УХК $P_p=6,0 \text{ т/ч}$, технологическая нагрузка на колосники будет $M(F_g)=19,7-0,9 \text{ Н}$.

Учет технологической нагрузки от хлопка на облегченные композитные колосники обусловлен тем, что ее величина в процессе очистки имеет случайный характер, который фактически формирует и колебание композитного колосника. Характер и величина силы технологического сопротивления были определены экспериментально методом тензометрирования (рис.4.25).

Из анализа экспериментальных данных и обработки их методом математической статистики было определено математическое ожидание силы возмущения от хлопка на колосник и его возможные вариации как по частоте, так и по амплитуде.

Для исследования вынужденных колебаний композитных колосников на упругих опорах с нелинейными характеристиками был составлен алгоритм реализации на ПЭВМ. Он включал в себя учет силы случайной технологической нагрузки от хлопка с помощью генератора случайных чисел [142] с частотой 2Гц и амплитудой 18Н, которые соответствуют экспериментальным результатом, полученным в главе 5. В результате реализации математической модели колебательной системы колосниковой решетки очистителя хлопка от крупного сора на ПЭВМ с вариациями параметров получены графические зависимости.

На рис.4.8 представлены фрагмент перемещения, скорости и ускорения композитного колосника на упругой опоре с нелинейной восстанавливающей

силой при $m=1,0 \text{ кг}$ $c_1 = 0,8 \cdot 10^4 \text{ Н/м}$, $c_2 = 1,2 \cdot 10^4 \text{ Н/м}$, $M(F_g) = 10,5 \text{ Н}$,

$\delta F_g = (0,7 \div 1,0) \text{ Н}$. Следует отметить, что частота колебаний колосника составляет 1,5–2,5 Гц. При этом высокочастотная составляющая колебаний колосника составляет 14,7–17,8 Гц.

Низкочастотная составляющая вынужденных колебаний соответствует частоте вращения пильчатого барабана агрегата УХК, а высокочастотная составляющая соответствует технологической нагрузке с учетом количества колосников в секции. Из рис. 4.8 видно, что при вынужденных колебаниях колосник отклоняется в среднем на величину $X_{cp} = (1,4 - 1,6) \cdot 10^{-3} \text{ м}$, а размах колебаний при расчетных значениях параметров составляет $\Delta X = (1,8 - 2,1) \cdot 10^{-3} \text{ м}$. Для металлических колосников на упругих опорах, согласно работы [143], размах колебаний составляет $\Delta X = (1,5 - 1,8) \cdot 10^{-3} \text{ м}$. Сравнение результатов показывает, что в предлагаемой конструкции композитного колосника амплитуда колебаний увеличивается на 10–15 % за счет облегченной конструкции колосника.

Подобным образом изменяются и значения \dot{X} и \ddot{X} . Размах колебаний скорости достигает от 0,6 м/с до 1,25 м/с, а амплитуда колебаний ускорений при расчетных параметрах системы изменяется в пределах 6,5–10 м/с². Частоты колебаний скорости и ускорения соответствует высокочастотной составляющей технологической нагрузки от хлопка.

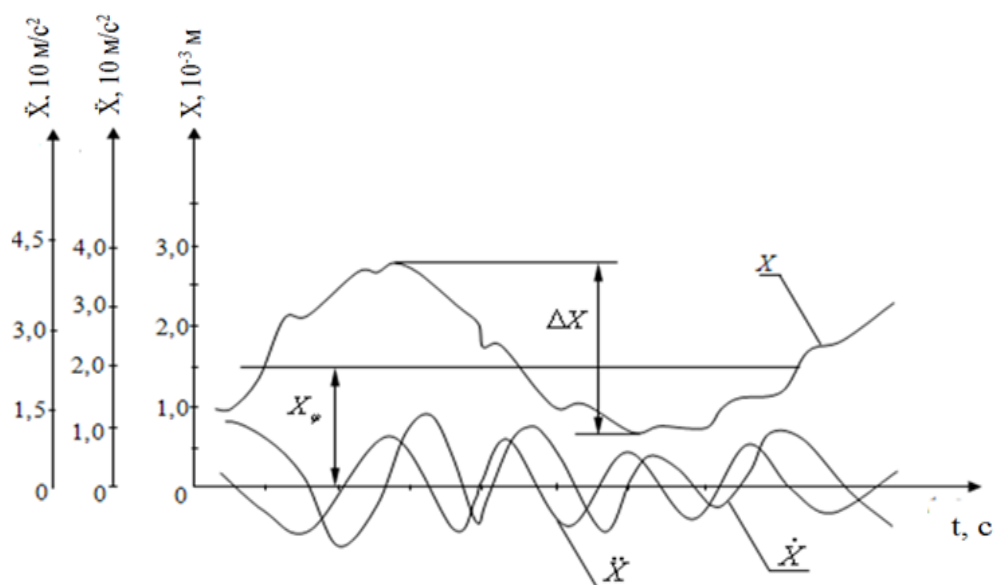


Рис. 4.25. Изменения перемещения, скорости, ускорения композитного колосника на упругой опоре при случайном возмущении

при $m = 1,0 \text{ Нс}^2 / \text{м}$; $c_1 = 0,8 \cdot 10^4 \text{ Н/м}$; $c_2 = 1,2 \cdot 10^4 \text{ н/м}$; $M(F_g) = 10,5 \text{ Н}$

$$\delta F_g = (0,7 \div 1,0) \text{ Н}$$

На рис.4.9 представлены графические зависимости изменения размаха перемещений, скорости и ускорения от увеличения массы колосника решетки. Известно, что с увеличением массы колебательной системы для его возмущения потребуется большая сила, то есть с увеличением массы уменьшается амплитуда колебаний композитного колосника. С возрастанием массы колосника от $0,7 \text{ кг}$ до $1,5 \text{ кг}$ размах колебаний композитного колосника уменьшается от $1,85 \cdot 10^{-3} \text{ м}$ до $0,65 \cdot 10^{-3} \text{ м}$ по нелинейной закономерности. Касательно рассматриваемой колебательной системы следует отметить, что с увеличением массы колосника уменьшение скорости и ускорения также является нелинейным. Особенностью является то, что интенсивность снижения размаха колебаний ΔX , $\Delta \dot{X}$ и $\Delta \ddot{X}$ уменьшается с возрастанием массы. Это объясняется нелинейной жесткостной характеристикой упругой опоры. При этом с увеличением нагрузки на колосник, интенсивность деформации упругой опоры уменьшается, что приводит и уменьшению

амплитуды колебаний колосника (см. рис.4.26). Сравнение результатов исследований с исследованиями металлического колосника на упругой опоре [60] показывают, что амплитуда колебаний скорости и ускорения \dot{X} и \ddot{X} в рекомендуемом варианте на 10–13% больше, чем в цилиндрических композитных колосниках. Это означает, что импульсная сила действующая на хлопок-сырец со стороны композитных колосников на 12–15% больше чем в существующих колосниках очистителя. Рекомендуемыми значениями массы композитных колосников являются 1,1–1,3 кг.

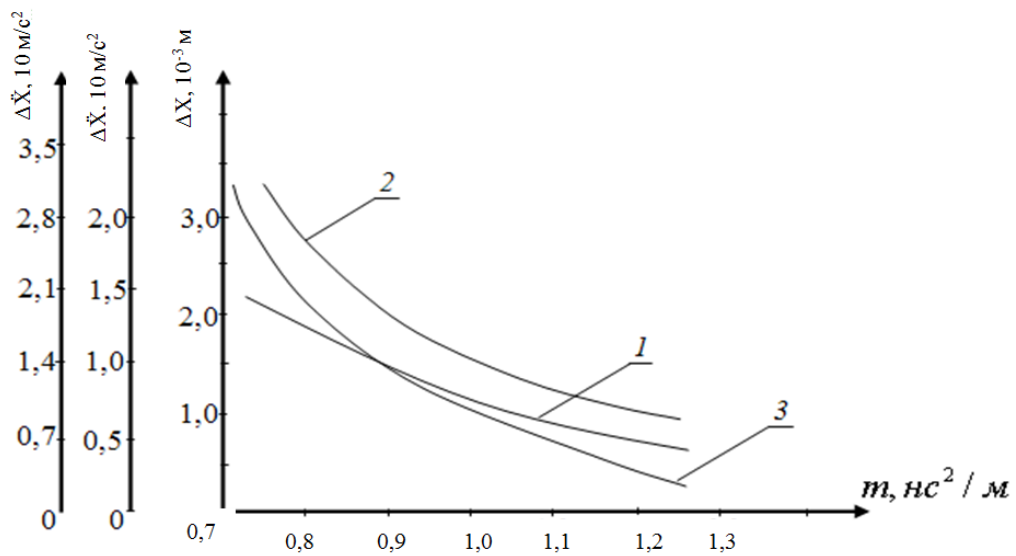


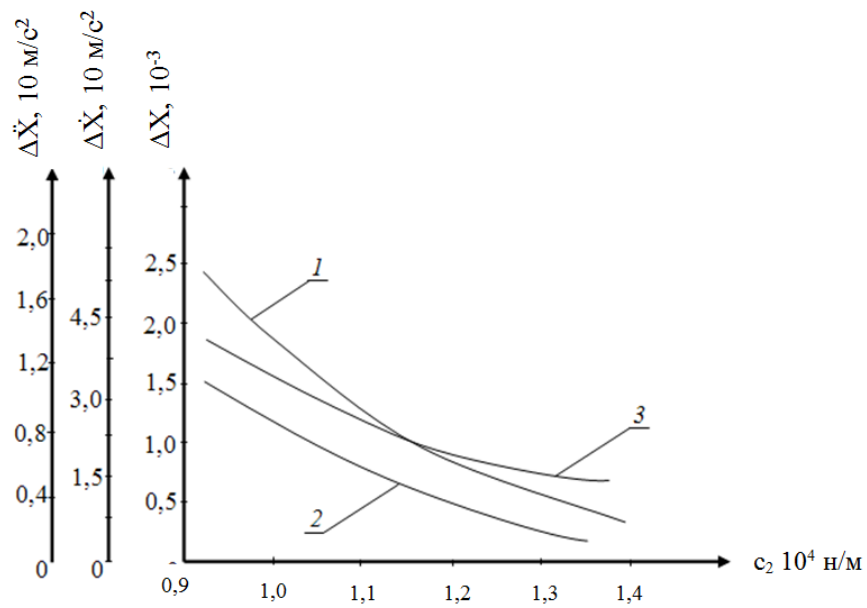
Рис. 4.26. Графические зависимости изменения размаха колебаний перемещения, скорости и ускорения композитного колосника от изменения массы колосника

$$1 - \Delta X = f(m); 2 - \Delta \dot{X} = f(m); 3 - \Delta \ddot{X} = f(m);$$

при $c_1 = 2,5 \cdot 10^4 \text{ Н/м}$; $c_2 = 1,2 \cdot 10^4 \text{ Н/м}$; отклонения $\delta\Delta X, \delta\Delta \dot{X}, \delta\Delta \ddot{X} = 10\text{--}12\%$

В процессе очистки хлопка-сырца от крупного сора важным являются ограничение амплитуды колебаний колосников, так как эти колебания непосредственно влияют на величину зазора между колосниками и пильным цилиндром. Значения амплитуды колебаний композитных колосников в нашем случае регулируется нелинейными жесткостными характеристиками упругой опоры. На рис. 4.27 представлены полученные графические

зависимости изменения размаха перемещения, скорости и ускорения колебаний композитного колосника от вариации нелинейной составляющей коэффициента жесткости упругих опор. С увеличением нагрузки на колосник деформация резиновых втулок за счет переменности толщины увеличивается с понижающейся интенсивностью. Это обеспечивает при высокой производительности машины колебания композитных колосников с необходимой амплитудой и частотой. При вариации коэффициента жесткости упругой опоры c_2 значения c_1 оставались неизменным, $c_1 = 1,0 \cdot 10^4 \text{ Н/м}$. Из рис. 4.10 видно, что увеличение c_2 приводит к уменьшению $\Delta X, \Delta \dot{X}, \Delta \ddot{X}$ по нелинейной закономерности. Так при коэффициенте жесткости $c_2 = 0,4 \cdot 10^4 \text{ н/м}$ размах колебаний перемещения композитного колосника составляет $2,15 \cdot 10^{-3} \text{ м}$, а при $c_2 = 1,35 \cdot 10^4 \text{ н/м}$, значение размаха ΔX составляет $0,82 \cdot 10^{-3} \text{ м}$. При этом амплитуда колебаний композитного колосника уменьшается в 2,4 раза. Увеличение коэффициента жесткости c_2 упругой опоры также приводит к уменьшению размаха колебаний, скорости и ускорения композитного колосника. При этом амплитуда колебаний скорости $\Delta \dot{X}$ уменьшается в три раза, а амплитуда ускорений $\Delta \ddot{X}$ уменьшается в два раза. Следует отметить, что влияние случайной составляющей нагрузки от хлопка влияет на значения размаха колебаний $\Delta X, \Delta \dot{X}$ и $\Delta \ddot{X}$ в пределах 8,0–10%. На графиках приведены средние их значения.



$$1 - \Delta X = f(c_2); 2 - \Delta \dot{X} = f(c_2); 3 - \Delta \ddot{X} = f(c_2);$$

отклонения 8,0–10%; $m = 1,4 \text{ кг}; c_1 = 1,2 \cdot 10^4 \text{ н/м}$

Рис.4.27. Зависимости изменения $\Delta X, \Delta \dot{X}, \Delta \ddot{X}$ от коэффициента жесткости c_2 упругой опоры композитного колосника .

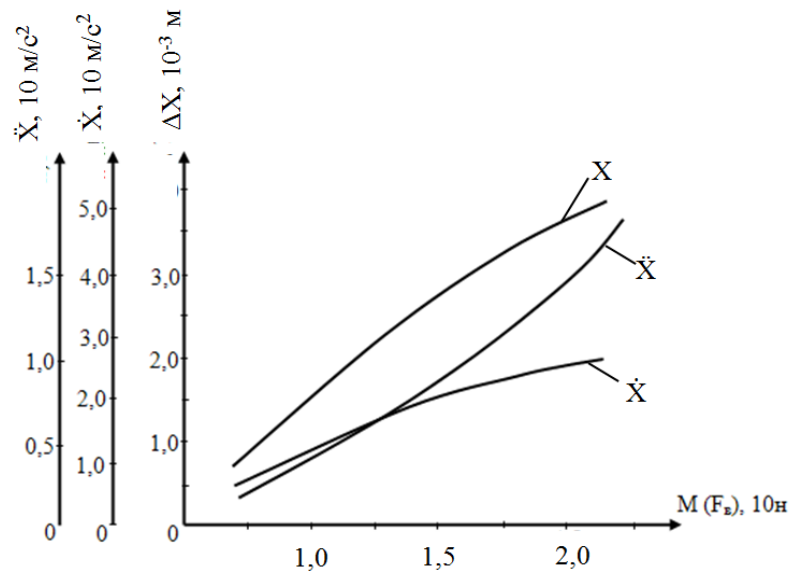


Рис. 4.28. Изменение перемещение, скорости и ускорения композитных колосников в зависимости от технологического сопротивления хлопка.

При этом, отклонения $\delta x, \delta \dot{x}, \delta \ddot{x}, = 8,0 - 10 \% \quad c_1 = 1,0 \cdot 10^4 \text{ Н/м}$
 $c_2 = 1,2 \cdot 10^4 \text{ Н/м}$. Исследованиями выявлено, что увеличение коэффициента жёсткости c_1 упругой опоры приводит к пропорциональному уменьшению амплитуды колебаний композитных колосников. Для обеспечения колебаний композитных колосников с амплитудой $(0,6 - 1,2) \cdot 10^{-3} \text{ м}$ нелинейная составляющая коэффициента жесткости упругой опоры должна иметь значения $(0,8 - 1,0) \cdot 10^4 \text{ Н/м}$, а коэффициент жесткости $c_1 = (1,2 - 1,4) \cdot 10^4 \text{ Н/м}$. Изменение толщины резиновой втулки составляет до $(2,0 - 2,5) \cdot 10^{-3} \text{ м}$ (для резины марки НО-68).

Экспериментальные исследования (Глава 5) показали, что композитные колосники на упругих опорах испытывают нагрузки от протаскиваемого хлопка-сырца в середине колосника в 2,0 раза, а в крайних положениях 1,5 раза меньше по отношению к колосникам на жестких опорах. По отношению к существующим на производстве металлических колосников на жестких опорах в предлагаемом варианте нагрузка уменьшается в 2,3–2,5 раза в середине, а в крайних положениях в 1,6–2,0 раза. Затухание собственных колебаний и части вынужденных колебаний композитных колосников обеспечивается коэффициентом диссипации упругой опоры, выполненной из резины марки НО-68. Учитывая, что в процессе работы отсутствуют резонансные режимы, так как частоты собственных и вынужденных колебаний имеют большие расхождения. Но, для обеспечения только вынужденных колебаний композитных колосников при сравнительно быстром поглощении свободных колебаний композитных колосников рекомендуемыми значениями коэффициента диссипации являются 50–60 Н·с/м , которые соответствуют характеристикам резины марки НО-68 [129, 141].

На рис 4.28 приведены графические зависимости изменения перемещения, скорости и ускорения композитных колосников на упругих

опорах с нелинейной жесткостью при вариации нагрузки от хлопка-сырца. С увеличением сопротивления от хлопка от 8,5 Н до 20 Н (среднее значение) перемещение колосника увеличивается от $0,65 \cdot 10^{-3} \text{ м}$ до $2,6 \cdot 10^{-3} \text{ м}$. При этом скорость колебаний увеличивается по нелинейной закономерности до 2,45 м/с, а ускорение повышается до 17 м/с^2 . При этом отклонения δx , $\delta \dot{x}$ и $\delta \ddot{x}$, зависящие от случайной составляющей нагрузки находится в пределах 8,0–10%. Для предотвращения выпадения летучек между колосниками, за счет больших амплитуд колебаний колосников и уменьшения технологического зазора между пильным барабаном и колосниками, амплитуда композитных колосников по результатам экспериментов не должна превышать $(1,0-1,4) \cdot 10^{-3} \text{ м}$.

Поэтому, для обеспечения необходимых амплитуд колебаний композитных колосников, целесообразным является выбор сопротивления от хлопка-сырца в пределах 15–20 Н, что соответствует 5,0–7,0 т/ч в машине УХК.

4.5. Выводы по главе 4

1. Получена формула для расчета скорости ударного взаимодействия летучки хлопка о многогранную сетчатую поверхность. Выведена формула для определения величины отскока летучки хлопка после взаимодействия с сеткой.
2. 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 скорости передвижения летучек хлопка в зоне очистки, необходимо обеспечить достаточное разрыхление хлопка, такое, чтобы масса

клочков хлопка-сырца не превышала 0,5–0,7 г, при этом скорость протаскивания хлопка находится в пределах 3,0–3,5 м/с.

3. Получены графические зависимости изменения скорости перемещения летучек хлопка по многогранной сетчатой поверхности от изменения длины граней и длины полета летучек в зоне очистки. Установлено, что для обеспечения скорости продвижения летучки хлопка по сетчатой поверхности до 3,0–3,5 м/с рекомендуется длина грани сетки $(3,2–4,5) \cdot 10^{-2}$ м.

4. Определены зависимости изменения величины отскока летучки хлопка от изменения угла наклона его траектории в зоне очистки. Выявлено, что при меньших значениях угла β удар летучки будет значительным, тем самым и величина отскока будет большей. При этом выделение сора будет более эффективным. Однако при этом уменьшается скорость протаскивания летучек. Кроме того, может увеличиться поврежденность волокон и семян хлопка. Поэтому рекомендуемыми значениями являются $\beta \leq 25^{\circ}–35^{\circ}$;

5. Построены графические зависимости изменения величины отскока летучки хлопка от изменения длины зоны взаимодействия с сеткой. Выявлено, что увеличение скорости полета летучки при выходе с поверхности колка приводит к возрастанию длины траектории, при этом значительно уменьшается величина отскока летучки после удара о сетчатую многогранную поверхность. Следует отметить, что с увеличением длины траектории уменьшается сила ударного взаимодействия летучки хлопка с многогранной сетчатой поверхностью.

6. Аналитическим методом решена задача определения реакции при взаимодействии летучек хлопка с многогранной сетчатой поверхностью очистителя мелкого сора. Максимальное значение динамической реакции при случайном возмущении со стороны слоя обрабатываемого хлопка на 30% больше, чем при гармоническом возмущении.

7. Изучены малые колебания многогранной сетки при воздействии технологической нагрузки от очищаемого хлопка. Построены графические

зависимости изменения амплитуды колебаний многогранной сетки от увеличения крутильной жесткости упругой опоры и от момента инерции сетки. Для обеспечения необходимых значений $\Delta\varphi_c = (3,8 - 5,6) \cdot 10^{-2} \text{ рад}$ рекомендуемыми значениями момента инерции многогранной сетки являются $0,21 - 0,65 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$. При этом массу многогранной сетки необходимо выбирать не более $7,5 - 9,5 \text{ кг}$.

8. Предложен метод определения жесткости упругой опоры многогранной сетки. Получены зависимости изменения амплитуды колебаний сетчатой поверхности на упругих опорах от изменения амплитуды технологической нагрузки.

9. Получено дифференциальное уравнение колебательного движения облегченного композитного колосника на упругой опоре с нелинейной жесткостью.

10. 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 его собственных колебаний по нелинейной закономерности.

11. Получены зависимости изменения периода колебаний колосника от увеличения амплитуды колебаний. Установлено, что увеличение жесткости упругой опоры приводит к увеличению относительной частоты собственных колебаний колосника по нелинейной закономерности.

12. Методами конечно-элементного моделирования рассчитаны двенадцать первых собственных частот композитных колосников. Показано, что их значения расположены в узком диапазоне, что позволяет использовать резонансные режимы для повышения эффективности очистки.

13. Составлена математическая модель колебаний композитных колосников на упругих опорах с нелинейной жесткостью при случайном сопротивлении со стороны хлопка-сырца. На основе численного решения

задачи получены характер и форма колебаний композитного колосника очистителя хлопка от крупного сора.

14. Построены 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 колебаний композитного колосника $(1,0-1,4) \cdot 10^{-3}$ м, среднее значение возмущающей силы не должно превышать 15–20 Н.

15. Получены формулы для определения расстояния и угла отклонения летучки хлопка при переменном вращении пильчатого барабана. Построены зависимости изменения угла отклонения летучки от пильчатого барабана с увеличением его диаметра.

ГЛАВА 5. РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ОСНОВНЫХ РАБОЧИХ ЭЛЕМЕНТОВ СЕПАРАЦИОННО – ОЧИСТИТЕЛЬНОГО АГРЕГАТА

5.1. Результаты испытаний модернизированного сепаратора.

В главе 2 описаны мероприятия по усовершенствованию сепаратора хлопка СС15-А, а в главе 3 проведено теоретическое обоснование параметров новых элементов сепаратора и технологических режимов их работы.

Модернизация сепаратора осуществлялась в следующих направлениях.

5.1.1. Обеспечение контроля движения хлопковоздушной смеси на входе в сепаратор

Для предотвращения повышенного дробления семян в сепараторе предложено установить направитель на входе в отделительную камеру, который обеспечит контроль за потоком хлопковоздушной смеси. Обоснованы конструктивные параметры этого направителя. Путем конечно-элементного моделирования установлены параметры взаимодействия его с хлопковоздушной массой.

Экспериментальный образец направителя изготавливался в двух вариантах. В первом варианте, показанном на рисунке 5.1 он жестко закреплен на рамке, которая устанавливается на входном патрубке сепаратора. Такой направитель устанавливался на сепараторе в акционерном обществе «Челак пахта тозалаш» в г. Самарканд (Республика Узбекистан).



Рис. 5.1. Направитель потока хлопково-воздушной смеси (вариант 1)

Второй вариант направителя устанавливался непосредственно в отделительную камеру и позволял регулировать положение таким образом, чтобы отклонять поток поступающей в сепаратор хлопково-воздушной смеси в большей или меньшей степени. Внешний вид такого направителя показан на рис 5.2. Такой вариант направителя испытывался на Шерабадском хлопкозаводе (г.Термиз. Республика Узбекистан)



Рис. 5.2. Направитель потока хлопковоздушной смеси (вариант 2)

Для оценки влияния предложенных рекомендаций проводился полный факторный эксперимент, в котором выходным параметром являлось механическое повреждение семян, а факторами выступали скорость воздуха во входной трубе сепаратора, угол наклона направителя и производительность оборудования. Скорость воздуха во входном патрубке сепаратора устанавливалась путем изменения частоты вращения крыльчатки вентилятора, которая изменялась путем смены шкива на приводном валу вентилятора. Контроль скорости воздуха осуществлялся с помощью электронного анемометра на основе трубки Пито марки PCE-PFM-2, имеющего рабочий диапазон измерения скорости потока до 80 м/с и давления до 50 мбар. Угол отклонения козырька α от горизонтали устанавливался по транспортиру, закрепленному на корпусе отделительной камеры. Требуемый уровень производительности сепаратора обеспечивался путем установки соответствующей скорости подачи хлопка-сырца транспортером.

Условия эксперимента приведены в таблице 5.1

Условия планирования эксперимента

Таблица 5.1

№	Название фактора, условное обозначение	Кодированное обозначение	Фактические значения фактора			Интервал варьирования
			-1	0	+1	
1	Скорость воздуха во входном патрубке v , м/с	x_{11}	$x_{11min} = 20$	$x_{11c} = 27,5$	$x_{11max} = 35$	$\Delta_{11} = 7,5$
2	Угол наклона направлятеля α , град.	x_{21}	$x_{21min} = 15$	$x_{21c} = 22,5$	$x_{21max} = 30$	$\Delta_{21} = 7,5$
3	Производительность оборудования П, т/час	x_{31}	$x_{31min} = 10$	$x_{31c} = 12,5$	$x_{31max} = 15$	$\Delta_{31} = 2,5$

Эксперименты проводились в трех повторностях на основе матрицы планирования (таблица 5.2). В этом случае количество экспериментов $N = 2^3 = 8$, количество повторностей $m = 3$, а общее количество экспериментов $N \cdot m = 8 \cdot 3 = 24$.

Полученные значения выходного параметра, их средние значения и дисперсия в таблице 5.2.

Таблица 5.2

Матрица планирования эксперимента

№	Факторный диапазон			Повреждение семян (в процентах)						
				Отклонение						
	X_1	X_2	X_3	y_{i1}	y_{i2}	y_{i3}	y_u	$S^2\{y\}$	y_{Ru}	$(y_u - y_{Ru})^2$
1	-	-	-	1,24	1,26	1,25	1,25	0,000100	1,22	0,000733
2	+	-	-	1,4	1,5	1,4	1,43	0,003333	1,44	6,26E-05
3	-	+	-	0,95	1,01	1,03	1,00	0,001733	1,02	0,000733
4	+	+	-	1,3	1,22	1,23	1,25	0,001900	1,24	6,26E-05
5	-	-	+	1,31	1,4	1,32	1,34	0,002433	1,35	0,000126
6	+	-	+	1,43	1,4	1,55	1,46	0,006300	1,46	6,26E-05
7	-	+	+	1,17	1,16	1,17	1,17	0,000033	1,15	0,000126
8	+	+	+	1,27	1,28	1,28	1,28	0,000033	1,26	6,26E-05

Проверяем, обеспечивается ли однородность дисперсий S_u^2 , которая характеризует распределение результатов по количеству m параллельных экспериментов [144].

$$S_u^2 = \frac{\sum_{p=1}^m (y_{up} - y_u)^2}{m-1} \quad (5.1)$$

где u - порядковый номер опции p - порядковый номер параллельных экспериментов ($p=1, 2, 3..m$), m - количество параллельных экспериментов, $y_u = \frac{1}{m} \sum_{p=1}^m y_{up}$ - среднее значение результатов параллельного эксперимента. $m=3$ для случая S_u^2 вводим значения в таблицу и вычисляем эту статистику.

$$G = \frac{S_{maz}^2}{\sum_{u=1}^N S_u^2} = \frac{0,00630}{0,01586} = 0,3972 \quad G = \frac{S_{u(max)}^2}{\sum_{u=1}^N S_u^2} \quad (5.2)$$

где $S_{u(max)}^2$ - максимальное значение дисперсии приведённое в таблице 5.2.

Мы исследуем распределение дисперсии в двух параллельных экспериментах по критерию Кохрена, G_{α, k_1, k_2} - значения приведены в таблице, α - значительный уровень ($0 < \alpha < 1$), $k_1 = N$, $k_2 = m-1$ - Степень свободы в нашем случае $\alpha = 0.05$, $m = 2$, $N = 8$, $G_{\alpha, k_1, k_2} = G_{0.05, 8, 1} = 0.52$. Если выполняется следующее неравенство

$$G < G_{\alpha, k_1, k_2}, \quad (5.3)$$

то дисперсии можно считать однородными.

Расчитаем дисперсию воспроизводимости

$$S_y^2 = \frac{1}{N} \sum_{u=1}^N S_u^2 = \frac{0,01586}{8} = 0,001982$$

3. Составляем уравнение регрессии для $k = 3$

$$y = b_0 + \sum_{i=1}^k b_i x_i + \sum_{i<j}^k b_{ij} X_i X_j + \sum_{i<j<l}^k b_{ijl} X_i X_j X_l$$

Коэффициенты регрессии рассчитываются по следующим формулам ($N = 8$).

$$b_0 = \frac{1}{N} \sum_{u=1}^N \bar{y}_u, \quad b_i = \frac{1}{N} \sum_{u=1}^N X_{iu} \bar{y}_u, \quad b_{ij} = \frac{1}{N} \sum_{u=1}^N X_{iu} X_{ju} \bar{y}_u, \quad b_{ijk} = \frac{1}{N} \sum_{u=1}^N X_{iu} X_{ju} X_{ku} \bar{y}_u$$

$$b_0 = 1,272; b_1 = 0,0829; b_2 = -0,0995; b_3 = 0,03958; b_{12} = 0,00791; \\ b_{13} = -0,0262; b_{23} = 0,00958; b_{123} = -0,00958$$

Таким образом, уравнение регрессии выглядит так:

$$Y = 1,272 + 0,0829X_1 - 0,0995X_2 + 0,0395X_3 + 0,00791X_1X_2 - 0,0262 X_1X_3 + 0,00958 \\ X_2X_3 - 0,00958 X_1X_2 X_3 \quad (5.4)$$

4. Используем критерий Стьюдента для определения уровня значимости коэффициентов регрессии. Для этого рассчитаем дисперсию коэффициентов регрессии [144]

$$S^2\{b_i\} = \frac{1}{N \cdot m} S^2\{Y\} = \frac{1}{8 \cdot 3} 0,001982 = 0,00008258$$

$$S\{b_i\} = 0,00908$$

Расчетное значение критерия Стьюдента

$$t_R\{b_i\} = \frac{|b_i|}{S\{b_i\}}$$

$$t_R\{b_1\} = \frac{0,082917}{0,00908} = 9,13, \quad t_R\{b_2\} = \frac{0,09958}{0,00908} = 11,05, \quad t_R\{b_3\} = \frac{0,03958}{0,00908} = 4,35$$

$$t_R\{b_{12}\} = \frac{0,007916}{0,00908} = 0,87; \quad t_R\{b_{13}\} = \frac{0,02625}{0,00908} = 2,89; \quad t_R\{b_{23}\} = \frac{0,009583}{0,00908} = 1,05$$

$$t_R\{b_{123}\} = \frac{0,009583}{0,00908} = 1,05$$

Доверительный для коэффициентов регрессии.

Табличное значение критерия Стьюдента $t_{0,05,16} = 2.31$ т.е. коэффициенты b_{12} , b_{23} и b_{123} незначимы. Окончательно уравнение регрессии примет вид.

$$y = 1,2720 + 0,0829X_1 - 0,0995X_2 + 0,0395X_3 - 0,0262X_1X_3 \quad (5.5)$$

Для проверки адекватности полученной модели определяем дисперсию обусловленную неадекватностью по формуле.

$$S_{ад}^2\{Y\} = \frac{m \sum_{u=1}^N (y_{усп} - y_{Ru})^2}{N - N_k} = \frac{3 \cdot 0,00197}{8 - 5} = 0,00197$$

где y_{Ru} – значение выходного параметра рассчитанное по (5.5),

y_u – фактическое значение выходного параметра,

N – количество вариантов,

N_k – количество значимых коэффициентов регрессии.

Расчетное значение критерия Фишера будет

$$F_R = \frac{S_y^2}{S_{ад}^2\{Y\}} = \frac{0,001982}{0,00197} = 1,006$$

Табличное значение критерия Фишера

$$F_T [p_D = 0,95; f_1 = 8(3 - 1) = 16; f_2 = 8 - 5 = 3] = 8,69$$

Так как $F_R < F_T$, то гипотеза об адекватности регрессионной модели (5.5) не отвергается.

Модель в натуральных значениях факторов имеет вид

$$Y = 0,3251 + 0,0284v - 0,0132\alpha + 0,0542\Pi - 0,00139v\Pi$$

Полученная модель позволяет прогнозировать повреждаемость семян в зависимости от технологических факторов.

5.1.2. Облегчение съема волокна с перфорированной стенки сепаратора.

В процессе работы сепаратора часть хлопка тягой воздуха прижимается к перфорированным стенкам, расположенным между отделительной и воздушной камерами. Этот хлопок образует слой на поверхности стенки. Для съема образовавшегося слоя используются подвижные скребки, насаженные на вращающийся вал. Процесс съема слоя хлопка сопровождается разрушением семян и образованием свободных волокон, которые уносятся воздухом в отходы.

Для устранения этого явления предусмотрено два мероприятия. Одним из них является изготовление в перфорированных стенках отверстий специальной формы, обоснованной теоретически в 2.5.

Другим мероприятием является установка в модернизированном сепараторе СС-15А скребка с дополнительной изолирующей камерой (рис. 5.3).

В процессе отделения хлопка скребком 3 изоляционная камера 1, расположенная с задней стороны перфорированной поверхности 2, прикрывает поток воздуха. При этом разность давлений между внутренней и наружной поверхностями стенки равна нулю, т.е. изолирующая камера перекрывает процесс всасывания воздуха. Сила трения между хлопком и перфорированной поверхностью резко снижается. Это снижает механическое воздействие на семена и предотвращается обрыв волокон. В результате снижается количество свободных волокон. Скребком 8 свободно очищает перфорированную поверхность от хлопка. Хлопок под действием собственного веса падает в вакуум-клапан. На рисунке 5.4 изображена общий вид установки на сепараторе СС15-А. На рисунках 5.5, 5.6 представлены вид сзади и расположение скребковых элементов [145].

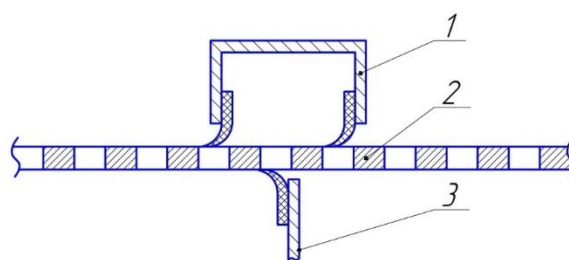


Рис. 5.3. Расположение изоляционной камеры по отношению к основному скребку



Рис. 5.4. Вид со стороны скребка



Рис. 5.5. Вид со стороны отделительной камеры

Эксперименты по проверке эффективности предложенных изменений в конструкции сепаратора проводились на предприятии АО «Корасув Пахта Тозалаш» в Ташкентской области (Республика Узбекистан). В качестве

контрольного варианта использовался серийный сепаратор СС-15А, который сравнивался с модернизированным, оснащенным изолирующей камерой.

На рис. 5.6 показан усовершенствованный сепаратор СС-15А, установленный в технологическом потоке (Рисунок 5.6).



Рис.5.6. Общий вид сепаратора СС-15А УХК.

В качестве основного критерия эффективности было принято количество свободных волокон, попадающих в отходы. Для его определения использовалась следующая методика. В выходном патрубке сепаратора устанавливался фильтр из мешковины. На нем в течении 10 минут работы собирали отходы поступающие из сепаратора. После чего они взвешивались с точностью до 0,01 г. Затем из пробы вручную удалялись волокна и вновь производилось взвешивание. Степень механического повреждения семян определялась по стандартной методике УзДСт 598: 2008 и УзДСт 597: 2008, «Метод определения массовой доли дефектных семян» [146; 3-с].

В эксперименте использовался хлопок-сырец селекционного сорта Султан промышленных сортов I, II, III, IV и V. Расход воздуха в обоих сепараторах был одинаковым, а производительность составляла 10 т/ч. В

таблицах 5.3 и 5.4 приведены уровни засоренности и влажности хлопка в процессе эксперимента, а также результаты эксперимента [147; 1–5 с].

Анализ таблицы 5.3 показывают, что использование отделительной камеры позволяет снизить содержание сводного волокна в соре на 33 – 39%, причем полезный эффект проявляется больше на низких сортах. Это связано с тем, что в них содержится большее количество незрелых и поврежденных волокон, которые легче отделяются при механическом воздействии. Поэтому снижении нагрузки при использовании изолирующей камеры способствует сохранению большего числа волокон.

Таблица 5.3

Влияние изолирующей камеры на содержание свободных волокон в соре

Сорт хлопка	Количество свободных волокон в соре, %			
	Уровень засоренности и влажности хлопка, %	Серийный сепаратор СС-15А	Модернизированный сепаратор СС-15А	Снижение количества свободных волокон в соре, %
I	З=2,05 W=8,6	0,26	0,17	33
II	З=2,05 W=8,6	0,37	0,24	35
III	З=3,98 W=10,92	0,51	0,32	37
IV	З=6,8 W=13,5	0,63	0,39	38
V	З=11,4 W=16,5	0,78	0,48	39

Результаты экспериментального определения количества поврежденных семян приведено в таблице 5.4.

Таблица 5.4

Влияние изолирующей камеры на дробление семян

Сорт хлопка	Поврежденность семян, %			
	Уровень засоренности и влажности хлопка, %	Серийный сепартор СС-15А	Модернизиро- ванный сепаратор СС-15А	Снижение количества поврежден- ных семян, %
I	З=2,05 W=8,6	1,08	1,32	22%
II	З=2,05 W=8,6	1,21	1,41	16,5%
III	З=3,98 W=10,92	1,38	1,55	12%
IV	З=6,8 W=13,5	1,87	2,05	9,6%
V	З=11,4 W=16,5	2,15	2,38	7,3%

Представим графически результаты, полученные на основе экспериментов. На рис. 5.7 показан график изменения количества свободного волокна в отходах сепаратора. Когда мы анализируем этот график, мы видим, что количество свободного волокна в сепараторе СС-15А в среднем на 33–39% больше, чем количество свободного волокна в улучшенном сепараторе. В результате оборванное волокно проходит через сетчатую поверхность, и с потоком воздуха собирается в пылеуловителе [148].

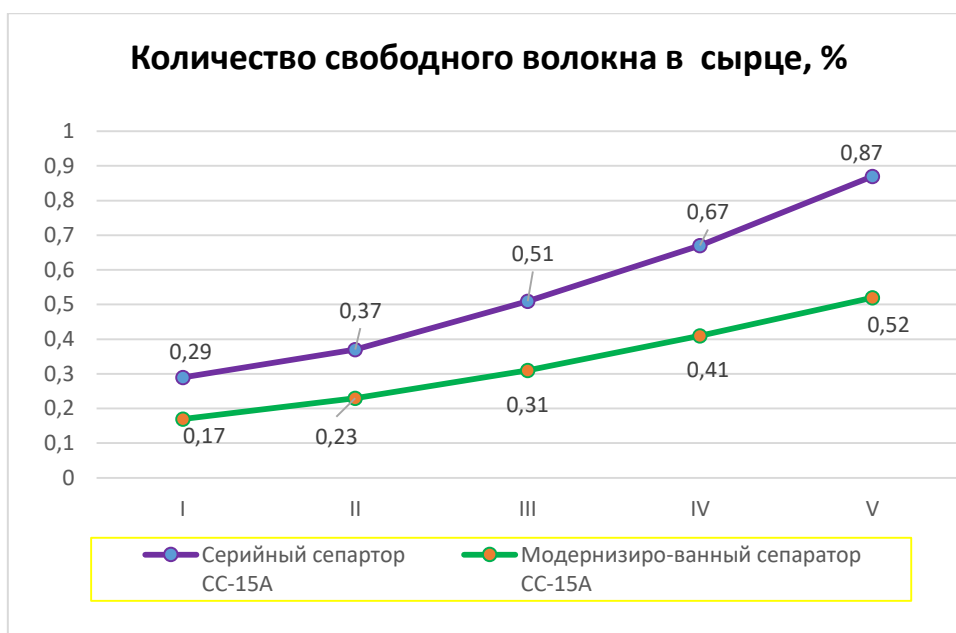


Рис. 5.7. График изменения количества свободного волокна в сырце от сорта хлопка

Как видно из графика, количество свободного волокна в составе отходов увеличивается с уменьшением промышленного сорта хлопка. На рис.5.8 показано влияние усовершенствованного сепаратора CC-15A на степень механического повреждения семян. Из этого графика видно, что степень механического повреждения семян увеличивается при смене промышленных сортов хлопка: степень механического повреждения семян у хлопка I-промышленного сорта колеблется от 1,08% до 1,32%; Хлопок II промышленного сорта от 1,21% до 1,41%; Хлопок III-го сорта с 1,38% до 1,55%; Хлопок IV промышленных сортов с 1,87% до 2,05%; Хлопок промышленного класса V составлял от 2,15% до 2,38%.

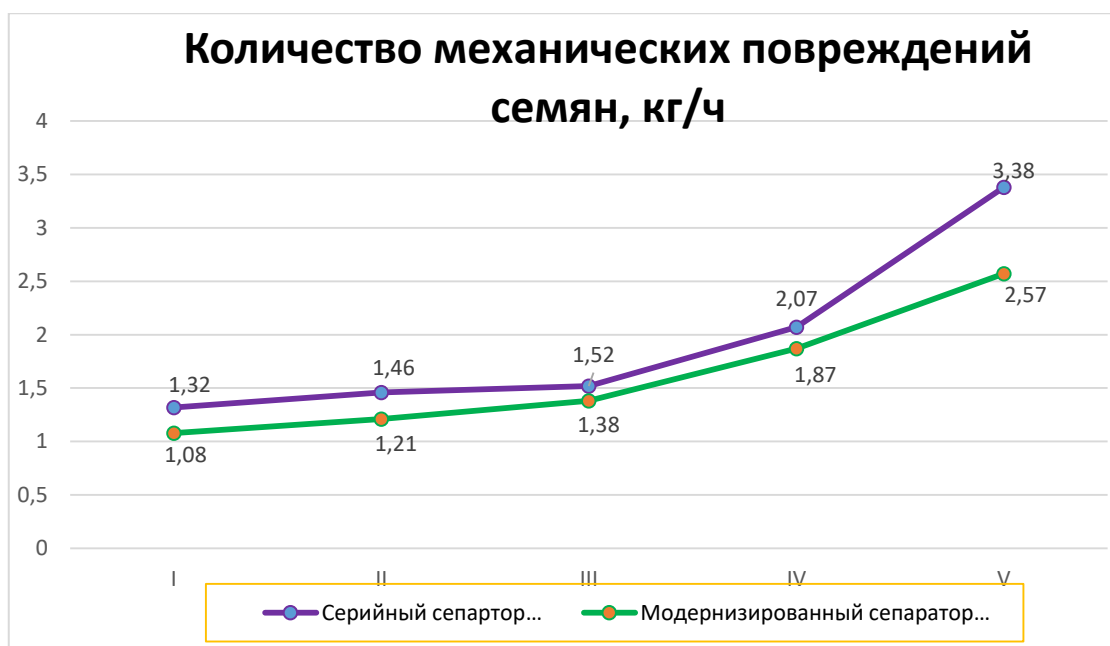


Рисунок 5.8. Изменение степени механического повреждения семян в зависимости от промышленного сорта хлопка

Использование изолирующей камеры снижает количество свободного волокна за счет уменьшения силы давления на поверхности перфорированной стенки, а также за счет равномерного распределения слоя хлопка на ней.

Полученные в результате выполнения диссертации технические решения и рекомендации внедрены на:

- Карасувском и Пискентском хлопкозаводах Ташкентской области.
- Каганском и Пешкунском хлопкозаводах Бухарской области.
- Челакском хлопкозаводе Самаркандской области.
- Шерабадском хлопкозаводе Сурхандарьинской области.

Это подтверждается соответствующими актами внедрения (Приложение 1-6).

5.2. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ ХЛОПКА – СЫРЦА ОТ МЕЛКИХ СОРНЫХ ПРИМЕСЕЙ

Рядом ученых из АО “Paxtasanoat ilmiy markazi” и ТИТЛП в достаточной степени изучены факторы, влияющие на количество мелкого сора, выделяемого в процессе очистки хлопка-сырца. В частности, изучено влияние частоты вращения, размеров колкового барабана, конструктивных параметров сетки, зазора между барабаном и сеткой и других [149]. Ими предложены рекомендуемые значения этих параметров. Однако этими параметрами не исчерпывается возможность повышения эффективности очистителей мелкого сора.

Как показано теоретически анализом в главе 4, в совершенствовании параметров зоны очистки очистителей от мелкого сора имеется существенный резерв для повышения очистительного эффекта. Для подтверждения этого положения проводились эксперименты в производственных условиях.

5.2.1. Методика проведения технологических экспериментов

Технологические эксперименты проводили на очистителях хлопка 1ХК в производственных условиях хлопкозаводов «Қорасув пахта тозалаш» (Республика Узбекистан).

Целью исследования было сравнение существующей технологии очистки хлопка при использовании цилиндрической сетчатой поверхности с предлагаемой по результатам теоретических исследований технологии очистки с использованием многогранной сетчатой поверхности (рис. 5.9, рис. 5.10 - а и б.)

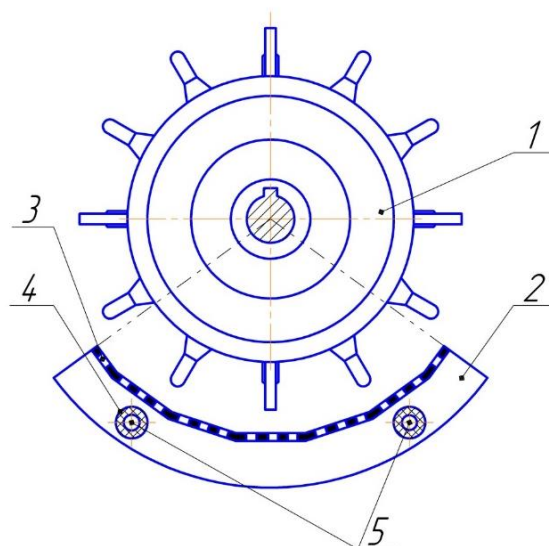


Рис. 5.9. Общий вид зоны очистки с использованием многогранной сетчатой поверхности. 1–колковый барабан; 2–боковина сетки; 3–поверхность сетки; 4–резиновые втулки; 5–опоры

Эксперименты проводились в следующих вариантах:

- существующая технология очистки хлопка от мелкого сора;
- технология очистки хлопка от мелкого сора с использованием многогранной сетчатой поверхности;
- сравнение процесса очистки предложенной и существующей технологии при изменении зазора между колками и сеткой.

Эксперименты проводились на селекционном сорте «Наманган-77» II и III промышленного сорта

Образцы для анализа отбирались после очистителя хлопка. Для каждого варианта были определены влажность, засоренность, очистительный эффект. Эти показатели определялись согласно стандартам O`zDst6432006, O`zDst6442006, O`zDst5922008 [150, 151]. Влажность хлопка измеряли на приборе ВХС – М1 с использованием лабораторных весов марки ВЛКТ. Очистительный эффект определяли на лабораторной установке марки ЛКМ.



Рис. 5.10. а - Фотоснимки зоны очистки хлопка с использованием барабанов с многогранными сетками



Рис. 5.10. б - Фотоснимки зоны очистки хлопка с использованием многогранной сетчатой поверхности

5.2.2. Влияние вариантов исполнения сетчатых поверхностей на очистительный эффект хлопка по мелкому сору

При приведении экспериментов были использованы и сопоставлены по очистительному эффекту следующие варианты:

- существующий вариант сетчатой поверхности;
- сетчатые поверхности с 4, 5, 6 и 7 гранями
- варианты конструкции с изменением зазора между вершинами колков и сетчатой поверхностью.

На рис. 5.11 представлены графические зависимости изменения очистительного эффекта от производительности машины при различном числе граней (4, 5, 6, 7 – граней) и ширины граней ($l_{ш}$: 106 мм; 85 мм; 70,8 мм; 60,7 мм). Анализ построенных графиков показывает, что с увеличением числа граней или уменьшением ширины граней уменьшается очистительный эффект. При ширине грани сетки 53,1 мм и производительности 5,0 т/ч очистительный эффект достигает до 44,2%, а при $P=9,0$ т/ч достигает до 37,2%.

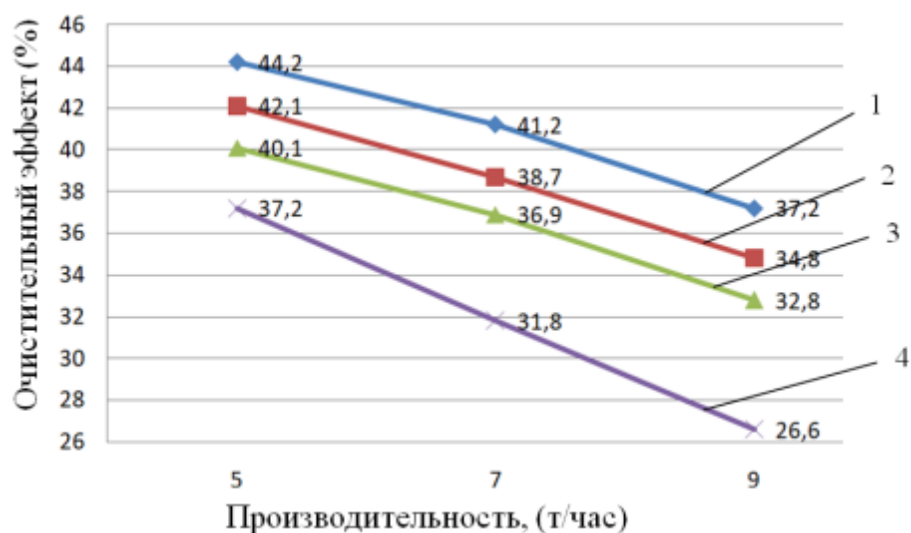


Рис. 5.11. Изменение очистительного эффекта от производительности машины при различном числе граней сетки:

- 1 – сетчатая поверхности с 4 гранями ($l_{ш}=106$ мм);
- 2 – сетчатая поверхности с 5 гранями ($l_{ш}=85$ мм);
- 3 – сетчатая поверхности с 6 гранями ($l_{ш}=70,8$ мм);
- 4 – сетчатая поверхности с 7 гранями ($l_{ш}=60,7$ мм).

Соответственно при уменьшении $l_{ш}$ до 60,7 мм (7 граней) очистительный эффект хлопка уменьшается до 37,2% при $\Pi=5,0$ т/ч, при производительности 9,0 т/ч эффект очистки снижается до 26,6%. Но, увеличение ширины граней сетчатой поверхности приводит к значительному торможению хлопка, увеличению взаимодействия с сеткой и колками. Это приводит к некоторому увеличению поврежденности волокон и семян очищаемого хлопка [152]. Поэтому рекомендуемыми значениями являются $n_2=6$; $l_{ш}=70,8$ мм.

На рис. 5.12 приведены экспериментальные зависимости изменения очистительного эффекта от изменения производительности, при использовании существующей и рекомендуемого вариантов конструкций сетки.

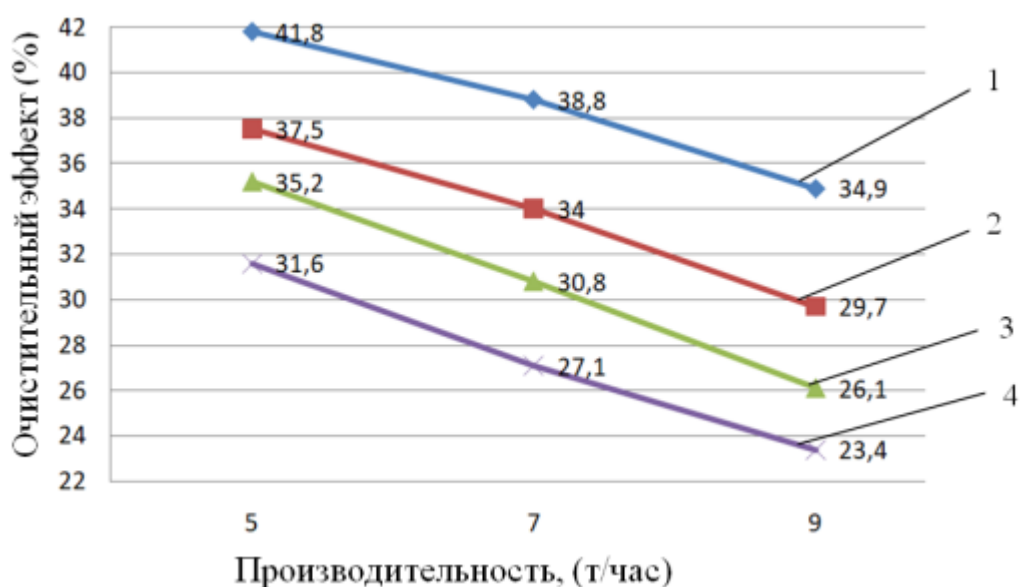


Рис. 5.12. Изменение очистительного эффекта хлопка при увеличении производительности машины

- 1 –сетчатая поверхность (II – сорт);
- 2 – существующая сетчатая поверхность (II – сорт);
- 3 –сетчатая поверхность (III – сорт);
- 4 – существующая сетчатая поверхность (III – сорт).

При производительности 5,0 т/ч очистительный эффект по мелкому сору для существующего варианта сетки, при очистке хлопка I сорта будет 37,5%, а для многогранной (6 граней, $l_2=70,8$ мм) сетки очистительный эффект доходит до 41,8%. При производительности 9,0 т/ч эффект очистки для

существующего варианта будет 29,7%, а для рекомендуемой конструкции многогранной сетки доходит до 34,9%. При очистке хлопка III – сорта эффект очистки при $\Pi=5,0$ т/ч для существующего варианта сетки будет 31,6%, а для рекомендуемого варианта будет 35,2%. Следует отметить, что эффект очистки при различной производительности и сорта очищаемого хлопка в рекомендуемой многогранной сетки по сравнению с существующим вариантом будет выше в среднем на 2,7–5,7%. В рекомендуемой многогранной сетке поступающая летучка хлопка ударяется с различной силой. Кроме того, летучка протаскивается по плоской сетчатой поверхности, что усиливает взаимодействие. Это приводит к интенсивному выделению сора и повышению эффекта очистки.

Важным является изучение влияния зазора δ между вершинами колков и многогранной сеткой. На рис. 5.13 представлены полученные графические зависимости. Анализ графиков показывает, что увеличение зазора между концами колков и многогранной сетчатой поверхностью приводит, как и в серийном варианте сетки, к уменьшению очистительного эффекта.

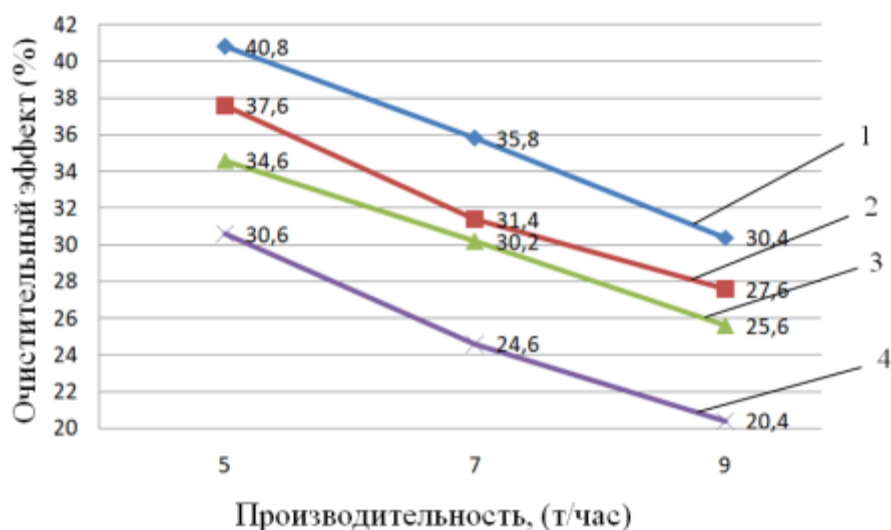


Рис. 5.13. Графические зависимости изменения очистительного эффекта от увеличения производительности и от зазора между концами колков и сетчатой поверхностью

- 1 –сетчатая поверхность при $\delta=13,0$ мм;
- 2 – существующая сетчатая поверхность при $\delta=13,0$ мм;
- 3 –сетчатая поверхность при $\delta=15,0$ мм;
- 4 – существующая сетчатая поверхность при $\delta=15,0$ мм.

В рекомендуемом варианте многогранной сетки при $\Pi=5,0$ т/ч и $\delta=13,0$ мм очистительный эффект получается 40,8%, а при $\Pi=9,0$ т/ч снижается до 30,4%. При существующем варианте сетки очистительный эффект соответственно будет 37,6% и 27,6%. То есть разница между сравниваемыми вариантами доходит до 2,8–4,4%. При увеличении расстояния между концами колков и сеткой до 15,0 мм при рекомендуемом варианте многогранной сетки эффект очистки будет больше на 4–5,8 %, чем при использовании серийной сетки. Рекомендуемыми значениями зазора будут 14,0–15,0 мм, при использовании многогранной сетки $l_{\text{ш}}=70,8$ мм (6 граней).

5.2.3. Очистка хлопка с помощью сетки на упругих опорах

В главе 4 предложена конструкция сетки очистителя мелкого сока, которая устанавливается на упругих опорах. Проведен теоретический анализ взаимодействия такой сетки с транспортируемым по ней хлопком, предложены рациональные значения параметров сетки.

Для подтверждения эффективности применения упругого крепления сетки и его влияния на очистительный эффект в условиях хлопкозавода «Қорасув пахта тозалаш» (Республика Узбекистан) проводились эксперименты. При переработке использовался хлопок селекционного сорта Наманган-77 II и III сорта. Полученные результаты представлены в таблице 5.5.

Таблица 5.5

Результаты экспериментальных испытаний многогранной сетчатой поверхности на упругих опорах (II-сорт)

№	Показатели	Количество граней сетки	Производительность, т/ч		
			3	5	7
1	Содержание влаги, %		8,6		
2	Количество сора в исходном материале, %		4,6 (2,0-мелкий, 2,6-крупный)		
3	Количество сора после очистителя, %	4	1,19	1,32	1,41
		5	1,20	1,37	1,42
		6	1,15	1,21	1,37
		7	1,29	1,38	1,45
		Серийная сетка	1,30	1,40	1,47
	Очистительный эффект, %	4	0,405	0,34	0,295
		5	0,4	0,315	0,29
		6	0,425	0,395	0,315
		7	0,355	0,31	0,275
		Серийная сетка	0,35	0,3	0,265

Таблица 5.6

Результаты экспериментальных испытаний многогранной сетчатой поверхности на упругих опорах (III-сорт)

№	Показатели	Количество граней сетки	Производительность, т/ч		
			3	5	7
1	Содержание влаги, %		8,6		
2	Количество сора в исходном материале, %		4,6 (2,0–мелкий, 2,6–крупный)		
3	Количество сора после очистителя, %	4	1,25	1,43	1,56
		5	1,2	1,48	1,52
		6	1,21	1,51	1,65
		7	1,29	1,49	1,75
		Серийная сетка	1,29	1,4	1,47
	Очистительный эффект, %	4	0,375	0,345	0,290
		5	0,387	0,390	0,299
		6	0,405	0,415	0,330
		7	0,325	0,37	0,225
		Серийная сетка	0,31	0,33	0,222

5.2.4. Экспериментальные исследования многогранной сетчатой поверхности на упругих опорах очистителя от мелкого сора

Очистительный эффект является основным показателем, характеризующим целесообразность применения новых технологических решений в сепрационно-очистительной секции хлопкозавода. По результатам предварительного эксперимента установлено, что влияние факторов на очистительный эффект является нелинейным, поэтому для проведения эксперимента используется матрица центрального композиционного рототабельного эксперимента ЦРКЭ. При исследованиях в качестве факторов приняты:

x_1 — количество граней многогранной сетчатой поверхности; m

x_2 — зазор между колковым барабаном и сетчатой поверхностью, мм.

x_3 — коэффициент жесткости упругих опор, Н/м;

Значения уровней факторов приведены в таблице 5.5.

Таблице 5.7

Уровни варьирования факторов эксперимента

№	Название и обозначение факторов	Обозначение кодированного значения	Значения факторов					Интервал варьирования
			-1,682	-1	0	+1	+1,682	
1	Количество граней многогранной сетчатой поверхности; n	x_1	3	4	6	8	9	2
2	Зазор между колковым барабаном и сетчатой поверхностью, мм.	x_2	12,6	14	16	18	19,4	2
3	Коэффициент жесткости упругих опор, $\times 10^3$ Н/м;	x_3	0,5	1,5	3	4,5	5,5	1,5

Для этого составляем матрицу планирования. Эксперименты проводились в 3^x -кратной повторности в каждой точке матрицы планирования. При этом количество экспериментов определяется по следующим выражениям:

$$N=2^k+2k+n_0=2^3+2\cdot 3+6=20 \quad (5.1)$$

При этом средние арифметические значения очистительного эффекта, полученные в результате экспериментов, заполняем в таблицу 3.4 [144; с. 121-126]. Тогда среднее значения результатов определяется из выражения:

$$\bar{Y} = \frac{\bar{Y}_{i1} + \bar{Y}_{i2} + \bar{Y}_{i3}}{3} \quad (5.2)$$

Таблица 5.8

Матрица планирования центрального композиционного эксперимента

u	x_1	x_2	x_3	$(x_1)^2$	$(x_2)^2$	$(x_3)^2$	$x_1 x_2$	$x_1 x_3$	$x_2 x_3$	Y_u
1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	86,6
2	+	+	-	+	+	+	+	-	-	86,8
3	+	-	+	+	+	+	-	+	-	87,1
4	+	-	-	+	+	+	-	-	+	85,3
5	-	+	+	+	+	+	-	-	+	85,0
6	-	+	-	+	+	+	-	+	-	84,8
7	-	-	+	+	+	+	+	-	-	84,6
8	-	-	-	+	+	+	+	+	+	84,0
9	+1,682	0	0	+2,83	0	0	0	0	0	86,8
10	-1,682	0	0	+2,83	0	0	0	0	0	85,2
11	0	+1,682	0	0	+2,83	0	0	0	0	87,0
12	0	-1,682	0	0	+2,83	0	0	0	0	86,8
13	0	0	+1,682	0	0	+2,83	0	0	0	87,1
14	0	0	-1,682	0	0	+2,83	0	0	0	86,2
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	88,9
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	88,7
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	89,1
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	88,9
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	88,8
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	89,0

Для определения коэффициентов регрессии на основании формул из [144; с. 187] рассчитаем суммы соответствующих столбцов таблице 3.3

$$\begin{aligned} \sum x_{1u} Y_u &= 10,1 & \sum x_{2u} x_{3u} Y_u &= -2,4 \\ \sum x_{2u} Y_u &= 2,53 & \sum x_{1u}^2 Y_u &= 1170,63 \\ \sum x_{3u} Y_u &= 3,914 & \sum x_{2u}^2 Y_u &= 1176,05 \\ \sum x_{1u} x_{2u} Y_u &= -0,2 & \sum x_{3u}^2 Y_u &= 1174,63 \\ \sum x_{1u} x_{3u} Y_u &= 0,8 \end{aligned}$$

После чего можно определить соответствующие коэффициенты модели

$$b_0 = g_1 \sum_{u=1}^N \bar{Y}_u - g_2 \sum_{i=1}^M \sum_{u=1}^N x_{iu}^2 \bar{Y}_u = 0,1663 \cdot 1736,7 - 0,0568 \cdot (1170,63 + 1176,05 + 1174,63) = 88,8$$

$$b_1 = g_3 \sum_{u=1}^N x_{1u} \bar{Y}_u = 0,0732 \cdot 10,1 = 0,739$$

$$b_2 = g_3 \sum_{u=1}^N x_{2u} \bar{Y}_u = 0,0732 \cdot 2,53 = 0,185$$

$$b_3 = g_3 \sum_{u=1}^N x_{3u} \bar{Y}_u = 0,0732 \cdot 3,91 = 0,286$$

$$b_{12} = g_4 \sum_{u=1}^N x_{1u} x_{2u} \bar{Y}_u = 0,125 \cdot (-0,2) = -0,025$$

$$b_{13} = g_4 \sum_{u=1}^N x_{1u} x_{3u} \bar{Y}_u = 0,125 \cdot 0,8 = 0,1 \quad b_{23} = g_4 \sum_{u=1}^N x_{2u} x_{3u} \bar{Y}_u = 0,125 \cdot (-2,4) = -0,3$$

$$b_{11} = g_5 \sum_{u=1}^N x_{1u}^2 \bar{Y}_u + g_6 \sum_{i=1}^M \sum_{u=1}^N x_{iu}^2 \bar{Y}_u - g_2 \sum_{u=1}^N \bar{Y}_u = 0,0625 \cdot 1170,83 + 0,0069 \cdot (1170,83 + 1176,05 + 1174,64) - 0,0568 \cdot 1736,7 = 1,46$$

$$b_{22} = g_5 \sum_{u=1}^N x_{2u}^2 \bar{Y}_u + g_6 \sum_{i=1}^M \sum_{u=1}^N x_{iu}^2 \bar{Y}_u - g_2 \sum_{u=1}^N \bar{Y}_u = 0,0625 \cdot 1176,05 + 0,0069 \cdot (1170,83 + 1176,05 + 1174,64) - 0,0568 \cdot 1736,7 = -0,84$$

$$b_{33} = g_5 \sum_{u=1}^N x_{3u}^2 \bar{Y}_u + g_6 \sum_{i=1}^M \sum_{u=1}^N x_{iu}^2 \bar{Y}_u - g_2 \sum_{u=1}^N \bar{Y}_u = 0,0625 \cdot 1174,64 + 0,0069 \cdot (1170,83 + 1176,05 + 1174,64) - 0,0568 \cdot 1736,7 = -0,93$$

С учетом полученных значений коэффициентов модель принимает:

$$Y = 88,8 + 0,739x_1 + 0,185x_2 + 0,286x_3 - 0,025x_1x_2 + 0,1x_1x_3 - 0,3x_2x_3 + 1,46x_1^2 - 0,84x_2^2 - 0,93x_3^2 \quad (5.4)$$

Определяем дисперсию коэффициентов регрессии:

$$\begin{aligned}
 |S\{b_0\}| &= \sqrt{S^2\{b_0\}}; & S^2\{b_0\} &= g_1 \cdot S^2\{Y\} = 0,1663 \cdot 0,54 = 0,089; & S\{b_0\} &= 0,298; \\
 |S\{b_i\}| &= \sqrt{S^2\{b_i\}}; & S^2\{b_i\} &= g_3 \cdot S^2\{Y\} = 0,0732 \cdot 0,54 = 0,039; & S\{b_i\} &= 0,197; \\
 |S\{b_{ij}\}| &= \sqrt{S^2\{b_{ij}\}}; & S^2\{b_{ij}\} &= g_4 \cdot S^2\{Y\} = 0,125 \cdot 0,54 = 0,0675; & S\{b_{ij}\} &= 0,259; \\
 |S\{b_{ii}\}| &= \sqrt{S^2\{b_{ii}\}}; & S^2\{b_{ii}\} &= g_7 \cdot S^2\{Y\} = 0,0695 \cdot 0,54 = 0,0038; & S\{b_{ii}\} &= 0,062;
 \end{aligned}$$

Значимость коэффициентов регрессии проверяем по критерию Стьюдента. Расчетное значение критерия Стьюдента:

$$\begin{aligned}
 t_R\{b_0\} &= \frac{|b_0|}{S\{b_0\}} = \frac{88,8}{0,298} = 297,98; & t_R\{b_1\} &= \frac{|b_1|}{S\{b_i\}} = \frac{0,739}{0,197} = 3,75; \\
 t_R\{b_2\} &= \frac{|b_2|}{S\{b_i\}} = \frac{0,185}{0,197} = 0,939; & t_R\{b_3\} &= \frac{|b_3|}{S\{b_i\}} = \frac{0,286}{0,197} = 1,451; \\
 t_R\{b_{12}\} &= \frac{|b_{12}|}{S\{b_{ij}\}} = \frac{0,025}{0,259} = 0,096; & t_R\{b_{13}\} &= \frac{|b_{13}|}{S\{b_{ij}\}} = \frac{0,1}{0,259} = 0,38; \\
 t_R\{b_{23}\} &= \frac{|b_{23}|}{S\{b_{ij}\}} = \frac{0,3}{0,259} = 1,158; & t_R\{b_{11}\} &= \frac{|b_{11}|}{S\{b_{ii}\}} = \frac{1,46}{0,062} = 23,54; \\
 t_R\{b_{22}\} &= \frac{|b_{22}|}{S\{b_{ii}\}} = \frac{0,84}{0,062} = 13,54; & t_R\{b_{33}\} &= \frac{|b_{33}|}{S\{b_{ii}\}} = \frac{0,93}{0,062} = 15;
 \end{aligned}$$

Расчетные значения критерия Стьюдента для коэффициентов сопоставляются с табличным значением

$$t_R > t_T; \quad t_T [P_D = 0,95; \quad f\{S_u^2 = 6 - 1 = 5\}] = 2,57; \quad (5.6)$$

Если заданное условие выполняется, то рассчитанные значения коэффициентов уравнения регрессии считаются значимыми, в противном случае, эти регрессионные коэффициенты считаются незначимыми и выводятся.

Таким образом, в результате расчета b_0 , b_1 , b_{12} , b_{11} , b_{22} и b_{33} коэффициенты считаются значимыми и расчеты продолжают с этими коэффициентами. При этом уравнение регрессии имеет вид:

$$Y = 88,8 + 0,739x_1 + 1,46x_1^2 - 0,84x_2^2 - 0,93x_3^2 \quad (5.7)$$

Для проверки адекватности полученных результатов используем критерий Фишера. Для этого сопоставляем расчетные и экспериментальные значения выходных факторов [144]:

Таблица 5.9

Результаты расчетов выходного фактора при помощи регрессионного уравнения

№	\bar{Y}_u	Y_R	$\bar{Y}_u - Y_R$	$(\bar{Y}_u - Y_R)^2$
1	86,6	86,56	0,04	0,0016
2	86,8	86,38	0,42	0,1764
3	87,1	86,84	0,26	0,0676
4	85,3	85,46	-0,16	0,0256
5	85,0	84,93	0,07	0,0049
6	84,8	85,16	-0,36	0,1296
7	84,6	85,11	-0,51	0,2601
8	84,0	84,14	-0,14	0,0196
9	86,8	85,91	0,89	0,7921
10	85,2	85,43	0,23	0,0529
11	87,0	86,73	0,27	0,0729
12	86,8	86,11	0,69	0,4761
13	87,1	86,65	0,45	0,2025
14	86,2	85,69	0,51	0,2601
15	88,9	88,80	0,1	0,01
16	88,7	88,80	-0,1	0,01
17	89,1	88,80	0,3	0,09
18	88,9	88,80	0,1	0,01
19	88,8	88,80	0	0
20	89,0	88,80	0,2	0,04
Сумма				2,702

Рассчитываем дисперсию выходного параметра:

$$S^2\{Y\} = \frac{\sum_{u=1}^{n_0} (\bar{Y}_u - Y_{Ru})^2}{n_0 - 1} = \frac{2,7}{5} = 0,54 \quad (5.8)$$

$$F_R = \frac{S_{a0}^2\{Y\}}{S^2\{Y\}} = \frac{S_{na0}^2\{Y\}}{S^2\{\bar{Y}\}}; \quad (5.9)$$

$$S_{ad}^2(Y) = \frac{\sum_{u=1}^N (\bar{Y}_u - Y_{Ru})^2 - \sum_{u=1}^{n_0} (\bar{Y}_u - Y_{Ru})^2}{N - n_0 - (n_0 - 1)} = \frac{2,7 - 0,15}{20 - 6 - (6 - 1)} = 0,283; \quad (5.10)$$

$$F_R = \frac{S_{ad}^2\{Y\}}{S^2\{Y\}} = \frac{0,283}{0,54} = 0,52; \quad (5.11)$$

Критерий Фишера находим по таблице [144; с. 183]:

$$F_T [P_D = 0,95; f\{S_{nad}\{Y\}\} = 20 - 6 - (6 - 1) = 9; f\{S_u^2\} = 6 - 1 = 5] = 3,48 \quad (5.12)$$

Следовательно, $F_R < F_T$, поэтому модель адекватна.

Коэффициенты в регрессионном уравнении выражают выходные факторы и имеют важное значение. Уравнение (5.7) неудобно для практических расчетов, поэтому переход с кодированных значений (x_1, x_2, x_3) к действительным значениям факторов (n, δ, c) осуществляется по следующим выражениям

$$x_1 = \frac{n - n_0}{\Delta n}; \quad x_2 = \frac{\delta - \delta_0}{\Delta \delta}; \quad x_3 = \frac{c - c_0}{\Delta c}; \quad (5.13)$$

где n_0, δ_0, c_0 – действительные значения основных уравнений, $\Delta n, \Delta \delta, \Delta c$ – промежуточные значения. Подставляя в формулу (5.13) значения n_0, c_0, δ_0 и $\Delta n, \Delta \delta, \Delta c$ получим:

$$x_1 = \frac{n - 6}{2}; \quad x_2 = \frac{\delta - 16}{2}; \quad x_3 = \frac{c - 3 \cdot 10^3}{10}; \quad (3.14)$$

Из выражения (5.14) получаем уравнение фактора в следующем виде:

$$M_z = -98,94 + 10,76n - 0,158n\delta - 0,0705nc + 12,37\delta + 1,515c - 0,352n^2 - 0,357\delta^2 - 0,0104c^2 \quad (5.15)$$

Зависимости очистительного эффекта от отдельных факторов согласно уравнению (3.15) показаны на рис. 5.14, 5.15, 5.16.

На рис 5.14 приведены графики зависимостей очистительного эффекта от количества граней сетчатой поверхности: первая кривая на графике соответствует нижним значениям δ и c , второй график – промежуточным, третий – верхним значениям.

Графики показывают, что при увеличении числа граней сетчатой поверхности от 3 до 9 очистительный эффект увеличивается, затем уменьшается [153, 154].

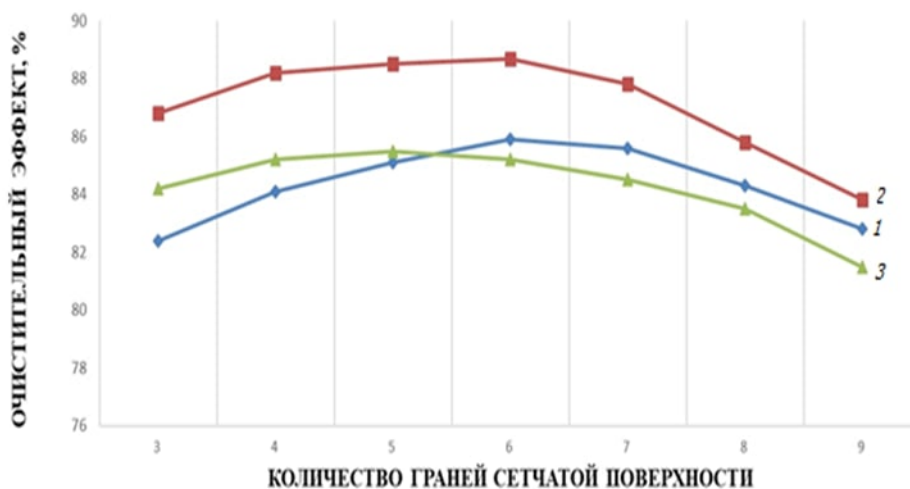


Рис. 5.14. График изменения очистительного эффекта в зависимости от количества граней сетчатой поверхности

Первый график на диаграмме рис. 5.14 определен при $\delta=14$ мм, $c=1,5 \cdot 10^3$ Н/м. При этом, когда количество граней равно трем, очистительный эффект был самым низким и составлял 82,4 %, при увеличении числа граней до 6, очистительный эффект повысился до 85,8 %, дальнейшее увеличение количества граней до 9 снижает очистительный эффект до 82,8%. Второй график определен при значении $\delta=16$ мм, $c=3 \cdot 10^3$ Н/м. При этом когда количество граней 3 очистительный эффект увеличивался и достиг самого высокого значения 87,0%, с увеличением граней до 6 очистительный эффект увеличивался на 88,2% при увеличении до 9 очистительный эффект снизился и составлял 83,6%. Третий график получен при экспериментах с высокими значениями $\delta=18$ мм, $c=4,5 \cdot 10^3$ Н/м изменениям количество граней. При этом, когда количество граней сетчатой поверхности было 3, эффективность очистки составляла 84,5%, с увеличением граней до 6 очистительный эффект увеличился на 85,2%. Анализ графиков показывает, что при меньших значениях количества граней очистительный эффект был небольшим, при

дальнейшем увеличении количества граней до среднего значения очистительный эффект повышался. В экспериментальных исследованиях с высокими значениями количества граней, т.е. при 9, в результате уменьшения сил в зоне очистки хлопка-сырца от мелкого сора, наблюдалось уменьшение очистительного эффекта. Когда количество граней было 6, достигнут наибольший очистительный эффект, который составлял 88,2%

На рис. 5.15 приведены графики зависимостей очистительного эффекта от зазора между колками барабана и сетчатой поверхностью.

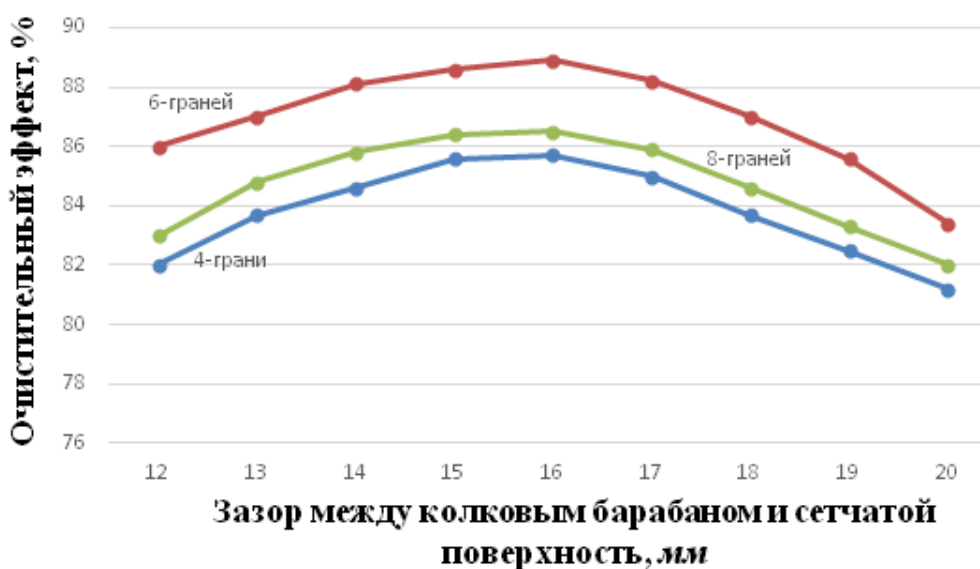


Рис.5.15. Графики изменения очистительного эффекта в зависимости от зазора между колками и сетчатой поверхностью

При увеличении зазора между колками барабана и сетчатой поверхностью от $\delta=12$ мм, $\delta=20$ мм получен график изменения очистительного эффекта. Кривая 1 при низких значениях n и c , т.е. $n=4$, $c=1,5 \cdot 10^3$ Н/м проведен результат эксперимента с изменением зазора между колками барабана и сетчатой поверхностью. При этом, когда зазор между колками и сетчатой поверхностью $\delta=12$ мм очистительный эффект 83,4%, когда $\delta=16$ мм, очистительный эффект был самым высоким, до 86 %. Однако при дальнейшем увеличении зазора $\delta=20$ мм, очистительный эффект снизился до 81,2 %. На кривой 2 показан характер изменения очистительного эффекта

при средних значениях $n=6$, $c=3 \cdot 10^3 \text{ Н/м}$. Когда, зазор между колками и сетчатой поверхностью $\delta=12 \text{ мм}$, очистительный эффект составлял 86,0%, а при $\delta=16 \text{ мм}$ увеличился до 88,9%, когда $\delta=20 \text{ мм}$ очистительный эффект снизился и составлял 83,4%. На третьем графике приведен результат изменения очистительного эффекта при высоких значениях δ и c , т.е. при $n=8$, $c=4,5 \cdot 10^3 \text{ Н/м}$. Когда зазор между колками и сетчатой поверхностью $\delta=12 \text{ мм}$, очистительный эффект составлял 83%, а при $\delta=16 \text{ мм}$ очистительный эффект увеличился до 87%, с увеличением $\delta=20 \text{ мм}$, наблюдалось снижение очистительного эффекта до 82,0%.

Полученные результаты и построенные графики показали, что при зазоре между колками и сетчатой поверхностью 15–16 мм достигается наибольший очистительный эффект.

На рис. 5.16 приведены графики влияния коэффициента жесткости резиновой втулки на опорах многогранной сетчатой поверхности на очистительный эффект. На графике кривая 1 получена при низких значениях n и δ , кривая 2 при средних и кривая 3 при высоких значениях. При этом изучено влияние коэффициента жесткости резиновой втулки, при увеличении от $c=1,5 \cdot 10^3 \text{ Н/м}$ до $c=4,5 \cdot 10^3 \text{ Н/м}$.

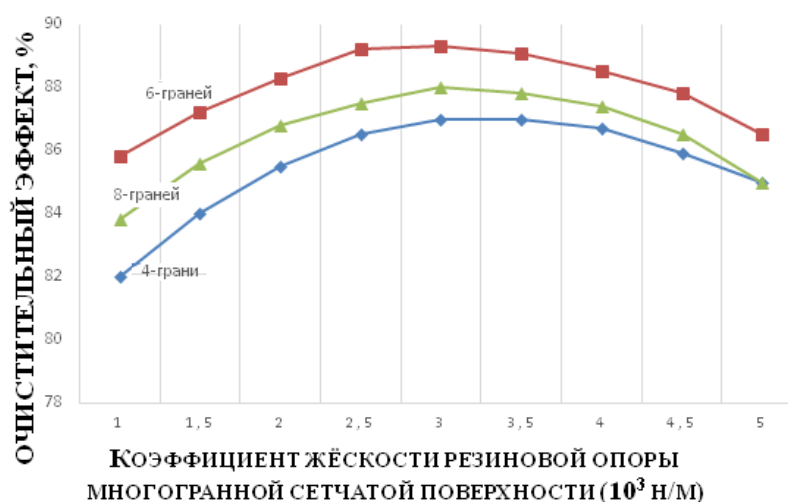


Рис.5.16. График изменения очистительного эффекта в зависимости от коэффициента жесткости резиновой опоры многогранной сетчатой поверхности

Проведен эксперимент при низких значениях $n=4$, $\delta=14$ мм с изменением коэффициента жесткости резиновой втулки. Когда жесткость резины составляла $c=1,5 \cdot 10^3 \text{ Н/м}$, очистительный эффект составлял 84,9%, при увеличении жесткости до $c=3 \cdot 10^3 \text{ Н/м}$, очистительный эффект увеличился до 87,2%. Дальнейшее увеличение коэффициента жесткости до $c=4,5 \cdot 10^3 \text{ Н/м}$ очистительный эффект снизился до 85,2%. На графике 2 диаграммы приведены результаты изучения очистительного эффекта при средних значениях $n=6$, $\delta=16$ мм. При низких значениях, $c=1,5 \cdot 10^3 \text{ Н/м}$ коэффициент жесткости резиновой опоры многогранной сетчатой поверхности очистительный эффект составлял 85,8%, а при жесткости $c=3 \cdot 10^3 \text{ Н/м}$ увеличился до 89,2 %, дальнейшее увеличение жесткости до $c=4,5 \cdot 10^3 \text{ Н/м}$ привело к уменьшению очистительного эффекта до 87,8 %. На графике 3 диаграммы приведены результаты экспериментов при высоких значениях, $n=8$, $\delta=18$ мм. Когда коэффициент жесткости резиновой опоры сетчатой поверхности составлял $c=1,5 \cdot 10^3 \text{ Н/м}$, очистительный эффект был 83,8%. При увеличении $c=3 \cdot 10^3 \text{ Н/м}$ очистительный эффект повысился до 88,0%, дальнейшее увеличение жесткости резиновой втулки до $c=4,5 \cdot 10^3 \text{ Н/м}$ очистительный эффект снизился до 85,2%

Анализ графиков свидетельствует о влиянии коэффициента жесткости резиновой втулки на очистительный эффект. Наибольший очистительный эффект достигается при коэффициенте жесткости резиновой втулки в пределах $(3-3,5) \cdot 10^3 \text{ Н/м}$.

Таким образом, на основе многофакторных экспериментов определены оптимальные значения параметров сетчатой поверхности. Рекомендуемые значения параметров: $n=6$, $\delta=15$ мм, коэффициент жесткости резиновой опоры сетчатой поверхности $c=3 \cdot 10^3 \text{ Н/м}$. При этих оптимальных значениях очистительный эффект машины УХК составляет 89,2%.

5.3. Экспериментальное исследование секции очистки от крупного сора сепарационно – очистительного агрегата

5.3.1. Измерение нагруженности и колебаний композитных колосников на упругих опорах

На основе анализа существующих конструкций колосников в главе 2 разработана новая конструкция колосниковой решетки очистителей хлопка от крупных сорных примесей. В главе 4 проведен теоретический анализ предложенных технических решений.

Новая колосниковая решетка очистителя хлопка содержит трубчатые композитные колосники, установленные в дугообразных боковинах посредством упругих втулок, в боковинах и в промежуточных кронштейнах.

Циклические воздействия на колосник способствуют появлению сложного колебания колосника и хлопка, в результате интенсифицируется выделение крупных сорных примесей из хлопка.

Важным является определение амплитуды и частоты колебаний композитных колосников на упругих опорах, которые непосредственно влияют на эффект очистки хлопка от крупного сора.

С целью изучения динамического и силового нагружения в рабочих режимах с применением современных методов и приборов измерения параметров машины и работы колосниковой решетки была изготовлена колосниковая решетка с композитными колосниками.

5.3.2. Методика проведения экспериментов и используемые измерительные устройства

Основной целью экспериментальных исследований является изучение характера колебательного движения композитных колосников, установленные на резиновых втулках в боковинах очистителя хлопка. При этом важным является изучение нагруженности колосников, амплитуды и частоты вынужденных колебаний колосников, на основе анализа которых можно

обосновать необходимые параметры колосника, упругой опоры и режимы очистки хлопка.

Для проведения сравнительных исследований была изготовлена колосниковая решетка с композитными колосниками, установленные на упругих опорах, общий вид которой представлены на рис.5.17.

Для увеличения жесткости колосниковой решетки на боковинах дополнительно закреплены прутки диаметром 16 мм и к ним на определенных расстояниях приварены кронштейны, на которых имеются направляющие втулки на которых одеты резиновые направляющие. В общей сложности колосниковая решетка имеет три кронштейна по всей длине, четыре пролета колосниковой решетки с расстоянием каждой секции 497 мм, на которые одеты резиновые втулки, через отверстие которых пропущены композитные прутки (трубы) диаметром 20 мм. Основные физико-механические свойства марки резин СКФ36, СКФ26 и СКФ260 и др. приведены в таблице 5.10.



а-при использовании композитных колосников на упругих опорах



б-при использовании металлических колосников

Рис.5.17. Рабочая зона очистителя хлопка от крупного сора

Таблица 5.10

Физико-механические свойства резин

№		Твердость по Шору	Условная прочность при расчетах	Относ. удлинение при разрыве	плотность	Жесткость при сжатии	
						$d - l$ C_l 10^4 Н/м	$d + l$ C_l 10^4 Н/м
1	1847	40^{+5}_{-5}	14,2	550	1500	4,5	2,6
2	НО-68	56^{+5}_{-5}	13,4	445	725	3,0	1,6
3	1338	70^{+5}_{-5}	12,2	360	430	2,2	1,3
4	СКФ 32	70-75	26-30	500	450	2,2	2,0
5	СКФ26	70-80	16-18	450	400	1,8	1,5
6	СКФ 260	100	20	500	400	2,2	1,8

Для получения максимально простой конструкции втулки отливались в виде трубок определенных размеров из разных сортов резины, имеющих свойства согласно таблице 5.6. Основные конструктивные размеры втулок

приведены в таблице 5.11. Общий вид конструкции резиновых втулок приведены на рис.5.18.

Таблица 5.11

Марка резины	СКФ36	СКФ26	СКФ260	1847
Наружный диаметр втулки мм.	26	26	26	26
Внутренний диаметр втулки мм.	20	20	20	20
Длина втулки. мм.	40	40	40	40



Рис.5.18. Резиновые втулки, для установки колосников в боковинах и промежуточных кронштейнах

В настоящее время колосники изготавливают из стальных прутков диаметром 20 мм. Они имеют большую жесткость, при которой нет возможности обеспечить необходимую амплитуду колебаний. Другим их недостатком является возможность появления искры при ударе по колоснику небольших камней, которые в небольшом количестве входят в состав сора. Это приводит к возгоранию хлопка.

Для устранения указанных недостатков нами предложено использовать колосники, изготовленные из композита. Технология получения прутков из композита аналогична технологии применяемой при производстве

композитных труб, имеющих широкое распространение в водоснабжении, канализации, а также в различных технологических машинах. В течении многих лет был приобретен опыт по производству композитных труб и прутков из поливинилхлорида (ПВХ), полиэтилена (ПЭ), полипропилена (ПП) и из стеклопластика.

Для изготовления колосников были исследованы полипропилен, полиэтилен, полиамиды. По соотношению «цена–качество» в качестве основы для изготовления колосников был принят полиамид (ПА).

В таблице 5.12 представлены основные характеристики прутков из ПА.

Таблице 5.12.

Техническая характеристика прутков из ПА

№	Диаметр прутка, мм	16	18	20	22	24
1	Механическая сила на изгиб прутка, Н (при $l=1000$ мм)	17	20	24	28	35
2	Максимальная рабочая температура, °С	70	80	85	90	95
3	Шероховатость поверхности, класс	7	7	7	7	7
4	Масса, кг ($l=1000$ мм)	0,5	0,58	0,72	0,80	0,95
5	Относительное удлинение при разрыве, в %	12,0	16	18	20	22
6	Предел текучести при растяжении, МПа	34,5	40	42	44	46
7	Сопротивление удару, царапина до 1,5–2,0 мм, (TIR)	не более 5%	не более 5%	не более 5%	не более 5%	не более 5%

Основным их недостатком является слабая устойчивость к царапинам, которые возникают при их взаимодействии с хлопком и сором. Для повышения устойчивости к царапинам в состав материала для колосников предложено ввести для 5% базальтового волокна со средней длиной 10 мм.

В результате этого был получен композиционный материал, отвечающий эксплуатационным требованиям [154, 155, 156].

Для проведения измерений параметров вибрации предложенных колосников использовалась компьютеризованная измерительно-

информационная система, которая включала в себя четырехканальный тензоусилитель УТ-4-1 и электронное устройство LTR-154, для ввода измерительной информации в компьютер. Общий вид и схема измерительного устройства приведены на рис. 5.19 и 5.20.



Рис. 5.19. Общий вид экспериментальной установки

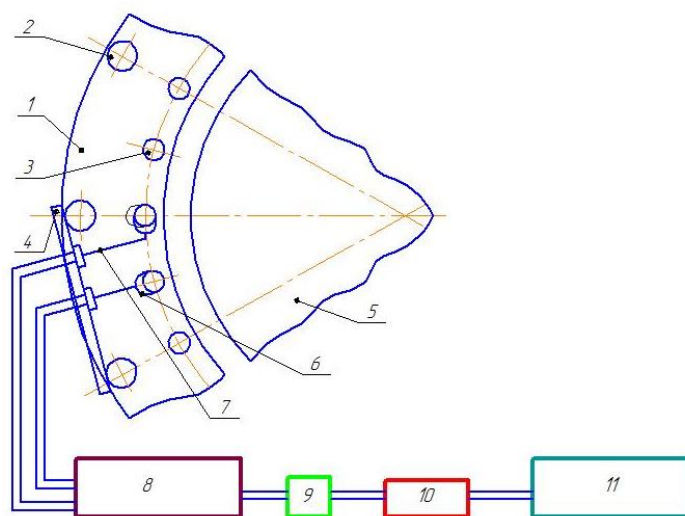


Рис.5.20. Схема измерения перемещений (колебаний) колосников по двум координатам

1– боковины крепления колосниковой решетки, 2– стальные прутки, 3– колосники, 4–кронштейн крепления динамических датчиков, 5–пильчатый барабан, 6–динамический датчик перемещений по оси УУ. 7– динамический датчик перемещений по оси ХХ, 8–Усилитель высокой частоты, 9– модулятор, 10 – АЦП, 11- ЭВМ.

На рис.5.21 показано место установки датчиков колебаний на колосниковой решетке. Конструктивно измерительное устройство [155, 156] для измерения колебаний колосников изготовлено автономно и имеет возможность перемещения вдоль колосниковой решетки, что позволяет измерять колебания элементов колосниковой решетки по всей ширине вдоль машины.



Рис.5.21. Расположение измерительного устройства в рабочей зоне машины

На рис.5.22. приведена конструктивная схема датчиков перемещения по осям ХХ и УУ.

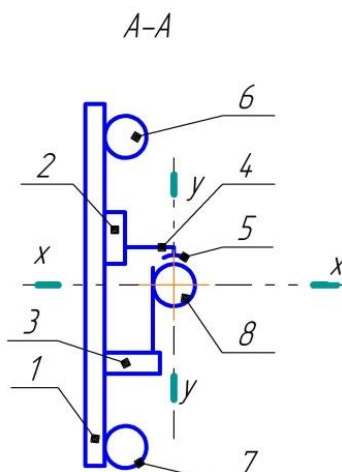


Рис.5.22. Схема измерения перемещений и координаты расположения измерительных динамических датчиков.

1– кронштейн; 2–механизм перемещения для установки датчиков относительно колосников по оси УУ; 3–динамическете датчики перемещений по оси ХХ; 4– датчики перемещений по оси ХХ; 5-адаптер; 6,7– металлические прутки крепления. 8- композитные колосники.

Тарировка датчиков для измерения колебаний композитных колосников по осям X и Y приведена в приложении П.1.2. диссертации. На рис.5.23 представлен общий вид тарировочного стенда [155].

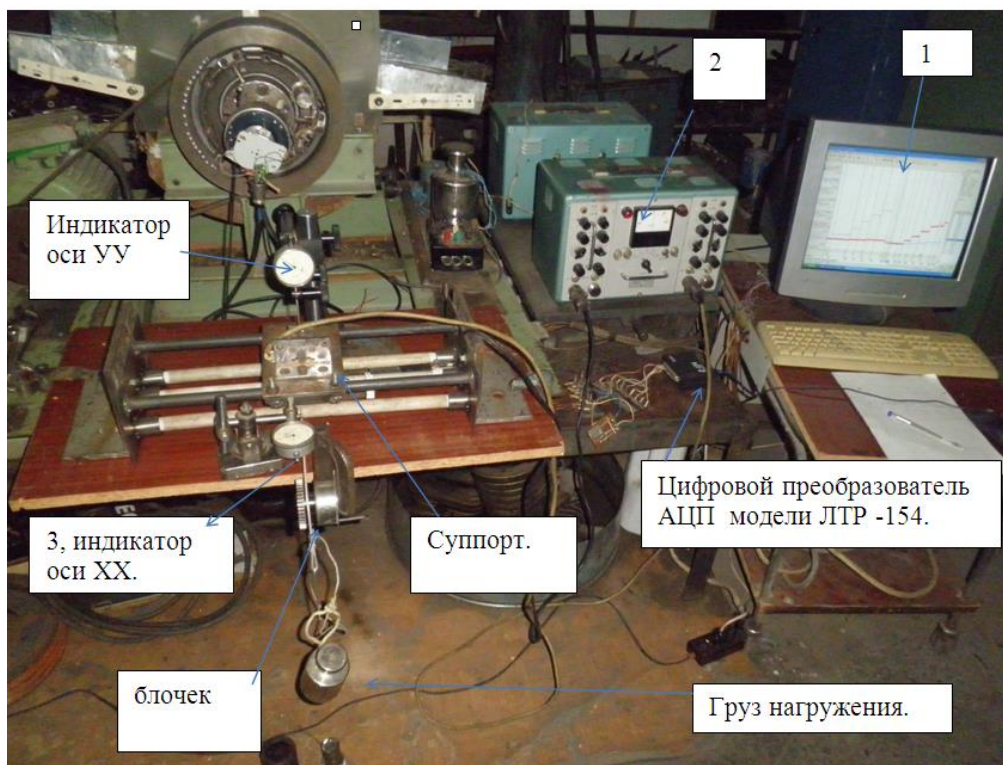


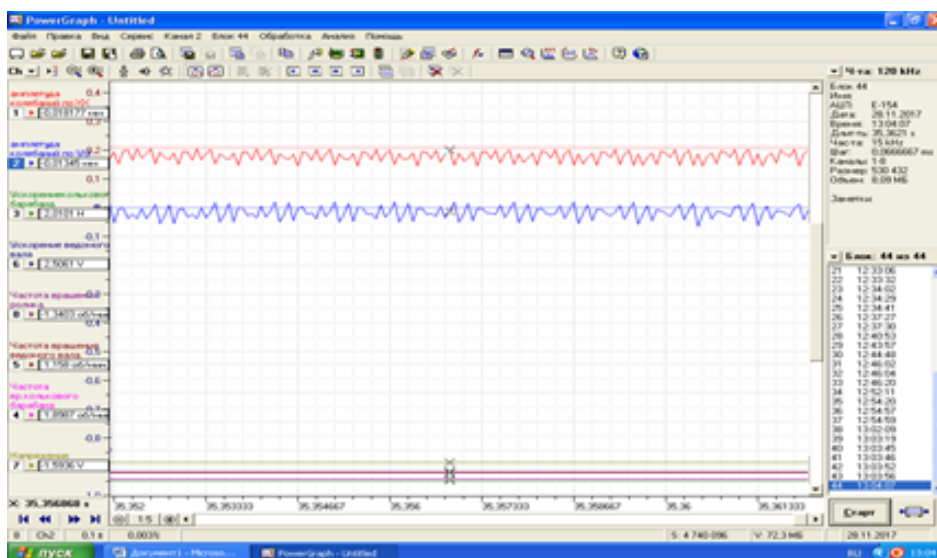
Рис.5.23. Общий вид установки при тарировке датчиков

5.3.3. Анализ результатов измерения нагруженности и колебаний КОМПОЗИТНЫХ КОЛОСНИКОВ

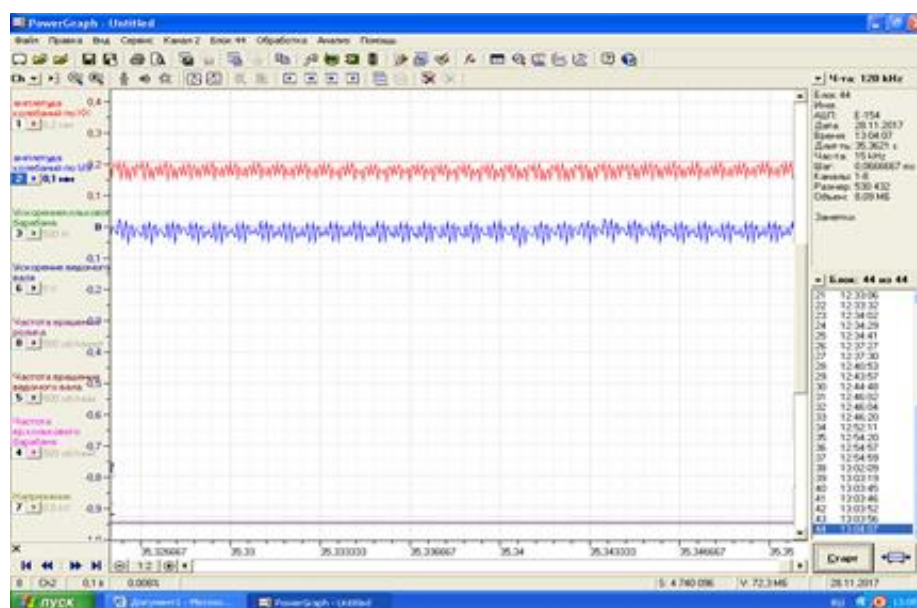
Эксперименты проводились в производственных условиях на Карасувском хлопкозаводе Ташкентской области Республики Узбекистан. При этом измерение колебаний колосников проводили как для композитных колосников на упругих опорах, так и для серийных колосников.

Известно, что технологическая нагрузка со стороны хлопка на металлические колосники, установленные жестко в боковинах мало деформируют колосники, так как она не превышает 18,0–22,0 Н. Поэтому в существующей конструкции колосниковой решетки колосники неподвижные, очистительный эффект невысокой. Вибрация колосников происходит вместе с очистительным агрегатом за счет неуравновешенных масс в приводе

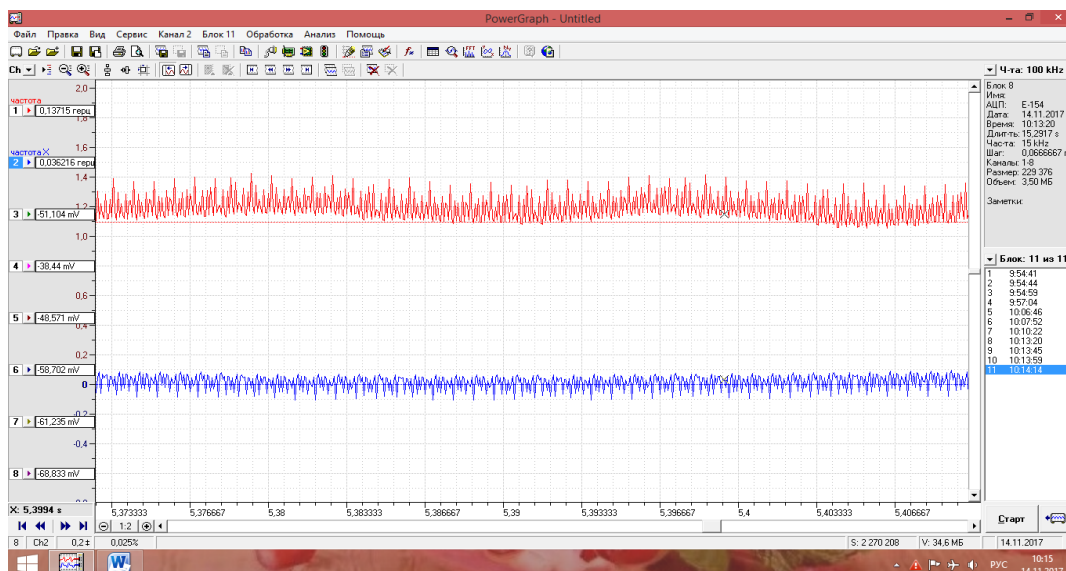
машины. На рис. 5.24 представлены осциллограммы перемещений колосника серийной конструкции по осям X и Y. Анализ осциллограмм показывает, что амплитуда колебаний колосника по осям X и Y доходит до $0,05 \cdot 10^{-3}$ м при частоте вращения пильчатого барабана 270 об/мин и производительности 5,0 т/ч, а с увеличением частоты вращения пильчатого барабана до 320 об/мин и производительности до 7,0 т/ч частота колебаний серийного колосника увеличивается и соответствует 30–70 Гц, а амплитуда колебаний по оси X доходит до 0,2 мм (см. рис. 5.24 а, б, в).



а – n=270 об/мин; П=5,5 т/ч



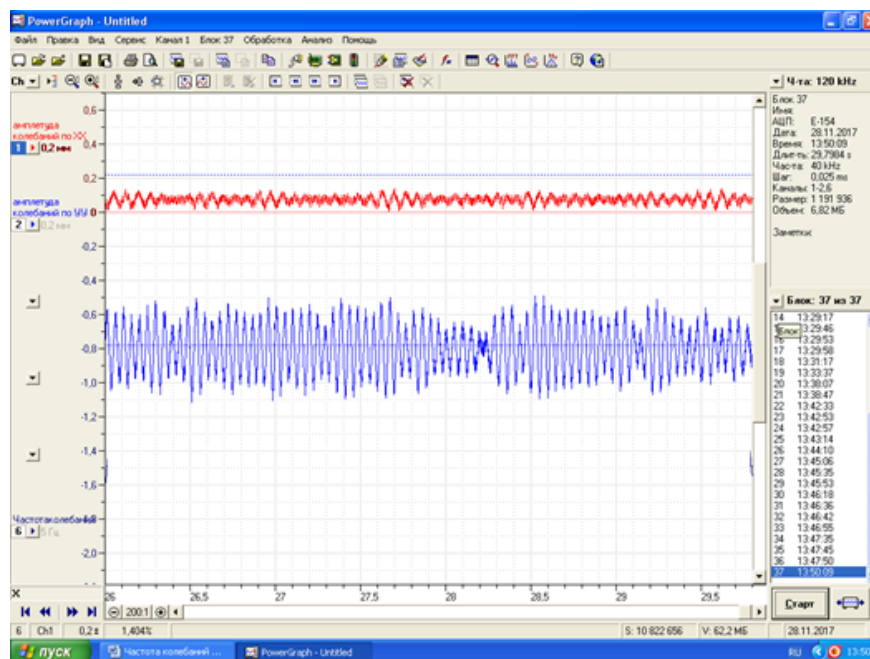
б – n=300 об/мин; П=6,5 т/ч



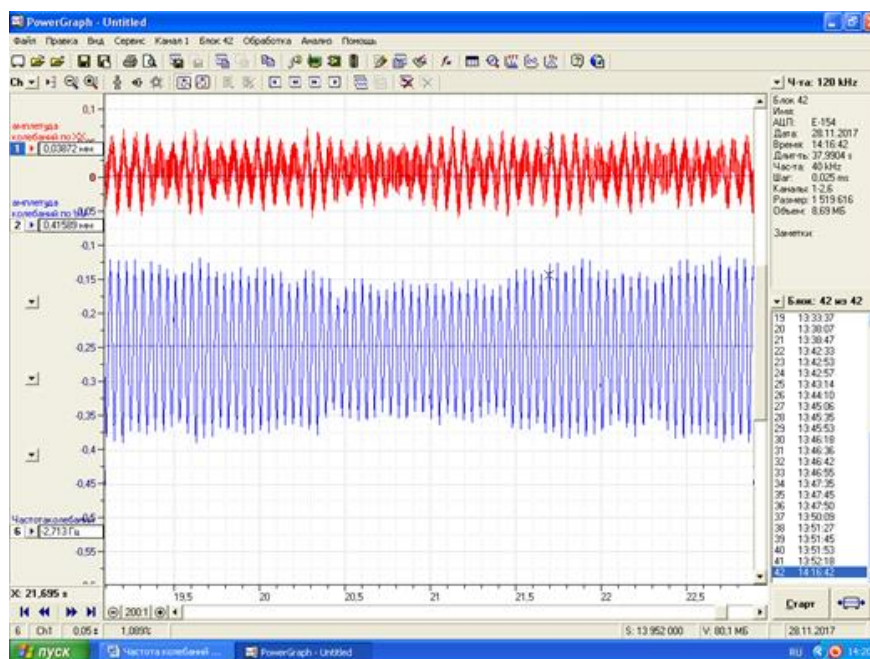
в – $n=310$ мин/мин; $\Pi=8,0$ т/ч

Рис.5.24. Осциллограммы, характеризующие колебания серийного колосника

На рис.5.25 представлены осциллограммы, характеризующие колебания композитного колосника по осям X и Y. Так, при частоте вращения пильчатого барабана 300 об/мин, производительности машины 5,0 т/ч и жесткости резиновых опор колосников $1,8 \cdot 10^4$ Н/м размах колебаний композитного колосника по оси Y доходит до $0,55 \cdot 10^{-3}$ м, а по оси X фактически колосник не колеблется (см. рис. 5.25 а). С возрастанием производительности очистителя хлопка до 7,0 т/ч и частоты вращения пильчатого барабана до 310 об/мин при жесткости резиновых опор амплитуда колебаний композитного колосника при $c=1,4 \cdot 10^4$ Н/м увеличивается до $0,6 \cdot 10^{-3}$ м по оси X, а по оси Y размах колебаний композитного колосника на упругой опоре доходит до $3,0 \cdot 10^{-3}$ м.



а – при $n=300$ об/мин; $\Pi=5,5$ т/ч, $c=1,6 \cdot 10^4$ Н/М



б – при $n=310$ об/мин; $\Pi=7,5$ т/ч, $c=1,5 \cdot 10^4$ Н/М

Рис.5.25. Осциллограммы, характеризующие колебания композитного колосника на упругих опорах

На основе обработки осциллограмм были построены графические зависимости изменения колебаний колосников обоих вариантов по осям X и Y от изменения нагрузки от очищаемого хлопка-сырца, которые представлены

на рис.5.26. ΔX и ΔY имеют нелинейный характер. Важным является значение ΔY для композитного колосника, который непосредственно влияет на эффект очистки хлопка-сырца от крупного сора. Так, при увеличении нагрузки от 5,0 Н до 23,0 Н размах колебаний в существующем варианте колосника ΔX и ΔY не превышают $0,5 \cdot 10^{-3}$ м. При этом размах колебаний композитного колосника на упругих опорах по оси X достигает $1,0 \cdot 10^{-3}$ м, а по оси Y достигает до $3,15 \cdot 10^{-3}$ м. При этом композитные колосники колеблются по вертикали с амплитудой $1,575 \cdot 10^{-3}$ м и с частотой в 6,5–15,5 раз превышающей частоту вращения пильчатого барабана. Это означает, что в процессе работы очистителя при одном обороте пильчатого барабана в среднем 6,5–15,5 раз протаскиваемый пыльным цилиндром летучки хлопка-сырца ударяются о колосник, то есть частота вынужденных колебаний композитных колосников достигает до 30–70 Гц.

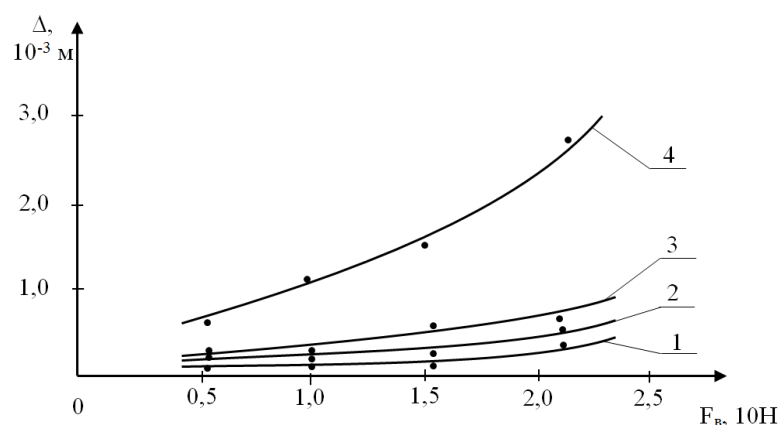
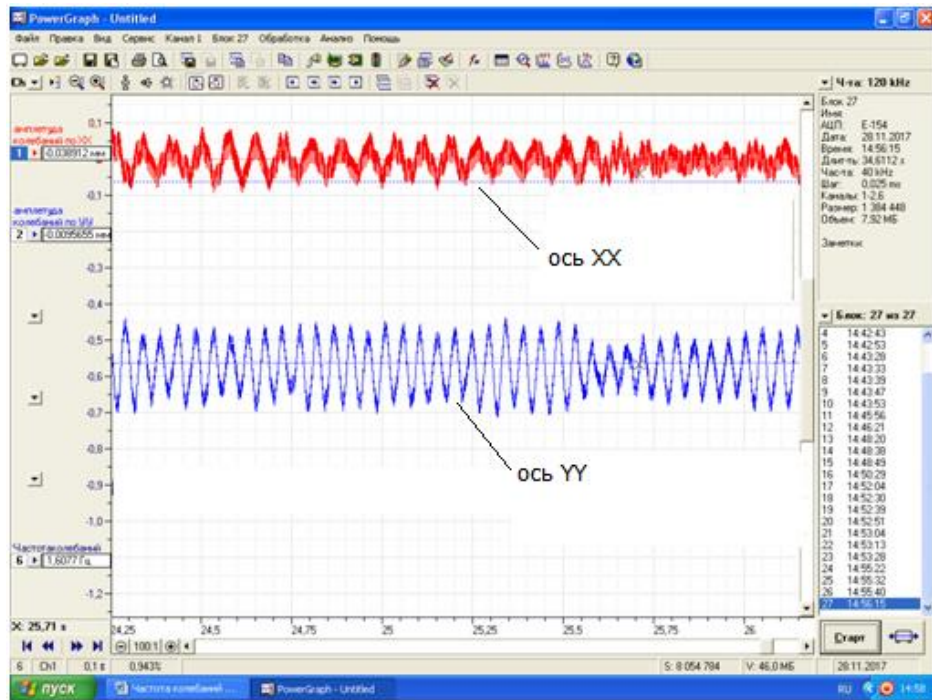


Рис.5.26. Изменение размаха колебаний колосников от нагрузки со стороны очищаемого хлопка-сырца

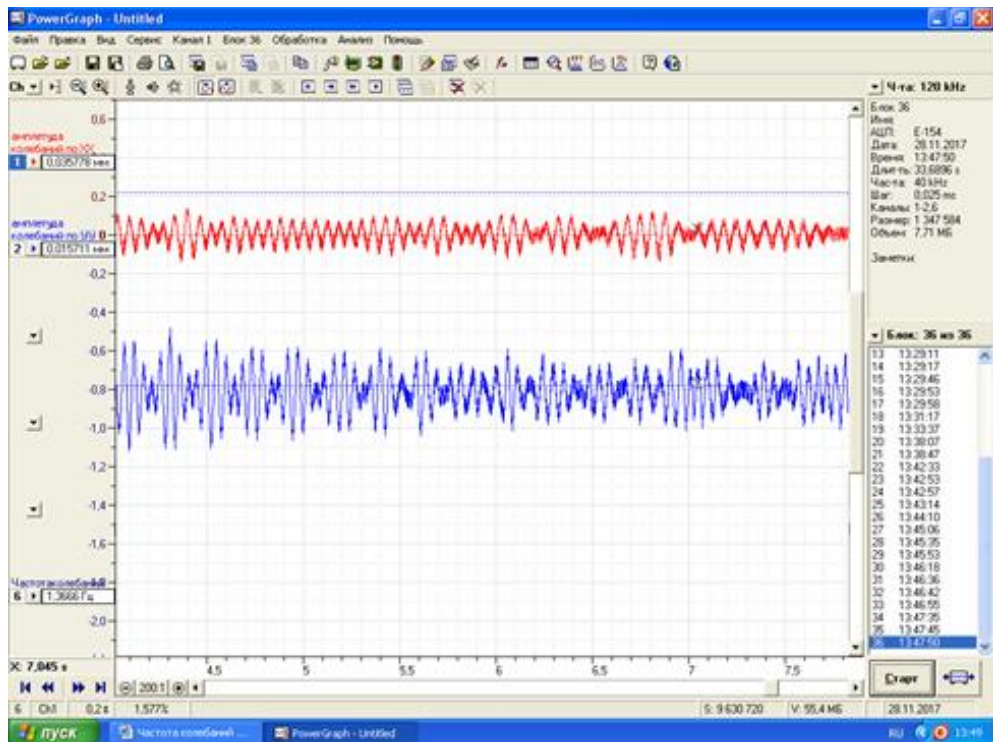
1,2 – для металлического (серийного) варианта колосника; 3,4 – для композитного колосника на упругих опорах.

Из механики машин известно, что увеличение жесткости упругих элементов приводит к снижению амплитуды колебаний. На рис. 5.27 представлены образцы осциллограмм, характеризующие колебания композитного колосника при различных значениях коэффициента жесткости

резиновых втулок, через которые колосники установлены в боковинах очистителя.



а – при $c=2,15 \cdot 10^4$ Н/м $n=310$ об/мин; $\Pi=7,0$ т/ч,



б – при $c=2,5 \cdot 10^4$ Н/м $n=310$ об/мин; $\Pi=7,0$ т/ч,

Рис. 5.27. Образцы осциллограмм колебаний колосников

Анализ осциллограмм на рис.5.27 показывает, что возрастание коэффициента жесткости резиновых втулок опор композитных колосников приводит к значительному уменьшению амплитуды колебаний колосника как по оси X, так и по оси Y. Уменьшение жесткости упругих опор (см. рис. 5.27) приводит к увеличению амплитуды колебаний композитных колосников. При этом амплитуда колебаний возрастает до $0,6 \cdot 10^{-3}$ м по оси X и до $2,15 \cdot 10^{-3}$ м по оси Y при производительности машины 5,0 т/ч.

На основе обработки полученных осциллограмм были построены графические зависимости изменения колебаний композитного колосника от увеличения коэффициента жесткости резиновых упругих опор колосника, которые приведены на рис.5.28. Из графиков видно, что при увеличении коэффициента жесткости резиновой втулки от $1,2 \cdot 10^4$ Н/м до $2,15 \cdot 10^4$ Н/м амплитуда колебаний композитных колосников по оси X уменьшается от $0,67 \cdot 10^{-3}$ м до $0,18 \cdot 10^{-3}$ м, а амплитуда колебаний колосника по оси Y снижается от $2,25 \cdot 10^{-3}$ м до $0,58 \cdot 10^{-3}$ м по нелинейной закономерности. Экспериментальными исследованиями выявлено, что максимальный эффект очистки хлопка-сырца по крупному сору достигается при амплитуде колебаний композитного колосника в пределах $(1,7-2,0) \cdot 10^{-3}$ м. Поэтому для рассматриваемого случая рекомендуемыми значениями коэффициента жесткости резиновой втулки опоры колосника являются $(1,6-2,0) \cdot 10^4$ Н/м (марка резины СКФ 32).

Важным являются исследования по определению частоты колебаний [157, 158,] композитных колосников. На рис. 5.28 приведены графические зависимости изменения частоты колебаний по оси Y композитного колосника от увеличения коэффициента жесткости упругой опоры.

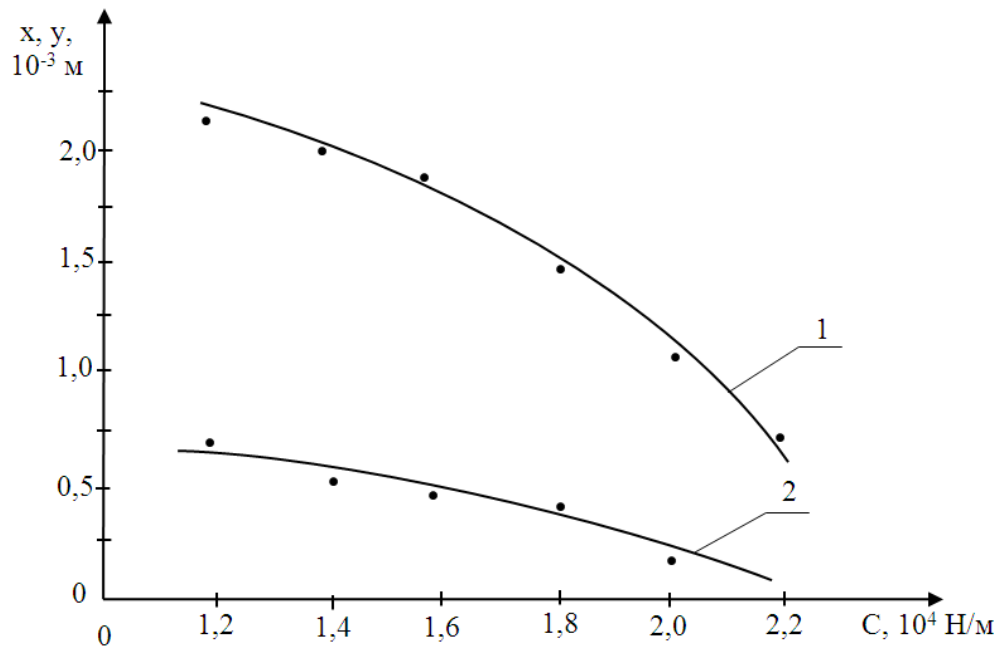


Рис.5.28. Зависимости изменения амплитуды колебаний композитного колосника от изменения коэффициента жесткости упругой опоры
 1- $y=f(c)$; 2- $x=f(c)$; при $n=290$ об/мин; $\Pi=7,0$ т/ч.

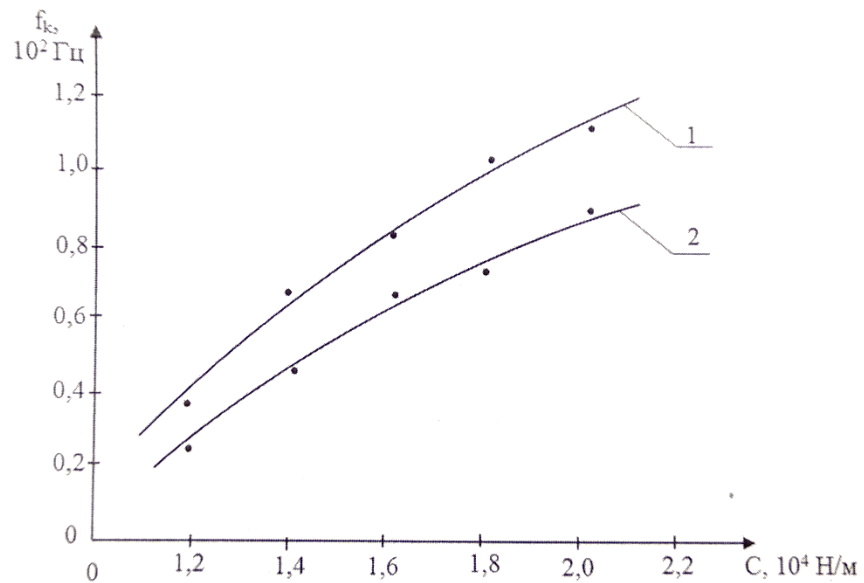


Рис.5.29. Графические зависимости изменения частоты колебаний композитного колосника от изменения коэффициента жесткости упругой опоры
 1-при $n=280$ об/мин, $\Pi=5,0$ т/ч; 2-при $n=310$ об/мин; $\Pi=7,0$ т/ч

Следует отметить, что увеличение коэффициента жесткости упругой опоры от $1,2 \cdot 10^4$ Н/м до $2,15 \cdot 10^4$ Н/м приводит к возрастанию частоты колебаний композитного колосника при $n=280$ об/мин и $\Pi=5,0$ т/ч по нелинейной закономерности от $0,2 \cdot 10^2$ Гц до $0,92 \cdot 10^2$ Гц, а при $n=310$ об/мин и $\Pi=7,0$ т/ч частота колебаний по оси Y доходит до $1,22 \cdot 10^2$ Гц. Наиболее высокий эффект очистки хлопка-сырца от крупного сора получается при (45–75) Гц. С учетом этого, наиболее подходящим значением коэффициента жесткости является $(1,6–2,0) \cdot 10^4$ Н/м, при этом частота колебаний колосника по оси Y будет составлять $(0,8–1,1) \cdot 10^2$ Гц.

Из анализа полученных результатов выявлено, что на частоту колебаний композитных колосников на упругих опорах также влияет частота вращения пильчатого барабана. При этом протаскиваемые пильным цилиндром летучки хлопка-сырца, соударяясь с композитными колосниками, формируют вынужденные колебания колосников. На рис. 5.30 приведены закономерности изменения частоты вынужденных колебаний композитных колосников от увеличения частоты вращения пильчатого барабана. С увеличением частоты вращения пильчатого барабана от $0,5 \cdot 10^2$ об/мин до $3,1 \cdot 10^2$ об/мин приводит к возрастанию частоты колебаний колосников при $c=1,4 \cdot 10^4$ Н/м от $0,125 \cdot 10^2$ Гц до $0,52 \cdot 10^2$ Гц, а при $c=2,2 \cdot 10^4$ Н/м и $\Pi=7,0$ т/ч частота вынужденных колебаний композитных колосников доходит до $1,28 \cdot 10^2$ Гц. Поэтому для увеличения частоты колебаний колосников наиболее эффективным является увеличение частоты вращения пильчатого барабана. Но при этом могут увеличиться процент поврежденности волокон и семян хлопка за счет возрастания сил удара о колосники. Поэтому частоту вращения пильчатого барабана необходимо установить в пределах $(3,0–3,15) \cdot 10^2$ об/мин.

Важными являются исследования изменения зазора между пильным цилиндром и композитными колосниками очистителя хлопка от крупного сора.

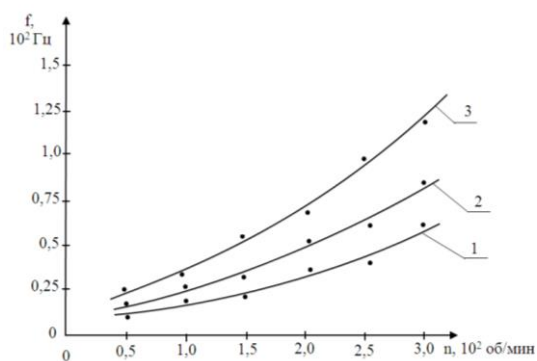


Рис.5.30. Графические зависимости изменения частоты вынужденных колебаний композитного колосника от вариации частоты вращения пильчатого барабана

1-при $c=1,4 \cdot 10^4 \text{ Н/м}$; 2-при $c=1,8 \cdot 10^4 \text{ Н/м}$; 3-при $c=2,2 \cdot 10^4 \text{ Н/м}$; при $\Pi=7,0 \text{ т/ч}$

На основе обработки осциллограмм построены графические зависимости амплитуды колебаний колосника от изменения зазора, который представлен на рис. 5.31.



Рис.5.31. Зависимость амплитуды колебаний колосника от зазора между пильным цилиндром и колосником

Для определения рекомендуемого значения зазора между пильным цилиндром и колосниками проводился полный факторный эксперимент.

5.3.4. Влияние технологических параметров очистителя крупного сора на качество очистки хлопка-сырца

Для исследования работоспособности предложенной конструкции колосников, установленных на машине УХК, проведен полный факторный эксперимент. Имеются ряд зарубежных литературных источников, интернет материалы, в которых оцениваются качественные показатели семян и хлопка при переработке хлопка-сырца.

Входными параметрами эксперимента являются:

1. Коэффициент жесткости резиновых втулок, установленных на опорах композитных колосников – c , Н/м
2. Производительность машины – Π , т/час
3. Зазор между колосником и пильчатым барабаном – δ , мм.

При проведении опытов в качестве выходного параметра выбран очистительный эффект $У$.

5.3.5. Порядок проведения исследований

При проведении экспериментальных замеров для повышения точности замеров и исключения ошибок, сравнительная оценка производилась с параметрами стандартной машины.

При проведении исследований выбран полный факторный эксперимент [144] (далее ПФЭ) 2^3 .

Все выделенные основные факторы варьируются на двух уровнях (+1 и -1), а число опытов равно $2^3 = 8$. После выбора основных факторов и их уровней варьирования было определено, по каким основным выходным параметрам можно судить и оценивать работу, а также оптимизировать технологические и конструктивные параметры очистителя с рекомендуемой композитной колосниковой решеткой с упругими резиновыми втулками. На основании такого анализа была составлена матрица планирования, которая представлена в таблицах 5.14 и 5.15. В таблице 5.13 приведены уровни варьирования факторов.

Действительные значения факторов кодировали по формуле;

$$X_1=(c-1,5)/0,5; X_2=(\Pi-6)/1; X_3=(\delta-14)/2;$$

Точность и достоверность результатов эксперимента во многом зависит от точности контроля всех входных и выходных параметров и их постоянства. Поэтому проведению каждого опыта предшествовала подготовка с многократным контролем входных и выходных параметров очистителя хлопка от крупного сора. Полученные результаты представлены в таблицах 5.14 и 5.15.

Таблица 5.13

Наименование фактора	Кодированные обозначения	Значения факторов.			Интервал варьирования
		-1	0	+1	
Жесткость резиновой втулки, c 10^4 Н/м	X_1	1,0	1,5	2,0	0,5
Производительность машины Π , т/час.	X_2	5	6	7	1
Зазор между колосником и пильным цилиндром δ , 10^{-3} м	X_3	12	14	16	2

Результаты экспериментов для композитной колосниковой решётки при использовании Π сорта хлопка-сырца.

Таблица 5.14

№.	X_1	X_2	X_3	Y_1	Y_2	Y_3	$Y_{cp.}$	$S^2[Y]$
1	-	-	-	82,5	81,7	81,8	82,00	0,190
2	+	-	-	89,8	89,7	89,5	89,67	0,023
3	-	+	-	85,8	85,1	84,3	85,07	0,563
4	+	+	-	82,4	82,6	82,8	82,60	0,040
5	-	-	+	81,8	82,5	82,5	82,27	0,163
6	+	-	+	86,8	87,8	87,9	87,50	0,370
7	-	+	+	83,4	83,1	82,9	83,13	0,063
8	+	+	+	80,8	80,2	80,1	80,37	0,143

Определяем дисперсию из следующего выражения [157; с. 5-12].

$$S^2[Y] = \frac{\sum_{u=1}^8 Y_u}{m-1}; \quad (5.16)$$

где m – число опытов проведенных в одинаковых условиях.

Значения дисперсии приведены в таблицах 5.9 и 5.10.

Рассчитываем критерий Кохрена по формуле [144, 182-с].

$$G_p = S^2[Y] / \sum_{i=1}^x S_i^2(Y) = 42,28/166,16 = 0,2544 \quad (5.17)$$

Для вероятности $q=0,05$ из таблицы [144, 157] выбираем коэффициент Кохрена для $N=8$, $m=5$ $G_{таб.} = 0,7043$.

Так как $G_p < G_{таб}$ можно считать, что дисперсия однородна.

$$b_0 = \frac{1}{8} (82 + 89,67 + 85,07 + 82,6 + 82,27 + 87,5 + 83,13 + 80,37) = 80,1$$

$$b_1 = \frac{1}{8} (-82 + 89,67 - 85,07 + 82,6 - 82,27 + 87,5 - 83,13 + 80,37) = 0,95$$

$$b_2 = \frac{1}{8} (-82 - 89,67 + 85,07 + 82,6 - 82,27 - 87,5 + 83,13 + 80,37) = -1,28$$

$$b_3 = \frac{1}{8} (-82 - 89,67 - 85,07 - 82,6 + 82,27 + 87,5 + 83,13 + 80,37) = -0,76$$

$$b_{12} = \frac{1}{8} (82 - 89,67 - 85,07 + 82,6 + 82,27 - 87,5 - 83,13 + 80,37) = -2,26$$

$$b_{13} = \frac{1}{8} (82 - 89,67 + 85,07 - 82,6 - 82,27 + 87,5 - 83,13 + 80,37) = -0,34$$

$$b_{23} = \frac{1}{8} (82 + 89,67 - 85,07 - 82,6 - 82,27 - 87,5 + 83,13 + 80,37) = -0,28$$

$$b_{123} = \frac{1}{8} (-82 + 89,67 + 85,07 - 82,6 + 82,27 - 87,5 - 83,13 + 80,37) = 0,26$$

Рассчитаем дисперсию коэффициента регрессии

$$S^2\{b_i\} = \frac{1}{N} S^2\{\bar{Y}\} = 0,0081, \quad S\{b_i\} = 0,08999$$

$$\text{где } S^2\{\bar{Y}\} = \frac{1}{mN} S^2\{Y\}$$

Расчётные значения критерия Стьюдента

$$t_R\{b_i\} = \frac{|b_i|}{S\{b_i\}}$$

$$t_R\{b_1\} = \frac{0,95}{0,08999} = 10,65$$

$$t_R\{b_2\} = \frac{-1,28}{0,08999} = -14,26$$

$$t_R\{b_3\} = \frac{-0,76}{0,08999} = -8,43$$

$$t_R\{b_{12}\} = \frac{-2,26}{0,08999} = -25,18$$

$$t_R\{b_{13}\} = \frac{-0,34}{0,08999} = -3,79$$

$$t_R\{b_{23}\} = \frac{-0,28}{0,08999} = -3,15$$

$$t_R\{b_{123}\} = \frac{0,26}{0,08999} = 2,98$$

В результате обработки полученных результатов получены уравнения регрессии для II- сорта хлопка:

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_{12}X_1X_2 + b_{13}X_1X_3 + b_{23}X_2X_3 + b_{123}X_1X_2X_3 \quad (5.18)$$

$$Y = 80,1 + 0,95X_1 - 1,28X_2 - 0,76X_3 - 2,26X_1X_2 \quad (5.19)$$

Результаты экспериментов для композитной колосниковой решётки при использовании IV сорта хлопка-сырца.

Таблица 5.15

№.	X ₁	X ₂	X ₃	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y _{ср}	S ² [Y]
1	-	-	-	82,8	81,7	81,8	82,10	0,370
2	+	-	-	85,8	86,1	85,5	85,80	0,090
3	-	+	-	78,8	78,1	77,3	78,07	0,563
4	+	+	-	82,4	81,6	81,8	81,93	0,173
5	-	-	+	80,2	81,1	80,9	80,73	0,223
6	+	-	+	77,8	77,2	75,2	76,73	1,853
7	-	+	+	78,7	78,5	77,3	78,17	0,573
8	+	+	+	77,8	77,5	76,5	77,27	0,463

Определяем дисперсию из следующего выражения.

$$S^2[Y] = \frac{\sum_{u=1}^8 Y_u}{m-1}; \quad (5.20)$$

где m – число опытов, проведенных в одинаковых условиях.

Значения дисперсии приведены в таблицах 5.14 и 5.15.

Рассчитываем критерий Кохрена по формуле [144].

$$G_p = S^2[Y] / \sum_{i=1}^x S_i^2(Y) = 42,28/166,16 = 0,2544 \quad (5.21)$$

Для вероятности $q=0,05$ из таблицы [144, 157] выбираем коэффициент Кохрена для $N=8$, $m= 5$ $G_{таб.} = 0,7043$.

Так как $G_p < G_{таб}$ можно считать, что дисперсия однородна.

$$b_0 = \frac{1}{8}(82,10 + 85,80 + 78,07 + 81,93 + 80,73 + 76,73 + 78,17 + 77,27) \\ = 80,1$$

$$b_1 = \frac{1}{8}(-82,10 + 85,80 - 78,07 + 81,93 - 80,73 + 76,73 - 78,17 + 77,27) \\ = 0,33$$

$$b_2 = \frac{1}{8}(-82,10 - 85,80 + 78,07 + 81,93 - 80,73 - 76,73 + 78,17 + 77,27) \\ = -1,24$$

$$b_3 = \frac{1}{8}(-82,10 - 85,80 - 78,07 - 81,93 + 80,73 + 76,73 + 78,17 + 77,27) \\ = -1,87$$

$$b_{12} = \frac{1}{8}(82,10 - 85,80 - 78,07 + 81,93 + 80,73 - 76,73 - 78,17 + 77,27) \\ = 0,40$$

$$b_{13} = \frac{1}{8}(82,10 - 85,80 + 78,07 - 81,93 - 80,73 + 76,73 - 78,17 + 77,27) \\ = -1,55$$

$$b_{23} = \frac{1}{8}(82,10 + 85,80 - 78,07 - 81,93 - 80,73 - 76,73 + 78,17 + 77,27) \\ = 0,73$$

$$b_{123} = \frac{1}{8}(-82,10 + 85,80 + 78,07 - 81,93 + 80,73 - 76,73 - 78,17 + 77,27) \\ = 0,36$$

Рассчитаем дисперсию коэффициента регрессии

$$S^2\{b_i\} = \frac{1}{N} S^2\{\bar{Y}\} = 0,022438, \quad S\{b_i\} = 0,149792$$

$$\text{где } S^2\{\bar{Y}\} = \frac{1}{mN} S^2\{Y\}$$

Расчётные значения критерия Стьюдента $t_R\{b_i\} = \frac{|b_i|}{S\{b_i\}}$

$$t_R\{b_1\} = \frac{0,33}{0,149792} = 2,20$$

$$t_R\{b_2\} = \frac{1,24}{0,149792} = 8,27$$

$$t_R\{b_3\} = \frac{1,87}{0,149792} = 12,51$$

$$t_R\{b_{12}\} = \frac{0,4}{0,149792} = 2,72$$

$$t_R\{b_{13}\} = \frac{1,55}{0,149792} = 10,39$$

$$t_R\{b_{23}\} = \frac{0,73}{0,149792} = 4,9$$

$$t_R\{b_{123}\} = \frac{0,36}{0,149792} = 2,45$$

В результате обработки полученных результатов получены уравнение регрессии для IV- сорта хлопка:

$$Y = 80,1 + 0,93X_1 - 1,24X_2 - 1,87X_3 + 0,4X_1X_2 + 0,73X_2X_3 \quad (5.22)$$

Проверка полученных уравнений (5.19) и (5.22) по критерию Фишера показала их адекватность.

Рассмотрим влияние факторов на выходной параметр, то есть на очистительный эффект. Анализ уравнения регрессии показывает, что основное влияние на эффективность очистки Y оказывает жесткость резиновых втулок (x_1), производительность (x_2), зазор между колосником и пильчатым барабаном (x_3) и взаимодействия факторов (x_1x_3 , x_2x_3 , $x_1x_2x_3$).

Для исследования этих зависимостей проведен численный расчет кривых по уравнению регрессии при различных значениях основных факторов [159-169].

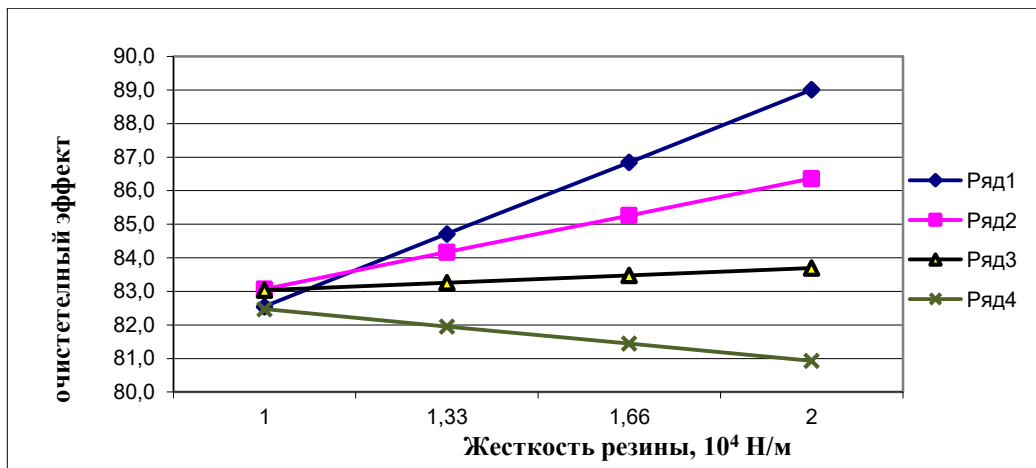
5.3.6. Результаты проведенных опытов и анализ уравнений регрессии

Результаты расчетов после обработки представлены в виде графиков (рис. 5.32.). На рис. 5.32, а приведены зависимости эффективности очистки хлопка от жесткости резины, где даны четыре кривые $y=y(x)$.

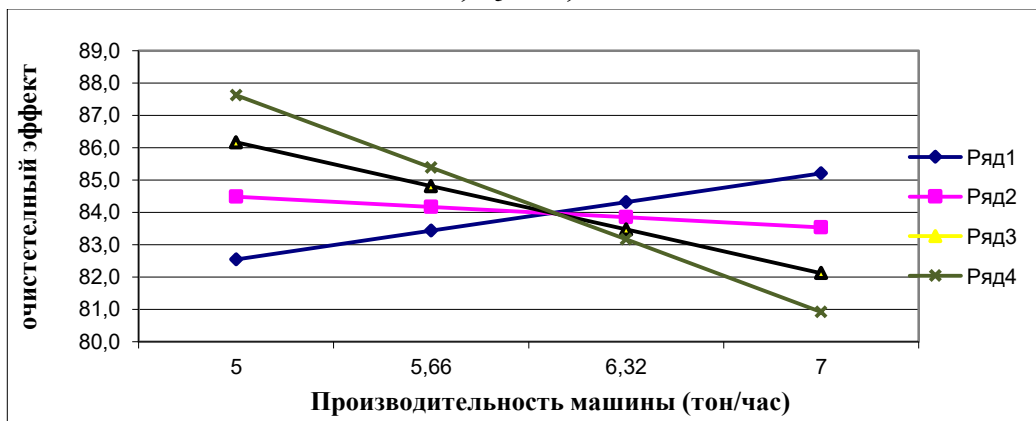
Первая кривая соответствует минимальным, вторая и третья – промежуточным, четвертая – максимальным значениям факторов x_2 и x_3 . На первой кривой при $x_2=5,0$ т/ч, $x_3=12$ мм, увеличивается от 83,04 % до 89,01 %, на второй кривой при $x_2=5,66$ т/ч, $x_3=13,32$ мм, соответственно от 82,8 % до 83,7 %, на третьей кривой при $x_2=6,32$ т/ч, $x_3=14,64$ мм соответственно от 83,04 % до 83,7 %, на четвертой кривой при $x_2=7,0$ т/ч, $x_3=16,0$ мм соответственно от 82,47 % до 80,9 %.

На рис. 5.32, б приведены графические зависимости эффективности очистки хлопка-сырца от производительности машины. Представленные кривые показывают, что с увеличением производительности с 5,0 т/ч до 7,0 т/ч, в зависимости от заданных x_2 и x_3 эффективность очистки характеризуются нисходящими кривыми. На первой кривой при $x_1=1,0 \cdot 10^4$ Н/м; $x_3=12$ мм от 82,5 % до 85,2 %, на второй кривой при $x_1=1,33 \cdot 10^4$ Н/м, $x_3=13,3$ мм от 84,4 % до 83,3 % на третьей кривой при $x_1=1,66 \cdot 10^4$ Н/м, $x_3=14,64$ мм от 86,17 % до 82,12 %, на четвертой кривой при $x_1=2,0 \cdot 10^4$ Н/м, $x_3=16$ мм от 87,63 % до 80,9 %.

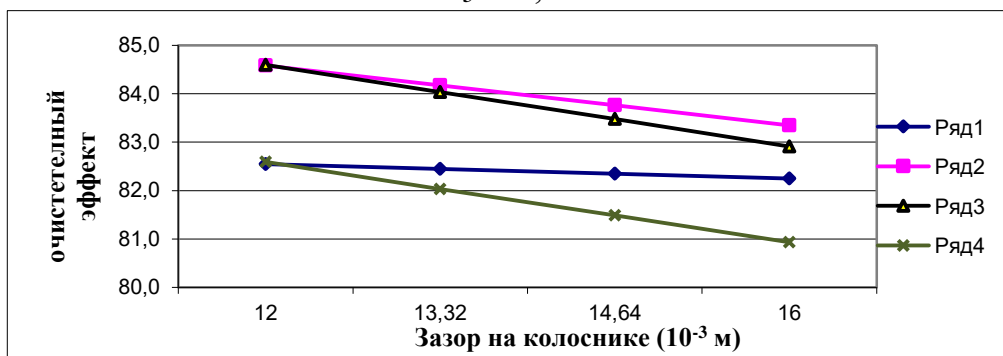
На рис.5.32, в приведено влияние изменения зазора между колосником и пильчатым барабаном на эффект очистки хлопка-сырца. Представленные кривые показывают, что с увеличением зазора от 12 мм до 16 мм, в зависимости от заданных x_1 и x_2 , эффективность очистки характеризуется нисходящими кривыми, на первой кривой при $x_1=1,0 \cdot 10^4$ Н/м; $x_2=5,0$ т/ч от 82,59% до 82,25%, на второй кривой при $x_1=1,33 \cdot 10^4$ Н/м; $x_2=5,56$ т/ч от 84,6 % до 83,35 %, третий кривой при $x_1=1,66 \cdot 10^4$ Н/м; $x_2=6,32$ т/ч от 83,6% до 82,9 %, четвертой кривой при $x_1=2,0 \cdot 10^4$ Н/м; $x_2=7$ т/ч от 82,5 % до 80,9 %.



а – графики изменения очистительного эффекта от жесткости резиновой втулки композитных колосников, где, 1 – при $x_2=5,0$ т/ч, $x_3=12$ мм, 2 – при $x_2=5,33$ т/ч, $x_3=13,32$ мм, 3 – при $x_2=5,66$ т/ч, $x_3=14,64$ мм, 4 – при $x_2=7,0$ т/ч, $x_3=16,0$ мм.



б – графики изменения очистительного эффекта от производительности машины, где, 1 – при $x_1=1,0 \cdot 10^4$ Н/м; $x_3=12$ мм, 2 – при $x_1=1,33 \cdot 10^4$ Н/м; $x_3=13,32$ мм, 3 – при $x_1=1,66 \cdot 10^4$ Н/м; $x_3=14,64$ мм, 4 – при $x_1=2,0 \cdot 10^4$ Н/м; $x_3=16,0$ мм.



в – графики изменения очистительного эффекта от зазора между колосником и пыльным цилиндром. 1 – при $x_1=1,0 \cdot 10^4$ Н/м; $x_2=5,0$ т/ч, 2 – при $x_1=1,33 \cdot 10^4$ Н/м; $x_2=5,56$ т/ч, 3 – при $x_1=1,66 \cdot 10^4$ Н/м; $x_2=6,32$ т/ч, 4 – при $x_1=2,0 \cdot 10^4$ Н/м; $x_2=7,0$ т/ч.

Рис. 5.32. Графические зависимости очистительного эффекта от технологических параметров

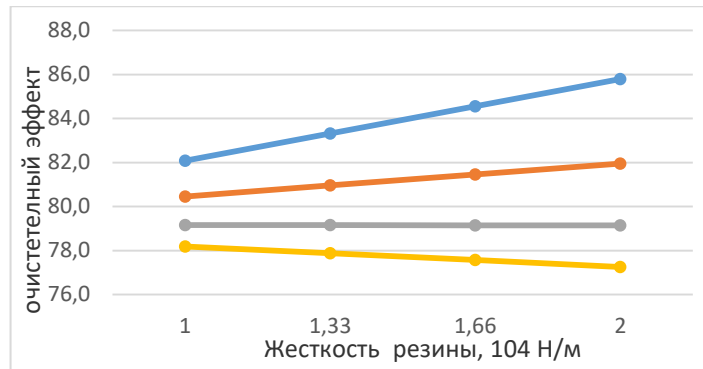
Результаты расчетов после обработки представлены в виде графиков (рис. 5.33.). На рис. 5.33, а приведены зависимости эффективности очистки хлопка от жесткости резины, где даны четыре кривые $y=y(x)$. На первой кривой при значениях факторов $x_2=5,0$ т/ч, $x_3=12$ мм, увеличивается от 82,08 % до 85,8 %, на второй кривой при $x_2=5,66$ т/ч, $x_3=13,32$ мм увеличивается от 80,45 % до 81,9 %, на третьей кривой при $x_2=6,32$ т/ч, $x_3=14,64$ мм уменьшается от 79,17 % до 79,14 %, а при максимальных значениях т.е. $x_2=7$ т/ч, $x_3=16$ мм, уменьшается 82,47 % до 80,93 %.

На рис. 5.33, б приведены графические зависимости эффективности очистки хлопка-сырца от производительности машины. Представленные кривые показывают, что с увеличением производительности с 5,0 т/ч до 7,0 т/ч в зависимости от заданных x_2 и x_3 эффективность очистки характеризуется нисходящими.

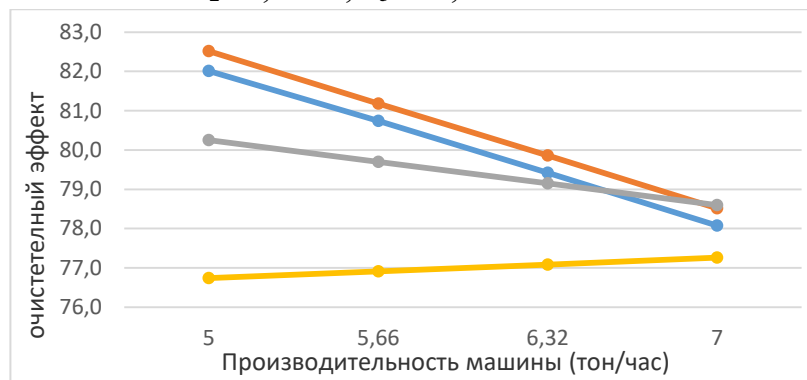
На первой кривой при $x_1=1,0 \cdot 10^4$ Н/м; $x_3=12$ мм от 82,01 % до 78,52 %, на второй кривой при $x_1=1,33 \cdot 10^4$ Н/м, $x_3=13,3$ мм от 85,52 % до 78,6 % на третьей кривой при $x_1=1,66 \cdot 10^4$ Н/м, $x_3=14,64$ мм от 80,25 % до 78,08 %, на четвертой кривой при $x_1=2,0 \cdot 10^4$ Н/м, $x_3=16$ мм от 76,4 % до 77,26 %.

На рис. 5.33, в – приведено влияние изменения зазора между колосником и пильчатым барабаном на эффект очистки хлопка-сырца. Представленные кривые показывают, что с увеличением зазора от 12 мм до 16 мм, в зависимости от заданных x_1 и x_2 , эффективность очистки характеризуется нисходящими кривыми, на первой кривой при $x_1=1,0 \cdot 10^4$ Н/м; $x_2=5,0$ т/ч от 82,08% до 80,74%, на второй кривой при $x_1=1,33 \cdot 10^4$ Н/м; $x_2=5,56$ т/ч от 82,0 % до 78,89 %, третий кривой при $x_1=1,66 \cdot 10^4$ Н/м; $x_2=6,32$ т/ч от 82,04% до 77,74 %, четвертой кривой при $x_1=2,0 \cdot 10^4$ Н/м; $x_2=7$ т/ч от 81,9 % до 77,2 %.

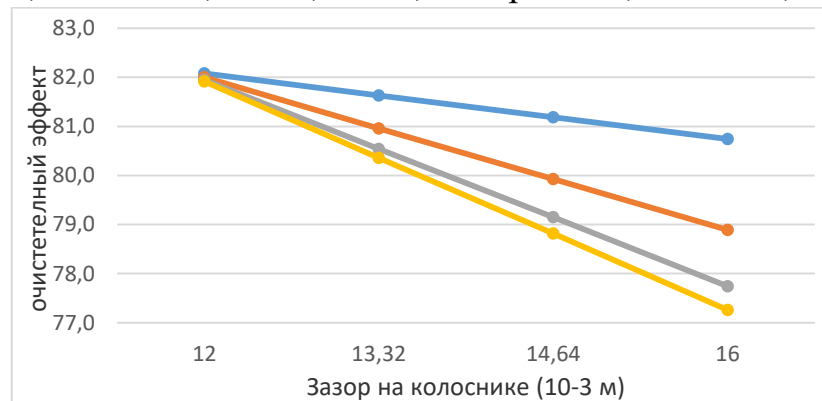
Зазор между колосником и пильчатым барабаном влияет на процесс очистки линейно. Изменением зазора можно регулировать эффект очистки.



а – графики изменения очистительного эффекта от жесткости резиновой втулки композитных колосников, где, 1 – при $x_2=5,0$ т/ч, $x_3=12$ мм, 2 – при $x_2=5,33$ т/ч, $x_3=13,32$ мм, 3 – при $x_2=5,66$ т/ч, $x_3=14,64$ мм, 4 – при $x_2=7,0$ т/ч, $x_3=16,0$ мм.



б – графики изменения очистительного эффекта от производительности машины. 1 – при $x_1=1,0 \cdot 10^4$ Н/м; $x_3=12$ мм, 2 – при $x_1=1,33 \cdot 10^4$ Н/м; $x_3=13,32$ мм, 3 – при $x_1=1,66 \cdot 10^4$ Н/м; $x_3=14,64$ мм, 4 – при $x_1=2,0 \cdot 10^4$ Н/м; $x_3=16,0$ мм.



в – графики изменения очистительного эффекта от зазора между колосником и пыльным цилиндром. 1 – при $x_1=1,0 \cdot 10^4$ Н/м; $x_2=5,0$ т/ч, 2 – при $x_1=1,33 \cdot 10^4$ Н/м; $x_2=5,56$ т/ч, 3 – при $x_1=1,66 \cdot 10^4$ Н/м; $x_2=6,32$ т/ч, 4 – при $x_1=2,0 \cdot 10^4$ Н/м; $x_2=7,0$ т/ч.

Рис. 5.33. Графики изменения очистительного эффекта

Основным результатом проведенного полнофакторного эксперимента является определение влияния входящих факторов на исходящий фактор. Все вышеперечисленные параметры и соотношение их влияют на процесс очистки хлопка-сырца. Необходимо выбрать такие параметры входящих факторов, которые работали бы на улучшение процесса очистки. Анализ полученных результатов эксперимента позволяют рекомендовать следующие значения для выбранных основных факторов:

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

При данных значениях факторов наблюдается эффективная работа очистителя хлопка-сырца, т.е. эффект очистки составляет выше 90%.

Полученные в результате выполнения диссертации технические решения и рекомендации внедрены на:

- Карасувском и Пискентском хлопкозаводах Ташкентской области.
- Каганском и Пешкунском хлопкозаводах Бухарской области.
- Челакском хлопкозаводе Самаркандской области.
- Шерабадском хлопкозаводе Сурхандарьинской области.

Это подтверждается соответствующими актами внедрения (Приложение 7–12).

Качество волокна после сепарационно-очистительной секции проверялось по системе NVI в лаборатории Ташкентского текстильного института. Эксперименты проводились на селекционном сорте «Наманган-77» и «Бухара-6» I, II и III промышленного сорта. Результаты испытаний для существующей и предлагаемой систем очистки приведены в приложении 13. Из приведенных данных следует, 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.

5.3.7. Выводы по главе 5

1. Экспериментами выявлено, что установка криволинейного направителя на входе в отделительную камеру сепаратора, снижает поврежденность семян в 1,5 раза.

2. Использование изоляционной камеры сепаратора позволяет снизить давление хлопка на сетку с места съема, что приводит к снижению количества свободных волокон на 33–39%, в зависимости от сорта волокна.

3. На основе полного факторного эксперимента получена математическая модель зависимости уровня дробления семян от управляемых факторов скорости воздуха на входе в сепаратор, угла наклона направителя и производительности, позволяющая определить рациональные значения технологических параметров.

4. Установлено, что с увеличением числа граней или ширины многогранной сетки, уменьшается очистительный эффект. Увеличение ширины граней сетчатой поверхности приводит к значительному торможению хлопка, увеличению взаимодействия с сеткой и колками. Это приводит к некоторому увеличению поврежденности волокон и семян очищаемого хлопка. Поэтому для применения в очистителях рекомендуется сетка с шестью гранями и шириной грани *70,8 мм*.

5. При увеличении расстояния между концами колков и сеткой до 15,0 мм при рекомендуемом варианте многогранной сетки эффект очистки будет больше на 4–5,8%, чем при использовании серийной сетки. Рекомендуемое значение зазора составляет 14,0–16,0 мм. При этом относительно серийного варианта мелкий сор в хлопке после его очистки в рекомендуемом варианте в среднем уменьшается до 17 %, а очистительный эффект повышается до 21 %.

6. На основе многофакторных экспериментов второго порядка определены рациональные значения технологических параметров очистки хлопка от мелкого сора. Рекомендуется выбирать количество граней сетки – 6 (ширина 70,8 мм), технологический зазор между колками и сеткой – 15 мм,

коэффициент жесткости резины на опорах сетчатой поверхности $3 \cdot 10^3 \text{ Н/м}$. При этих значениях очистительный эффект машины УХК составляет 89,2%.

7. На основе многофакторных экспериментов были определены наилучшие параметры очистителя хлопка от мелкого сора: количество граней колков – 6, технологический зазор между колками и сеткой – 15 мм, число оборотов барабана – *310 об/мин*, при которых обеспечивается максимальный эффект очистки хлопка УХК до 89,8 %.

8. Экспериментально определены законы колебательного движения композитных колосников на упругих опорах в зависимости от нагрузки со стороны очищаемого хлопка-сырца, коэффициента жесткости резиновых втулок (опор) и частоты вращения пильчатого барабана:

- получены закономерности изменения амплитуды колебаний композитных и металлических (серийных) колосников от изменения нагрузки со стороны очищаемого хлопка-сырца. При этом размах колебаний композитного колосника в 5–6 раз превышает амплитуду колебаний серийного колосника при тех же условиях, что способствует увеличению очистительного эффекта;

- построены графические зависимости изменения колебаний композитного колосника от увеличения коэффициента жесткости резиновых упругих опор колосника. Для обеспечения необходимой амплитуды колебаний композитного колосника $(1,7-2,0) \cdot 10^{-3} \text{ м}$ рекомендуется устанавливать втулки с коэффициентом жесткости $(1,6-2,0) \cdot 10^4 \text{ Н/м}$;

- получены закономерности изменения частоты вынужденных колебаний композитных колосников от увеличения частоты вращения пильчатого барабана. Рекомендуемыми значениями частоты вращения пильчатого барабана являются $(3,0-3,15) \cdot 10^2 \text{ об/мин}$;

9. Проведены экспериментальные исследования новой колосниковой решетки с композитными колосниками на упругих опорах. Получена математическая модель, адекватно описывающий процесс очистки хлопка-сырца от крупного сора в виде уравнений регрессии. Проведена

оптимизация параметров секции очистка хлопка от крупного сора, на основании которой рекомендуются следующие параметры: производительность 5,0 т/ч; жесткость резины $2,0 \cdot 10^4$ Н/м, зазор между пильчатым барабаном и колосниками 16 мм, при этом достигается очистительный эффект выше 90%.

10. Результаты испытаний волокна для существующей и предлагаемой систем очистки по системе HVI 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.

ГЛАВА 6. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОТ ВНЕДРЕНИЯ МОДЕРНИЗИРОВАННОГО СЕПАРАЦИОННО- ОЧИСТИТЕЛЬНОГО АГРЕГАТА

6.1. Расчёт экономической эффективности от внедрения модернизированного сепарационно-очистительного агрегата

Испытания по внедрению нового оборудования проводились на «Карасувском» хлопкозаводе Ташкентской области. Были установлены существующие конструкции СС-15А и агрегат УХК, также параллельно был установлен опытный образец модернизированного сепарационно-очистительного агрегата. На рис. 6.1. отображена схема оборудования и на рис. 6.2 представлен общий вид агрегата.

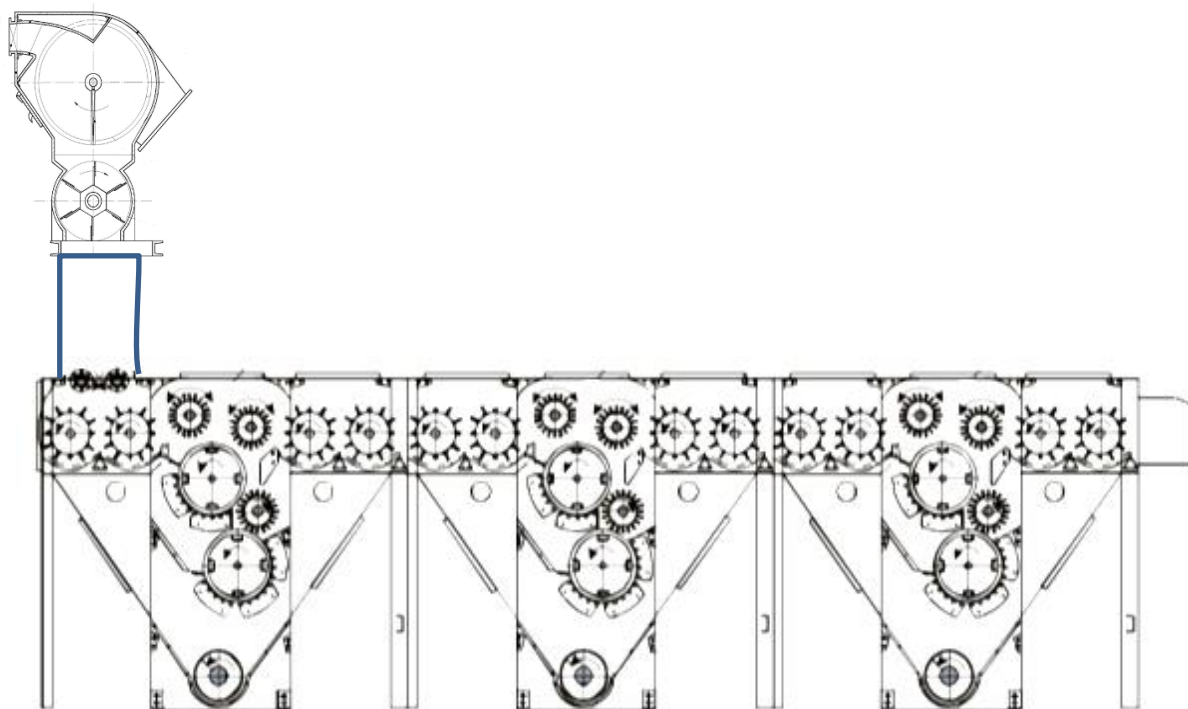


Рис.6.1. Схема сепарационно-очистительного агрегата СС-15А-УХК



Рис.6.2. Общий вид рекомендуемого сепарационно-очистительного агрегата

По результатам испытаний был рассчитан годовой экономический эффект от использования модернизированного оборудования в виде сепарационно-очистительного агрегата марки СС-15А-УХК.

Экономическая эффективность рассчитывалась на основе действующей методики «Методики (основные положения) определения экономической эффективности использования в народном хозяйстве новой техники, изобретений и рационализаторских предложений» [170].

Расчет годового экономического эффекта основывается на сопоставлении приведенных затрат по базовой и новой технологии.

Основными показателями, характеризующими экономическую эффективность внедрения новой технологии, являются: себестоимость продукции, удельные капиталовложения, затраты на оплату труда, производительность труда, рентабельность, прибыль, срок окупаемости дополнительных вложений или нормативный коэффициент капитальных вложений.

Срок окупаемости (Т) или коэффициент эффективности (Е) определяется по следующей формуле.

$$T = \frac{K_1 - K_2}{C_1 - C_2} \quad (6.1)$$

$$E = \frac{C_2 - C_1}{K_1 - K_2} \quad (6.2)$$

где K_1, K_2 – удельные капитальные вложения в базовую и новую технологию;

C_1, C_2 – себестоимость производства единицы выпускаемой продукции при применении базовой и новой технологии.

Понесенные затраты являются показателем сравнительной эффективности капитальных вложений и используются для выбора наилучших вариантов технико-экономических решений. Затраты определяются по следующей формуле:

$$C_i + E_n K_i \rightarrow \min \text{ или } K_i + T_n C_i \rightarrow \min \quad (6.3)$$

где K_i – капитальные вложения, затраченные на каждый вариант решения.

C_i – это цена продукта, произведенного по определенной технологии.

T_n – нормативный срок окупаемости капитальных вложений.

E_n – нормативный коэффициент сравнительной эффективности капитальных вложений.

Годовой экономический эффект определяется по следующей формуле:

$$\mathcal{E}_2 = (Z_1 - Z_2) A_2 \quad (6.4)$$

где Z_1, Z_2 – сумма затрат на производство единицы продукции с применением старой и новой технологии, сум.;

A_2 – годовой объем производства продукта по новой технологии в расчетном году, в натуральных единицах.

Экономическая эффективность производства и использования нового оборудования определяется по следующей формуле:

$$\mathcal{E}_z = \left(z_1 \cdot \frac{e_2}{e_1} \cdot \frac{P_1 + E_n}{P_2 + E_n} + \frac{(U_1' - U_2') - E_n(K_2 - K_1)}{P_2 + E_n} - z_2 \right) \cdot A_2 \quad (6.5)$$

где z_1, z_2 – приведенные затраты соответственно старого и нового оборудования, сум.;

$\frac{e_2}{e_1}$ – коэффициент роста производительности нового оборудования по сравнению со старым;

e_1 и e_2 – годовые объемы продукции (работы), производимые при использовании единицы соответственно базового и нового оборудования, в натуральном выражении;

$\frac{P_1 + E_n}{P_2 + E_n}$ – коэффициент учета срока службы нового оборудования по сравнению с базовым вариантом;

P_1, P_2 – процент отчислений от балансовой стоимости на полное восстановление базового и нового оборудования с учетом морального износа.

Если коэффициент полного восстановления составляет 16,4%, то $P = 0,164$;

E_n – нормативный коэффициент полезного действия $E_n = 0,15$;

$\frac{(U_1 - U_1') - E_n(K_2 - K_1)}{P_2 + E_n}$ – экономия потребителя на текущих издержках эксплуатации и отчислениях от капитальных вложений за весь срок службы нового оборудования по сравнению с новым базовым вариантом;

K_1, K_2 – сопутствующие капитальные вложения потребителя на базовое и новое оборудование;

U_1, U_2 – годовые эксплуатационные расходы потребителя при использовании им нового оборудования в расчете на объем продукции, производимой с помощью нового оборудования;

A_2 – годовой объем продукции, произведенной на новом оборудовании в отчетном году, в натуральном выражении.

При этом, в результате внедрения в производство более совершенного оборудования, качество готовой продукции будет улучшено. Одновременно, в результате совершенствования оборудования и его рабочих частей основного производственного процесса на хлопкоочистительных заводах происходит увеличение выхода хлопкового волокна высокого класса, а также повышается качество получаемых семян за счет уменьшения их повреждения.

Поэтому при расчете годовой экономической эффективности внедрения в производство усовершенствованного оборудования необходимо учитывать дополнительный экономический эффект повышения общего качества производимой продукции.

Экономическая эффективность улучшения показателей качества определяется по следующей формуле:

$$Эк = (Ц_2^1 - Ц_1^1) * A_2 \quad (6.6)$$

где, $Ц_1^1$ - цена товара в базовом варианте;

$Ц_2^1$ - цена товара в новом варианте;

A_2 - годовое производство нового варианта, размер.

Информация, необходимая для выполнения расчетов годового экономического эффекта от внедрения нового типа сепарационно-очистительного агрегата марки СС-15А-УХК, представлена в таблице 6.1.

Таблица 6.1

Необходимые данные для расчета нового типа сепарационно-очистительного агрегата марки СС-15А-УХК

ПОКАЗАТЕЛИ	Единицы измерения	Варианты	
		Базисный	Новый
Годовой объем переработанного хлопка-сырца	тонн	24000	24000
Количество установленного оборудования	шт.	2	1
Производительность оборудования	т/ч	10	11
Установленная мощность оборудования	кВт	131,5	131,5
Коэффициент спроса	-	0,7	0,7
Плата за электроэнергию за 1 кВт максимальной нагрузки в год за 1 кВт/час потребляемой энергии	сум.	325	325
Размер платы за установленную мощность	сум.	36800	36800
Размер амортизационных отчислений на капитальный ремонт	%	15	15
Отчисления на текущий ремонт	%	5	5
Минимальный размер оплаты труда, установленный для расчетов	сум.	821000	821000
Отчисления по социальному страхованию	%	25	25

I. Расчет капитальных затрат.

Балансовая стоимость оборудования с учетом коэффициента на транспортировку и монтаж 10 % составляет:

В базовом варианте:

Сепаратор марки СС-15А и очистительный агрегат марки УХК: 195580 тыс. сум.;

Итого: 195580 тыс. сум.

Во внедряемом варианте:

Сепарационно-очистительного агрегата марки СС-15А-УХК: 195580

тыс. сум.;

Итого с учетом расходы на НИР и ОКР: 220180 тыс. сум.

II. Расчет эксплуатационных издержек.

В этих издержках учитываются затраты на капитальный ремонт, текущий ремонт, на электроэнергию, расход материала.

1. Затраты на капитальный ремонт:

В базовом варианте

$$195580 \cdot 0,15 = 29337 \text{ тыс. сум.}$$

Во внедряемом варианте

$$220180 \cdot 0,15 = 33027 \text{ тыс. сум.}$$

2. Затраты на текущий ремонт:

В базовом варианте

$$195580 \cdot 0,05 = 9779 \text{ тыс. сум.}$$

Во внедряемом варианте

$$220180 \cdot 0,05 = 11009 \text{ тыс. сум.}$$

3. Затраты на электроэнергию:

В базовом варианте

$$(131,5 \times 0,7 \times 0,7 \times 3556 \times 325) / 1000 = 74467,5 \text{ тыс. сум.};$$

Во внедряемом варианте

$$(131,5 \times 0,8 \times 0,7 \times 3556 \times 325) / 1000 = 85105,7 \text{ тыс. сум.}$$

4. Затраты на НИР и ОКР: 24600 тыс. сум.

5. Материальные затраты:

В базовом варианте: 14400 тыс. сум.;

Во внедряемом варианте: 2328 тыс. сум.

Полученные данные внесены в таблицу 6.2

Определение приведенных и эксплуатационных затрат в базовым и внедряемым вариантах, в тыс. сум.

ИНДИКАТОРЫ	Варианты	
	Базисный	Новый
Первоначальная стоимость оборудования	177800	177800
Затраты на транспортировку и монтаж	17780	17780
Прямые капитальные затраты	154508	154508
Затраты на НИР и ОКР	-	24600
Капитальные затраты в НИР и ОКР	154508	179108
Приведенные затраты по приобретению оборудования	218756	222446
Эксплуатационные издержки, всего	159898	152746
В том числе:		
- амортизационные отчисления	29337	33027
- отчисления на текущий ремонт	9779	11009
- затраты на электроэнергию	106382	106382
- материальные затраты	14400	2328

6.2. Определение сопутствующих капитальных вложений

Сопутствующие капитальные вложения, отнесенные к изготовлению нового средства труда, определяется в размере 10 % от стоимости базового и внедряемого оборудования:

$$K_1 = \frac{195580 \times 10}{100} = 19558,0 \quad \text{тыс. сум.};$$

$$K_2 = \frac{220180 \times 10}{100} = 22018,0 \quad \text{тыс. сум.}$$

Подставляя полученные данные в формулу, рассчитываем годовой экономический эффект от внедрения усовершенствованного оборудования [171, 172]:

$$\mathcal{E}_z = 218756 \times 1,1 \times 1,0 + \frac{(159898 - 152746) - 0,15 \times (22018 - 19558)}{0,164 + 0,15} - 222446 = 39787,53 \text{ тыс. сум.}$$

Определим общий экономический эффект:

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_{\text{общ.}} &= \mathcal{E}_z + \mathcal{E}_{\text{с.вол.}} + \mathcal{E}_{\text{кач.вол.}} = 39787,53 + \frac{24000 \times 32,5 \times 0,5}{100 \times 100} \times 12860,72 + (14789,83 - 14318,24) \times 228,2 \\ &= 39787,53 + 501568,08 + 10761684 = 64897245 \cdot \text{тысячи сум.} \end{aligned}$$

6.3. Выводы по главе 6

1. По результатам исследований в производстве, в результате механического повреждения семян и потери волокнистых продуктов в предлагаемой усовершенствованной изоляционной камере и направленном сепараторе достигнута экономическая выгода в размере 490592 тыс. сум.

2. Рекомендуется использовать сетчатую поверхность с шириной граней 70,8 мм, при использовании которой эффект очистки в агрегате УХК будет больше на 7,3%, чем в серийном варианте.

3. На основе результатов испытаний АО “Корасув пахта тозалаш” АЖ Ташкентской области было выявлено, что модернизированный агрегат УХК с использованием шестигранных сеток с шириной 70,8 мм позволяют получить очистительный эффект на 7,0–7,5% больше, чем в серийном очистителе хлопка.

4. Внедрение рекомендуемой конструкции многогранной сетчатой поверхности в ЕН.178 секции хлопкоочистительного агрегата УХК позволяет получить годовой экономический эффект по одному хлопкозаводу 52466 тысяч сумов.

5. Результатами сравнительных производственных испытаний разработанной конструкции сепарационно – очистительного агрегата в условиях хлопкозаводах показали, что очистительный эффект хлопка – сырца в предложенном сепарационно – очистительном агрегате в среднем 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 позволил снизить 0,75–0,82 % относительно серийной конструкции. При этом, почти в два раза снижается свободное волокно в хлопке значительно увеличился ресурс машины, появилась возможность увеличения производительности машины.

6. Внедрение рекомендуемой сепарационно – очистительного агрегата с разработанными рабочими органами позволяет получить годовой экономической эффект по одному хлопкозаводу 648972,45 тысяч сумов.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ДИССЕРТАЦИИ

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 пильчатого 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 хлопкозавода 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 HVI 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.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Распоряжение Правительства РФ от 6 июня 2020 г. № 1512-р «Об утверждении Сводной стратегии развития обрабатывающей промышленности РФ до 2024 г. и на период до 2035 г.». [Электронный ресурс]–Режим доступа: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/74142592/>.
2. Указ Президента Республики Узбекистан, «О стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан» от 07.02.2017 г. № УП-4947. [Электронный ресурс]–Режим доступа: <https://lex.uz/uz/docs/3107042>
3. Жабборов Г.Ж. и др. / Технология первичной обработки хлопка. //Т.: Укитувчи, 1987. 465 с.
4. Амиров Р., Тихомиров Г.А., Суслин А.К. К вопросу о поврежденности семян при транспортировках хлопка-сырца //Хлопковая промышленность. – Ташкент, 1975. №1.– С.4–5.
5. Максудов И.Т. / Справочник по первичной обработке хлопка // © По заказу Научно-производственного объединения «Хлопкопром», 1995 г. Ташкент–«Мехнат»–1995. 389 с.
6. Рахматуллин Х.А. «К теории пневматической хлопкоуборочной машин». //Известия, сер.техн.наук. 1957. №1.
7. Кадырходжаев С.К. Разработка сепаратора для хлопка-сырца с целью сохранения его качественных показателей и сокращения потерь волокна. Дисс.канд.тех.наук, Ташкент, 1986.
8. Муродов О. Ж. Изучение изменения технологических показателей хлопка сырца при складировании / Муродов О. Ж., Рузметов М.Э. // Костромской государственной университет ISSN 2587-6147. Технологии и качество. 2021. № 4(54). С. 30–36. <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2021-4-54-30-36>.
9. 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.

10. 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.

11. Бурнашев Р.З. и др. Экспериментальное исследование ударного взаимодействия летучек хлопка-сырца с колосниками очистителя крупного сора. // «Хлопковая промышленность», 1980, №1. с.7–8.

12. Атаматов А.Т. Исследование рабочих поверхностей хлопкоочистительной машин с целью повышения качества волокна тонковолокнистого хлопка. // Автореф. дисс. канд. техн. наук, Тошкент, 1980.

13. Авдеев Н. Е. «Центробежные сепараторы для зерна». М.: Колос .1975.

14. Урбан Я. «Пневматический транспорт». М.: Машиностроение. 1967 (перевод с чешского).

15. Хасанов М.Р. Повышение эффективности технологической надежности элементов пневмотранспортных систем хлопка. // Дисс. кан. тех. наук. Ташкент, 1989.

16. Байдюк П.В. «Влияние природных особенностей хлопка-сырца на процесс транспортирования». Автореф.канд.дисс. Ташкент. ТТИ. 1952.

17. Шамсутдинов Т. «Некоторые вопросам аэродинамики хлебоуборочных машин». Автореф.канд.дисс. М., 1960.

18. Артиков Н.А. «Исследования и разработки пневмотранспортной установки с пневмосепараторы для хлопка-сырца ». Автореф.канд.дисс. Ташкент, 1972.

19. Амиров Р. Исследования влияния средств механизации пневмотранспортных установок на качество волокна. // Дисс.кан.техн. наук. Ташкент, 1976.

20. Янгибоев Ю.Д., Мардонов Б., Мурадов Р. Изучение процесса съема хлопка-сырца с поверхности сепаратора СС-15А с наклонным скребком». // Журнал. Хлопковая промышленность, 1984, №5, С. 12–14.
21. Мурадов Р., Махкамов А. Создание возможности очистки хлопка от мелких сор за счет изменения конструкции вакуумного клапана. // АндМИИ тезис. Андижон – 2008 г. С. 45–48.
22. Мурадов Р.М., Каримов А., Маматкулов О.Т. Изучить движение хлопка в рабочей камере сепаратора // НамДУ. Научный вестник №1. 2010 г. С. 101–104.
23. Кадырходжаев С.К. Разработка сепаратора для хлопка-сырца с целью сохранения его качественных показателей и сокращения потерь волокна. Дисс.канд.тех.наук, Ташкент, 1986.
24. Ходжиев М.Т., Шодиев З.О. Предварительные испытания при разработке сепаратора СХМ // Стратегия и развитие науки и техники в XXI веке. Материалы Республиканской научно-практической конференции. Бухара: Бух ТИП и ЛП, 2009. С.95–96.
25. Anthony W.S. and William D. Mayfield. Cotton ginners handbook. //Agricultural handbook. Number 503. United States Department of Agriculture. December 1994. 337 p.
26. Сепаратора «BAJAJ» Баджадж сталь индастриз лимитед [Электронный ресурс]–Режим доступа: <https://bajajngp.com/products-services/bajaj-ginning-pressing-machinery/ginning-pressing-machinery/air-separator/>
27. Компания Shandong Swan Cotton Industrial Machinery Stock Co., Ltd. [Электронный ресурс]–Режим доступа: <http://www.sdmj.com.cn/en/index.aspx>
28. Технологические машины и оборудование хлопкоочистительных заводов США. [Электронный ресурс]–Режим доступа: <https://www.lummus.com/>
29. Мирошниченко Г. И. Основы проектирования машин первичной обработки хлопка. М.: Машиностроение, 1972, 486 с.

30. Гуляев Р.А., Лугачев А.Е., Усманов Х.С., Современное состояние производства, переработки, потребления и качества хлопковой продукции ведущих хлопкосеющих странах мира. Ташкент–2017 г. с.15–18.
31. Зикриёв З. Первичная обработка хлопка. Издательство «Мехнат», Ташкент,1999,398с.
32. Лугачев А. Е., Зияев У. К. Влияние предварительной подготовки хлопка – сырца в пыльчатой секции очистителя на показатели процесса очистки // Хлопковая промышленность. 1986. № 1. С. 10 –11.
33. Котов Б. С. и др. Интенсификация процесса за счет уменьшения геометрических размеров зуба пилы волокноочистителей // Хлопковая промышленность. 1985. № 3. С. 10 –11.
34. Мирошниченко Г.И., Тютин П.Н., Лугачев А. Е. К вопросу Расчета и конструирования очистительных машин // Хлопковая промышленность. 1974. № 1. С. 16.
35. Бурнашев Р.З. и др. Экспериментальное исследование ударного взаимодействий летучек хлопка – сырца с колосником очистителя крупного сора // Хлопковая промышленность. 1980. № 1. С. 7 – 8.
36. Мирошниченко Г.И Справочник по первичной обработке хлопка. Книга I // Ташкент–«Мехнат–1994». – 574 С.
37. Махкамов Р.Г. Повышение технологической надежности хлопкоочистительных машин, работающих в ударном режиме. Ташкент, Фан, 152 С.
38. Болдинский Г.И и др. Оптимальное направление полета хлопковой летучки на зуб очистителя хлопка – сырца поточной линии // Хлопковая промышленность. 1978. № 1. С. 6 – 7.
39. Лугачев А.Е. О работе питающих валиков в хлопковых машинах // Хлопковая промышленность. 1978. № 3. С. 10 – 11.
40. Лугачев А.Е. Новые подходы к разработке эффективных процессов питания и очистки волокнистого материала к питателям в линейно-поточной

технологии хлопкозавода. Научно - техн. Журнал «Пахтачилик» N4, Ташкент, 1996, с. 25–27.

41. Мирошниченко Г. И. и др. Исследование возможностей вибрационного способа очистки хлопка – сырца // Хлопковая промышленность. 1983. № 1. С. 6 – 7.

42. Нестеров Г.П. и др. Исследование влияния параметров колосниковых решеток пильчатых секции хлопкоочистительного агрегата на технологические показатели хлопка – сырца и волокна // Хлопковая промышленность. 1981. № 3. С. 9 – 10.

43. Будин Е.Ф., Агзамов М. Влияние параметров вращающихся колосников на показатель очистки хлопка – сырца // Хлопковая промышленность. 1980. № 6. С. 4 – 5.

44. Будин Е. Ф. Бородин П. И. Результаты исследований по созданию секции комбинированного хлопкоочистительного агрегата // Хлопковая промышленность. 1983. № 1. С. 18 – 19.

45. Бурнашев Р.З. и др. Определение коэффициента динамической жесткости летучки хлопка – сырца при ударе о колосник // Хлопковая промышленность. 1981. № 4. С. 10 – 12.

46. Нестеров Г. П. и др. Поточная линия сушки и очистки хлопка – сырца ЛХ – 2 // Хлопковая промышленность. 1981. № 2. С. 13 – 15.

47. Лугачев А.Е., Куриезов Ж.Ш., Рустамов Б.Б. Исследование процесса и разработка устройства для закрепления хлопка-сырца в модуле очистителя крупного сора. Проблемы текстиля. Ташкент, 2003. №1. с. 51–53.

48. Лугачев А.Е. Разработка теоретических основ питания и очистки хлопка применительно к поточной технологии его переработки. Дисс. док. тех. наук – Ташкент, ТИТЛП, 1998. –422 с.

49. Будин Е. Ф. Разработка поточных линий сушки и очистки средневолокнистого хлопка – сырца ЛХ – 2 // Хлопковая промышленность. 1980. № 5. С. 7 – 8.

50. Бородин П. Н. и др. Новая поточная линия сушки и очистки хлопка – сырца // Хлопковая промышленность. 1968. № 1. С. 11
51. Тхипхавонгсай П., Тютин П.Н., Лугачев А.Е. Исследование изменения структуры хлопка-сырца от кратности пропуска через барабаны питателя джина. Реф.сб. Хлопковая промышленность №2, Ташкент 1992, с 10–11.
52. Балтабоев С.Д. Предварительная очистка хлопка-сырца машинного сбора от сорных примесей. Дисс. канд. тех. наук.– Ташкент, ТИТЛП, 1971. – 222 с.
53. Бурнашев Р.З и др. Экспериментальное исследование ударного взаимодействия летучек хлопка-сырца с колосником очистителя крупного сора. Сб. Хлопковая промышленность. Ташкент, 1980. №1, с. 7–8.
54. Гробер А.Д. Некоторые особенности ударного взаимодействия хлопковых материалов с рабочими органами хлопкообрабатывающих машин. Сб. Хлопковая промышленность. –Ташкент, 1980. №6, с. 9–10.
55. Хлопкоочистительная Машина «Murray» – Укомплектована И Готова К Отправке По Всему Миру. [Электронный ресурс]–Режим доступа: <http://murraycottongin.com/>
56. Расулов Р. Х. Обоснование параметров пильчатой – колосниковой системы очистителя хлопка – сырца от крупного сора. Канд. дисс. Ташкент, 2008г, 130с.
57. Расулов Р.Х., Корабельников Р.В., Лугачев А.Е. Исследование некоторых физико-механических характеристик хлопка-сырца применительно к модулю очистителя крупного сора// Журнал «Технология текстильной промышленности». – Иваново, 2004. – №1. – С. 16–19.
58. Будин Е.Ф., Бородин П.Н. Новые отбойные рабочие органы для пильчатых очистителей хлопка – сырца// Сб. Хлопковая промышленность – Ташкент, 1978, –№5. –с.17.
59. Фазылов С. Колосниковые узлы очистителей хлопка-сырца от крупных сорных примесей с регулируемыми параметрами: Дисс...канд. тех. наук. – Ташкент, 1985.–142 с.

60. Олимов К.Т. Разработка и обоснование параметров колосников на упругих опорах очистителей хлопка-сырца от крупных сорных примесей: Дисс... канд. тех. наук. –Ташкент: ТИТЛП, 1998. – 135 с.
61. Джураев А. Д. и др. Динамика вибрирующих рабочих органов очистителей хлопка – сырца, «ФАН», Ташкент, 2003, 192с.
62. Рахматкариев Ш. У. Динамический анализ и параметрический синтез машин с упругими элементами и нелинейностями различного происхождения. Ташкент, Издательство «ФАН» Академии наук Республики Узбекистан, 1997, 232 стр.
63. Лугачев А.Е. Резервы в повышении техники и технологии очитки хлопка – сырца в поточной линии хлопкозавода. Межд. Научно - практ конференция «Состояние техники и технология текстильной и легкой промышленности и перспективы их развития», Наманган, НМКИ, 1996, 144с.
64. Махкамов Р.Г. Бурнашев Р.З. Исследование контактных давлений при взаимодействии хлопкового волокна с переходными поверхностями рабочих органов машин. АН УзССР, Информационное сообщение № 154, Т., 1976.
65. Джабборов Г.Дж. и другие. Технология переработки хлопка-сырца. Т.: «Укитувчи», 1987. — 328 с.
66. Бобоматов А.Х. Создание эффективной конструкции и совершенствование на ученых основе методов расчета очистителя хлопка – сырца от мелкого сора. Дисс. (PhD) по техническим наукам: – Ташкент, 2017. –126 с.
67. Anthony W.S. and William D. Mayfield, Cotton ginners handbook // Agricultural handbook. Number 503. United States Department of Agriculture. December 1994. – 337 p.
68. Arude V.G., Manojkumar T.S., Shukla S.K. Axial flow pre-cleaner for on farm cleaning of cotton. Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin Amerika. 2014, ISSN: 00845841.
69. Hardin R.G., Byler R.K. Removal of sheet plastic matetials from seed cotton using a cylinder cleaner. Journal of Cotton Science. – USA, 2016. – pp. 375–385.

70. Модернизированный хлопкоочистительный агрегат УХК Паспорт УХКМ. ООО ПС, АО «Рахтагин СВ» – Ташкент, 2010. – 54 с.
71. Балтабаев С.Д. К теории и практике переработки хлопка-сырца советских тонковолокнистых разновидностей. – Ташкент: Издательство «Фан» – 1978. – С. 44–67.
72. Зикриёев Э.З. Первичная обработка хлопка-сырца: Учебник – Т.: «Труд», 2002. – 408с.
73. Лугачев А.Е. Первичная обработка натурального волокон: учебно – методический комплекс. – Ташкент: ТИТЛП, 2013. – 245 с.
74. Лугачев А.Е., Салимов А.М. Первичная обработка хлопка-сырца: учебное пособие – Ташкент, 2007. – 132 с.
75. А.С. № 651061. Сетка очистителя волокнистого материала / Тютин П.Н., Лугачев А.Е. // Бюлл. №9, 05.03.79.
76. Джабаров Г.Ж., Отаметов Т.У., Хамидов А.Х. Первичная обработка хлопка. – Т.: “Ўқитувчи”, 1987. – 102 с.
77. Максудов Р.Х., Мурадов Р.М., Джураев А.Ж. Разработка новых высокоэффективных рабочих органов и механизмов очистителей хлопка от мелкого и крупного сора: отчет № ИТД–15-061.–Ташкент, 2009. 138 с.
78. Джураев А., Элмонов С., Мирахмедов Дж. Рациональная компоновка рабочих органов в модернизированном хлопкоочистительном агрегате. Современные инструментальные системы информационные технологии и инновации: XII-я международная научно-техническая конференция. – Курск, 2015. – С. 188–191.
79. Якубов Б.Н. Совершенствование процесса очистки хлопка-сырца от сорных примесей в пильчатых очистителях с целью уменьшения потери волокнистой массы хлопка: Дисс... канд. тех. наук. –Ташкент: ТИТЛП, 1985. – 156 с.
80. Турсунов Х.К. Механика рабочих органов волокноочистительных машин, Ташкент, Фан, 1997г, 126 с.

81. Патент Рес. Узб. FAP 00696. Сетчатая поверхность очистителя волокнистого материала / Бобоматов А.Х., Джураев А.Дж., Мирахмедов Дж.Ю., Мухамедов Ж.М, Бобомуродов Т.Ф. // Бюлл. №2. 29.02.2012.
82. А.С.912785. Колосниковая решетка очистителя волокнистого материала. Джураев А. БИ N10, 1982.
83. Будин Е.Ф., Агзамов М. Новые отбойные органы для очистителей хлопка – сырца. Ташкент. УзНИИНТ И 1979, с.5.
84. Абдуллаев А.В., Джураев А., Мирахмидов Дж. Анализ колебаний колосника на упругом основании с нелинейной жесткостью, Ж. Известия ВУЗ, Технология текстильной промышленности, №5, 2008 г.
85. Джураев А. и др. Колосниковая решетка очистителя волокнистого материала. Патент ДР 03338, Бюлл. №1, 2007.
86. Муродов О., Джураев А., Элмонов С. Очиститель волокнистого материала с колосниками на упругих резиновых втулках // «Молодежь и XXI век – 2017» Материалы VII Международной молодежной научной конференции 21–22 февраля 2017 Курск 2017. стр. 325–326
87. Джураев А. Колосниковая решетка очистителя волокнистого материала. А.С. №874776, бюлл № 39, 1981.
88. Справочник по первичной обработке хлопка. Книга I. Максудов И.Т., Нуруллаев А.Н. ISBN 5-8244-1048-8 // © По заказу Научно-производственного объединения «хлопкопром», 1994 г. С. 233–234.
89. А. Джураев Динамика рабочих механизмов хлопка перерабатывающих машин. Ташкент. изд. Фан УзССР, 1987 с. 142–146.
90. Murodov O.J. Perfection of Designs and Rationale 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.
91. 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. Бюлл. № 11.

92. Маматкулов О.Т. Создание рациональной конструкции хлопкоотделителя. Кандидатская диссертация по техническим наукам. Наманган, 2019, 125 стр.
93. Патент на изобретение РФ № 2701220 ФИПС, С 1. Сепаратор хлопко-сырца / О.Ж. Муродов, М.Т. Хожиев А. Рахимов и др. 19.04.2019; Оpubл. 25.09.2019, Бюл. № 27.
94. Патент на полезная модель UZB № FAP 01522 АПИС. D 01 В 1 02; 2006.01. Сепаратор хлопко-сырца / О.Ж. Муродов, М.Т. Хожиев А. Жураев. 01.04.2019; Оpubл. 29.08.2020. Бюл. № 8.
95. SU 1285079. Барабан очистителя хлопко – сырца / Будин Е.Ф., Бородин П.Н. // Бюлл. №3. 23.01.87
96. Далиев Ш.Л., Джураев А.Д., Ражабов О.И. Сетчатая поверхность очистителя волокнистого материала от мелкого сора // Молодежь и XXI век – 2017: Материалы VII Международной молодежной научной конференции. – Курск, 2017. – С. 267–270
97. Муродов О.Ж. Влияние формы сетки очистителя мелкого сора для хлопко-сырца на очистительный эффект / О.Ж. Муродов, // Костромской государственный университет ISSN 2587-6147// технологии и качество №2(52) 2021 С.52–56. <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2021-2-52-52-55>.
98. Муродов О.Ж. Результаты экспериментального исследования нагруженности и характера колебаний многогранной сетки на упругих опорах очистителя хлопко / О. Ж. Муродов., О.И.Ражабов // Издание Ивановского государственного политехнического университета. DOI 10.47367/0021-3497_2021_5_191. Иванова 2021 г., С.191–197.
99. Патент на изобретение UZB № IAP 05853 АПИС, D 01 G 9 |14;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.
100. 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

101. Муродов О.Ж., А.Джураев. Groundation of the parameters of grate bar on elastic support with non-linear hardness. The european science review. № 7–8 2017. July–August. Vienna Prague. 2017. page-109–111.

102. Муродов О.Ж., А.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.

103. 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.

104. 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. Article DOI: <https://doi.org/10.36713/epra6042>. Page–49–53.

105. Муродов О.Ж. Снижение повреждаемости семян в сепараторе хлопка-сырца / О.Ж. Муродов // Костромской государственный университет ISSN 2587-6147. Технологии и качество. 2021. № 3(53). С. 48–51. <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2021-3-53-48-51>.

106. 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.

107. Кодиралиев А. Исследование падения компонентов хлопкасырца. Машины, агрегаты и процессы. Проектирование, создание и модернизация 2020, №3, С. 73–76. <https://doi.org/10.26160/2587-7577-2020-3-73-76>
108. Холтураев Х.П., Джураев А., Мавлянов А.П., Дж.Мирахмедов Эффективная новая конструкция колкового барабана очистителя Модернизация производства, инновации в техническом и технологическом перевооружении, экономичные методы и нетрадиционные решения: Тезисы докладов Республиканской научно-технической конференции. – Фергана, 2008. – с. 224–227.
109. Ахмедходжаев Х. Т., Алиев М.А. О повреждаемости семян при пневмотранспортировании хлопка – сырца. “Хлопковой промышленность”. – Ташкент, 1977. – №2. – С.7–8
110. Бурнашев Р.З. и др. Экспериментальное исследование ударного взаимодействий летучек хлопка – сырца с колосником очистителя крупного сора. «Хлопковая промышленность» – Ташкент, 1980. – № 1. – С. 7 – 8.
111. Попов О.Н. Принцип Лагранжа – Даламбера. Теория и задание: Исследование движения механической системы с двумя степенями свободы с помощью принципа Лагранжа – Даламбера и уравнений Лагранжа второго рода относительно положения равновесия: Учебное пособие. – Томск: ТГАСУ, 2009. – 65 с.
112. Rajabov O., Mavlyanov A., Yakubova A. Study of the influence of the parameters of the plastic grate on elastic supports with nonlinear stiffness on the oscillation frequency // International scientific and practical conference "Innovative ideas of modern youth in science and education", – USA, 2019. – pp. 152–154.
113. Тураев Н.Т. Теоретическая механика.–Ташкент: “Ношир”, 2012. –304 с.
114. Ражабов О.И., Джураев А., Рустамов Б. Определение реакции при взаимодействии летучек хлопка с сетчатой поверхностью очистителя хлопка от мелкого сора. «Развитие науки и техники». –Бухара, 2018.– №3. – С. 20–26
115. Мвлянов Т.М. и другие. Теоретическая механика: учеб. – Ташкент: ТТИЛП. – 2001.

116. Ражабов О.И., Джураев А. Обоснование жесткости упругой опоры сетчатой поверхности очистителя хлопка от мелкого сора // Проблемы и перспективы развития инновационного сотрудничества в системе научных исследований и карточного обучения: Материалы международной научно-практической конференции. – Бухара, 2017. – С. 31–33.
117. Ражабов О.И., Джураев А., Анализ колебаний упругой пластины сетчатой поверхности очистителя при случайном возмущении от хлопка-сырца. «Развитие науки и техники». – Бухара, 2017. – №4 – С. 114–118.
118. Ражабов О.И., Далиев Ш.Л., Джураев А., Мавлянов А.П. Сетчатая поверхность очистителя волокнистого материала от мелкого сора // Молодежь и XXI век – 2017: Материалы VII Международной молодежной научной конференции. – Курск, 2017. – С. 256–260.
119. Мэнли Р. Анализ и обработка записей колебаний. Машиностроение, М., 1974, 368с.
120. Будин Е.Ф. Исследование колосниково – пильчатых рабочих органов очистителей хлопка-сырца машинного сбора средневолокнистых сортов: Дисс...канд. тех. наук. Ташкент: ТИТЛП, 1968. – 156 с.
121. Тимошенко С.П., Янг Д.Х., Унвер У., Колебания в инженерном деле. Машиностроение, М., 1985, 472 С.
122. Потураев ВТ., Дырда В.И. Резиновые детали машин. М. Машиностроение 1977 г.
123. 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.
124. 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. Ташкент–2016 г., С. 35–37.

125. Турсунов Х.К. Механика рабочих органов волокноочистительных машин, Ташкент, Фан, 1997г, 126 с.
126. Муродов О.Ж. Анализ влияния переменности угловой скорости пильчатого барабана на угол отклонения захваченной летучки в очистителе хлопка / О. Ж. Муродов // Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина. Дизайн и технологии» 2021,81(123). С .73–77.
127. Муродов О.Ж. Совершенствование конструкции питающих валиков питателей хлопка / О.Ж. Муродов, Ж. Мирахмедов Ш. Мамадалиев // Тезисы Республиканской научно-практической конференции. Ташкент 2006 г., С. 284–285.
128. 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, Том I. Ургенчский государственный университет, 2021. С. 529–530.
129. Методы динамических испытаний для резины (общие требования). ГОСТ 23926-78, – М. –1978, –18с.
130. 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.
131. 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
132. 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 J ournal of Physics: Conference Series 1889 (2021) 042017 IOP Publishing doi:10.1088/1742-6596/1889/4/042017.page–1–5.

133. 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.
134. Патент на полезная модель РФ регистрационный №2021132612 ФИПС от 08.11.2021. входящий №068777. Пильный диск волокноочистителя / Муродов О.Ж., Мавлянов А.П., Абдусаматов А.А.
135. Murodov O.J. Analysis of harmful mixtures in air flow during cotton cleaning / O.J. Murodov, A.S.H. 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.
136. 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.
137. Муродов О.Ж. Совершенствование системы питания и волокна отделения в пильных 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
138. Патент на полезная 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; Опубл. 27.12.2019. Бюл. № 1.
139. 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.
140. Муродов О.Ж. Разработка конструкции и обоснование параметров вибрационного пластмассового колосника очистителя хлопка от крупного сора. Дисс. (PhD) по техническим наукам: – Ташкент, 2018. –156 с.
141. ГОСТ 23326-78 Резина. Методы динамических испытаний. Общие требования. База ГОСТов. Резиновая, резинотехническая, асбесто-техническая и пластмассовая промышленность [Электронный ресурс]–Режим доступа: https://allgosts.ru/83/060/gost_23326-78
142. Патенты на программы для ЭВМ UZB №12975. ДГУ 20213002. Компьютерная программа для решения уравнения Навье–Стокса динамики движения пыли в канале / О.Ж. Муродов, А.Ш., 12.10.2021; Оpubл.09.11.2021.
143. 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.
144. Севостьянов А.Г. Методы и средство исследования механико-технологических процессов текстильной промышленности. –М.: МГТУ им А.Н. Косыгина, 2007. – 648 с. ISBN 5-8196-0091-6.
145. 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
146. ГОСТ Стандарт УзГСт 598:2008. «Технические семена, методы отбора образцов». Узбекское агентство стандартизации, метрологии и сертификации. Ташкент, 2014. с 3.
147. 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.

148. Murodov O.J., M. T. Khojiev., A. Juraev., A. Rakhimov. Development of Design and Substantiation of The Parameters of the Separator for Fibrous Materials. International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE) ISSN: 2277-3878, Volume-8 Issue-2, July 2019. page–5806–5811.
149. 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.
150. Гост стандарт O'z DSt 643:2006 «Хлопок. Методы определения влажности», Узбекское агентство стандартизации, метрологии и сертификации. – Ташкент, 2006.
151. Стандарты России и СНГ «Хлопок-сырец. Методы определения влажности. Взамен O'z DSt 644-95. [Электронный ресурс]–Режим доступа: <https://gostperevod.ru/o-z-dst-644-2006.html>
152. Муродов О.Ж., Джураев А.Ж. Особенности конструкции пяти и шестигранных колосников очистителя хлопка. 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. С.265–266.
153. 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>
154. Веденяпин Г.В. Общая методика экспериментального исследования и обработка опытных данных. // Колос. – М. –1973. –199 с.
155. Немец И. Практическое применение тензорезисторов. // Пер. с чешского. Энергия. М. –1970. –144 с.

156. 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.
157. 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 сор) / О.Ж. Муродов, О.И. Ражабов С.Х. Бобожонов // «Развитие науки и технологий» Научно-технический журнал №1. Бухарский инженерно-технологический институт 2018 г. С. 5–12.
158. Муродов О.Ж. «Ремонт сетевых машин». Учебник / О.Ж. Муродов., А.Х.Каюмов., Р.Х.Росулов // МВ и ССО Рес Узб. Наманганский инженерно-технологический институт. Учебное пособие «Ремонт сетевых машин» 5320300–Технологические машины и оборудование (текстильная, легкая и хлопчатобумажная промышленность) Ташкент–2019. –515 с.
159. 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.
160. 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.
161. 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.
162. 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.
163. Муродов О.Ж. Режимы движения барабана питателя при случайном сопротивлении от хлопка / О.Ж. Муродов, А. Джураев, Д.Ю. Мирахмедов, О.П. Мавлонов // «Проблемы текстиля». Научно-технический журнал. Ташкент. 2005. № 4. С. 8–11.
164. Справочник. Э.Л. Калинчаев., М.Б. Саковцева. Выбор пластмасс для изготовления и эксплуатации изделий. Справочное пособие. Ленинград. Издательство «Химия», Ленинградское отделение. 2007 г
165. 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.
166. Раевский Н.П. Датчики механических параметров машин. М. изд., 1999, 226с.

167. 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.
168. Муродов О.Ж. Эффективная конструкция барабана для съема хлопко-сырца с пильных 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.
169. 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.
170. 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.
171. Баранчикова С.Г. и др. под общ. ред. проф. Ершовой И.В. Экономическая эффективность технических решений: учебное пособие – Екатеринбург, 2016. – 140 с.
172. Габитова Е.В., Данилкин В.В., Старкова Т.Ю. Методические указания определению экономической эффективности научно-исследовательских работ новой техники. – Челябинск: издательский центр ЮУрГУ, 2011.–40 с.
173. 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.

174. 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.
175. 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>.

ПРИЛОЖЕНИЯ

“КЕЛИШИЛДИ”
 НМТИ Илмий ишлар ва
 инновациялар бўйича проректор
 О.К.Эргашев
 “ 02 ” “ 02 ” 2020 й.
 М.Ў.

“ТАСДИКЛАЙМАН”
 Кўкча текстил МЧЖга қарашли
 “Коттон унитар корхонаси” пахта тозалаш
 корхонаси директори Г.А.Хаджаев
 “ 02 ” “ 02 ” 2020 й.
 М.Ў.

ОЎЮ да илмий-тадқиқот, тажриба – конструкторлик ва технологик ишлар натижасини
 жорий этиш

ДАЛОЛАТНОМА № 7

Буюртмачи Кўкча текстил МЧЖга қарашли “Коттон унитар корхонаси” пахта тозалаш
 корхонаси

(ташкилот номи)

Бошқарувчи Г.А.Хаджаев

(Ф.И.Ш. ташкилот раҳбари)

Томонидан, №-рақамли «Пахтани табиий хусусиятларини сақлаш мақсадида ҳаводан
 ажратиш жараёнини такомиллаштириш»

мавзусидаги ишнинг натижаси Кўкча текстил МЧЖга қарашли “Коттон унитар
 корхонаси” пахта тозалаш корхонаси

(тадбиқ этилган корхонанинг номи)

тадбиқ этилганини ушбу далолатнома билан тасдиқлаймиз

1. Натижани тадбиқ этиш тури СС-15А сепараторининг такомиллаштирилган варианти
 асосида янги технологик ускуна ишлаб чиқарилди

(буюмнинг эксплуатацияси; ишнинг технологияси, маҳсулот ишлаб чиқариш)

2. Тадбиқ этиш кўлами Корхонанинг қуриши-тозалаш бўлимида 2СБ-10 қуриши
 барабанидан олдинги сепаратор такомиллаштирилди

(ноёб, ягона, оммавий, марка, кетма-кетлик)

3. Тадбиқ этиш шакли Янги ускуна СС-15А сепараторининг сепарация камерасини кириш
 қисмига тадбиқ қилинди

4. ИТИ натижасининг янгилиги Такомиллаштирилган янги ускуна пахтани табиий
 хусусиятларини сақлаб қолган ҳолда чигитни механик шикастланиш даражасини

камайтириш имкониятини беради ва калта толалар пайдо бўлишини олди олинади
 (янги, мутлоқ янги, такомиллаштирилди ва х.к.)

5. Саноат – тажриба синови Кўкча текстил МЧЖга қарашли “Коттон унитар
 корхонаси” пахта тозалаш корхонасида ўтказилди. 12.02.2020 №

(Синов ўтказилган ташкилот, вақти ва далолатноманинг т/р)

6. Тадбиқ этилди: Далолатноманинг тартиб рақами №

Ишлаб чиқаришга технологик жараёнга тадбиқ этилди

(майдон, цех, технологик жараён)

Лойиҳалаш ишлари Наманган муҳандислик технология институтининг “Табиий
 толаларни дастлабки ишлаш технологияси” кафедрасида бажарилган

(корхона объекти кўрсатилади)

2022/1/20 14:44

7. Йиллик иқтисодий самарадорлик:

Олинган 490592,0 минг сўм
(лойиҳани тадбик этилишидан)

хақиқий 490592,0 (тўрт юз тўқсон икки миллион беш юз тўқсон икки) минг сўм
(лойиҳани тадбик этилишидан)

ҳамкорлик улуши _____ минг сўм
(фоиз:сон раками)

8. Тадбик натижасининг солиштирма иқтисодий самараси _____ сўм.

9. Ижтимоий самара, _____ нима _____ ни

Шартномани тузиш вақтида илмий ишлар ҳисоби якуни бўйича ҳисоблаб чиқилган (Э_{гар}=минг. сум, босқичма-босқич киритилиши билан Э_{гар}) кафолатланган иқтисодий самарадорликни ҳисоблаш учун асос бўлиб амалга ошириш ҳажми.

Илова: - Ушбу далолатнома буютмачи ва бажарувчилар томонидан герб муҳри билан тасдиқланади.

- хақиқий йиллик иқтисодий самаранинг ҳисоблаш молия режа бўлимининг бошлиғи: ИТИ нинг техник бўлим учун – технолог – иқтисодий бўлимнинг бошлиғи, бош ҳисобчи томонидан имзоланади ва герб муҳри билан тасдиқланади.

- Ижтимоий самара, техник бўлимининг бошлиғи, режа бўлимининг бошлиғи томонидан имзоланади ва герб муҳри билан тасдиқланади.

Институздан:

Корхонадан:

Директор ИИИТМ Р.К. Абдуллаев

Режа бўлими бошлиғи: Э.Т. Хидирбоев

Илмий иш бўйича раҳбар т.ф.д. М.Т. Ходжиев

Бош муҳандис М.Гибадулин

Бажарувчилар: PhD О.Ж. Муродов

Д.Д. Эшмуродов

2022/1/20 13:37

"СОГЛАСОВАНО"

**Проректор Наманганского
инженерно-технологического
института (НМТИ) по науке и
инновациям**

подпись **О.К.Эргашев**

"УТВЕРЖДАЮ"

«Кукча Текстиль».
**Директор хлопкоочистительного завода
"Хлопковое унитарное предприятие" –
подпись Хаджаев Г.А.**

« 2 » 2 2020 г.

Внедрение результатов научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ высшей школы

АКТ № 7

Клиент Хлопкоочистительный завод «Кукча Текстиль»

(название организации)

Директор Ф.Фаттоев

(Ф.И.О. ГЛАВА организации)

К «Улучшение процесса разделения воздуха с целью сохранения природных свойств хлопка»

результат работы над предметом хлопкоочистительный завод «Кукча текстиль» в акционерном обществе

(наименование предприятия-заявителя)

Подтверждаем исполнением настоящего акта

1. Тип применения результата СС-15А разработано новое технологическое оборудование на базе усовершенствованной версии сепаратора

(работа продукта; технология работы, производство)

2. Объем реализации В сушильно-очистительном цехе предприятия модернизирован сепаратор перед сушильным барабаном 2СБ-10 и перед УХК

(уникальный, неповторимый, массовый, бренд, серия)

3. Форма заявки Внедрено новое оборудование на входе в разделительную камеру сепаратора СС-15А.

4. Новизна результатов Усовершенствованное новое оборудование позволяет снизить уровень механических повреждений хлопка при сохранении его природных свойств

(новый, совершенно новый, улучшенный и т. д.)

5. Производственно-опытное испытание проведено на АО «Кукча текстиль» 2.02.2020

(Организация, время и т/р действия проверены)

6. Применяется: Акт номер акта № 7

Применяется в технологическом процессе производства
(поле, цех, технологический процесс)

Проектная работа выполнена на кафедре «Технология первичной переработки натуральных волокон» Наманганского инженерно-технологического института

(отображается корпоративный объект)

7. Годовая экономическая эффективность:

Получено 490592,0 тыс. сум

(от реализации проекта)

реальная 490592,0 (пятьсот пятнадцать миллионов шестьсот семьдесят тысяч) тыс. сум

(от реализации проекта)

доля сотрудничества _____ тыс. сум

(процент: число)

8. Сравнительный экономический эффект результата применения _____ сум.

9. Социальный эффект, _____ какой _____

Объем реализации, являющийся основой для расчета гарантированной экономической эффективности, исчисляется по окончании договора научной работы и на момент заключения договора.

Приложение: - Настоящий акт заверяется печатью заказчика и исполнителя.

- Расчет фактического годового экономического эффекта начальника отдела финансового планирования: для технического отдела ИТИ - технолога - начальника экономического отдела, подписанного главным бухгалтером и заверенного печатью.

- Социальный эффект подписывается начальником технического отдела, начальником планового отдела и заверяется печатью.

От института:

Директор ИИИТМ подпись Р.К.Абдуллаев

Научный руководитель

подпись д.т.н. М.Т. Ходжиев

Исполнители: подпись PhD О.Ж.Муродов

подпись Д.Д.Эшмуродов

От предприятия:

Начальник отдела

планирования: подпись Э.Т. Хидирбаев

Главный инженер: подпись М. Гибадулин



Оўю да илмий-тадқиқот, тажриба – конструкторлик ва технологик ишлар натижасини
 жорий этиш

ДАЛОЛАТНОМА № 2.28/53

Буюртмачи Кўкча текстил МЧЖга қарашли “Коттон унитар корхонаси” пахта тозалаш
 корхонаси
 (ташкilot номи)

Бошқарувчи Ш.Н.Бекова
 (Ф.И.Ш. ташкilot раҳбари)

Томонидан, № -рақамли «Пахтани табиий хусусиятларини сақлаш мақсадида ҳаводан
 ажратили жараёнини такомиллаштириш»

мавзусидаги ишнинг натижаси Тошкент вилояти “Пискент пахта тозалаш заводи”
 акционерлик жамияти
 (тадбиқ этилган корхонанинг номи)

тадбиқ этилганини ушбу далолатнома билан тасдиқлаймиз

1. Натижани тадбиқ этиш тури СС-15А сепараторининг такомиллаштирилган варианты
 асосида янги технологик ускуна ишлаб чиқарилди
 (буюмнинг эксплуатацияси; ишнинг технологияси, махсулот ишлаб чиқариш)

2. Тадбиқ этиш кўлами Корхонанинг қурилиш-тозалаш бўлимида 2СБ-10 қурилиш
 барабанидан олдинги сепаратор такомиллаштирилди
 (ноёб, ягона, оммавий, марка, кетма-кетлик)

3. Тадбиқ этиш шакли Янги ускуна СС-15А сепараторининг сепарация камерасини кириш
 қисмига тадбиқ қилинди

4. ИТИ натижасининг янгилиги Такомиллаштирилган янги ускуна пахтани табиий
 хусусиятларини сақлаб қолган ҳолда чигитни механик шикастланиш даражасини
 камайитиш имкониятини беради ва калта толалар пайдо бўлишини олди олинади
 (янги, мутлоқ янги, такомиллаштирилди ва ҳ.к.)

5. Саноат – тажриба синови Тошкент вилояти “Пискент пахта тозалаш заводи”
 акционерлик жамиятида ўтказилди. 12.02.2020 №
 (Синов ўтказилган ташкilot, вақти ва далолатноманинг т/р)

6. Тадбиқ этилди: Далолатноманинг тартиб рақами №

Ишлаб чиқаришга технологик жараёнга тадбиқ этилди
 (майдон, цех, технологик жараён)

Лойиҳалаш ишлари Наманган муҳандислик технология институтининг “Табиий
 толаларни дастлабки ишлаш технологияси” кафедрасида бажаришган
 (корхона объекти кўрсатилади)

2022/1/20 13:37

7. Йиллик иқтисодий самарадорлик:

Олинган 490592,0 минг сўм
(лойиҳани тадбиқ этилишидан)

ҳақиқий 490592,0 (тўрт юз тўқсон икки миллион беш юз тўқсон икки) минг сўм
(лойиҳани тадбиқ этилишидан)

ҳамкорлик улуши _____ минг сўм
(фойз:сон рақами)

8. Тадбиқ натижасининг солиштирма иқтисодий самараси _____ сўм.

9. Ижтимоий самара, _____ нима _____ ни
Шартномани тузиш вақтида илмий ишлар ҳисоби якуни бўйича ҳисоблаб чиқилган
(Э_{гар}—минг. сўм, босқичма-босқич киритилиши билан Э_{гар}) кафолатланган иқтисодий
самарадорликни ҳисоблаш учун асос бўлиб амалга ошириш ҳажми.

Илова: - Ушбу далолатнома буютмачи ва бажарувчилар томонидан герб муҳри билан тасдиқланади.

- ҳақиқий йиллик иқтисодий самаранинг ҳисоблаш моля режа бўлимининг бошлиғи: ИТИ нинг
техник бўлим учун – технолог – иқтисодий бўлимининг бошлиғи, бош ҳисобчи томонидан имзоланади
ва герб муҳри билан тасдиқланади.

- Ижтимоий самара, техник бўлимининг бошлиғи, режа бўлимининг бошлиғи томонидан имзоланади
ва герб муҳри билан тасдиқланади.

Институтдан:

Бажарувчилар: _____ РИД О.Ж.Муродов

_____ Д.Д.Эшмуродов

“Пискент пахта тозалаш”

АЖ вакиллари:

У.Саидвалиев _____

М.Яхяев _____

2022/1/20 13:37

"СОГЛАСОВАНО"

Проректор Наманганского
инженерно-технологического
института (НМТИ) по науке и
инновациям

подпись **О.К.Эргашев**

"УДТВЕРЖДАЮ"

Директор ОАО «Пискентский
хлопкоочистительный завод» _____
подпись **Бекова Ш.Н.**

« 3 » март 2020 г.

Внедрение результатов научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ высшей школы

АКТ № а20/53

Клиент «Пискентский хлопкоочистительный завод» АО
(название организации)

Директор Бекова Ш.Н.
(Ф.И.О. ГЛАВА организации)

К «Улучшение процесса разделения воздуха с целью сохранения природных свойств хлопка»
результат работы над предметом «Пискентский хлопкоочистительный завод» в акционерном обществе
(наименование предприятия-заявителя)

Подтверждаем исполнением настоящего акта

1. Тип применения результата СС-15А разработано новое технологическое оборудование на базе усовершенствованной версии сепаратора
(работа продукта; технология работы, производство)

2. Объем реализации В сушильно-очистительном цехе предприятия модернизирован сепаратор перед сушильным барабаном 2СБ-10 и перед УХК
(уникальный, неповторимый, массовый, бренд, серия)

3. Форма заявки Внедрено новое оборудование на входе в разделительную камеру сепаратора СС-15А.

4. Новизна результатов Усовершенствованное новое оборудование позволяет снизить уровень механических повреждений хлопка при сохранении его природных свойств
(новый, совершенно новый, улучшенный и т. д.)

5. Производственно-опытное испытание проведено на АО «Когон Пахта Тозалаш» 03.03.2020
(Организация, время и т/р действия проверены)

6. Применяется: Акт номер акта № а20/53

Применяется в технологическом процессе производства
(поле, цех, технологический процесс)

Проектная работа выполнена на кафедре «Технология первичной переработки натуральных волокон» Наманганского инженерно-технологического института
(отображается корпоративный объект)

7. Годовая экономическая эффективность:

Получено 516670,0 тыс. сум

(от реализации проекта)

реальная 516670,0 (пятьсот пятнадцать миллионов шестьсот семьдесят тысяч) тыс. сум

(от реализации проекта)

доля сотрудничества _____ тыс. сум

(процент: число)

8. Сравнительный экономический эффект результата применения _____ сум.

9. Социальный эффект, _____ какой _____

Объем реализации, являющийся основой для расчета гарантированной экономической эффективности, исчисляется по окончании договора научной работы и на момент заключения договора.

Приложение: - Настоящий акт заверяется печатью заказчика и исполнителя.

- Расчет фактического годового экономического эффекта начальника отдела финансового планирования: для технического отдела ИТИ - технолога - начальника экономического отдела, подписанного главным бухгалтером и заверенного печатью.

- Социальный эффект подписывается начальником технического отдела, начальником планового отдела и заверяется печатью.

Отз института:

Директор ИИИТМ подпись Р.К.Абдуллаев

Научный руководитель

подпись д.т.н. М.Т. Ходжиев

Исполнители: подпись PhD О.Ж.Муродов

подпись Д.Д.Эшмуродов

От предприятия:

Начальник отдела планирования:

подпись У. Саидвалиев

Главный инженер: подпись М. Яхьяев



ОЎЮ да илмий-тадқиқот, тажриба – конструкторлик ва технологик ишлар натижасини жорий этиш

ДАЛОЛАТНОМА № 44/12

Буюртмачи «Челак пахта тозалаш» АЖ
(ташкilot номи)

Бошқарувчи И.С.Бойзоков
(Ф.И.Ш. ташкilot рахбари)

Томонидан, №-рақамли «Пахтани табиий хусусиятларини сақлаш мақсадида ҳаводан ажратиш жараёнини такомиллаштириш»

мавзусидаги ишнинг натижаси «Челак пахта тозалаш» акциядорлик жамиятида
(тадбиқ этилган корхонанинг номи)

тадбиқ этилганини ушбу далолатнома билан тасдиқлаймиз

1. Натижани тадбиқ этиш тури СС-15А сепараторининг такомиллаштирилган варианты асосида янги технологик ускуна ишлаб чиқарилди
(буюмнинг эксплуатацияси; ишнинг технологияси, махсулот ишлаб чиқариш)
 2. Тадбиқ этиш кўлами Корхонанинг қуриши-тозалаш бўлимида 2СБ-10 қуриши барабанидан олдинги сепаратор такомиллаштирилди
(ноёб, ягона, оммавий, марка, кетма-кетлик)
 3. Тадбиқ этиш шакли Янги ускуна СС-15А сепараторининг сепарация камерасини кириш қисмига тадбиқ қилинди
 4. ИТИ натижасининг янгилigi Такомиллаштирилган янги ускуна пахтани табиий хусусиятларини сақлаб қолган ҳолда чигитни механик шикастланиш даражасини камайтириш имкониятини беради
(янги, мутлок янги, такомиллаштирилди ва ҳ.к.)
 5. Саноат – тажриба синови «Челак пахта тозалаш» акциядорлик жамиятида ўтказилди. 07.02.2020 №2/23
(Синов ўтказилган ташкilot, вақти ва далолатноманинг т/р)
 6. Тадбиқ этилди: Далолатноманинг тартиб рақами №2/23
Ишлаб чиқаришга технологик жараёнга тадбиқ этилди
(майдон, цех, технологик жараён)
- Лойihalаш ишлари Наманган муҳандислик технология институтининг «Табиий толаларни дастлабки ишлаш технологияси» кафедрасида бажарилган
(корхона объекти кўрсатилади)

7. Йиллик иқтисодий самарадорлик:

Олинган 515670,0 минг сўм
(лойихани тadbик этилишидан)

хақиқий 515670,0 (беш юз ўн беш миллион олти юз етмиш минг) минг сўм
(лойихани тadbик этилишидан)

хамкорлик улуши _____ минг сўм
(фоиз:сон раками)

8. Tadbик натижасининг солиштирма иқтисодий самараси _____ сўм.

9. Ижтимоий самара, _____ нима _____ ни
Шартномани тузиш вақтида илмий ишлар ҳисоби якуни бўйича ҳисоблаб чиқилган
(Э_{гар}=минг. сум, босқичма-босқич киритилиши билан Э_{гар}) кафолатланган иқтисодий
самарадорликни ҳисоблаш учун асос бўлиб амалга ошириш ҳажми.

Илова: - Ушбу далолатнома буютмачи ва бажарувчилар томонидан герб мухри билан тасдиқланади.

- хақиқий йиллик иқтисодий самаранинг ҳисоблаш молия режа бўлимининг бошлиғи: ИТИ нинг
техник бўлим учун – технолог – иқтисодий бўлимининг бошлиғи, бош ҳисобчи томонидан имзоланади
ва герб мухри билан тасдиқланади.

- Ижтимоий самара, техник бўлимининг бошлиғи, режа бўлимининг бошлиғи томонидан имзоланади
ва герб мухри билан тасдиқланади.

Институтдан:

Директор ИИИТМ Р.К. Абдуллаев

Илмий иш бўйича раҳбар т.ф.д. М.Т. Ходжиев

Бажарувчилар: PhD О.Ж. Муродов

Д.Д. Эшмуродов

Корхонадан:

Режа бўлими бошлиғи: Ш.Хасанов

Бош ҳисобчи: Р.Якубов

Бош муҳандис: О.Примов

"СОГЛАСОВАНО"

Проректор Наманганского
инженерно-технологического
института (НМТИ) по науке и
инновациям

подпись О.К.Эргашев

"УТВЕРЖДАЮ"

Директор "Челакский
хлопкоочистительный" завод

подпись И.С.Бойзоков

« 19 » 02 2020 г.

Внедрение результатов научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ высшей школы

АКТ № 44/12

Клиент «Челакский хлопкоочистительный» АО
(название организации)

Директор И.С.Бойзоков
(Ф.И.О. ГЛАВА организации)

К «Улучшение процесса разделения воздуха с целью сохранения природных свойств хлопка»

результат работы над предметом «Челакский хлопкоочистительный» в акционерном обществе
(наименование предприятия-заявителя)

Подтверждаем исполнением настоящего акта

1. Тип применения результата СС-15А разработано новое технологическое оборудование на базе усовершенствованной версии сепаратора

(работа продукта; технология работы, производство)

2. Объем реализации В сушильно-очистительном цехе предприятия модернизирован сепаратор перед сушильным барабаном 2СБ-10 и перед УХК

(уникальный, неповторимый, массовый, бренд, серия)

3. Форма заявки Внедрено новое оборудование на входе в разделительную камеру сепаратора СС-15А.

4. Новизна результатов Усовершенствованное новое оборудование позволяет снизить уровень механических повреждений хлопка при сохранении его природных свойств

(новый, совершенно новый, улучшенный и т. д.)

5. Производственно-опытное испытание проведено на АО «Челакский хлопкоочистительный»
19.02.2020 (Организация, время и действия проверены)

6. Применяется: Акт номер акта № 44/12

Применяется в технологическом процессе производства
(поле, цех, технологический процесс)

Проектная работа выполнена на кафедре «Технология первичной переработки натуральных волокон» Наманганского инженерно-технологического института

(отображается корпоративный объект)

7. Годовая экономическая эффективность:

Получено 490592,0 тыс. сум

(от реализации проекта)

реальная 490592,0 (пятьсот пятнадцать миллионов шестьсот семьдесят тысяч) тыс. сум

(от реализации проекта)

доля сотрудничества _____ тыс. сум

(процент: число)

8. Сравнительный экономический эффект результата применения _____ сум.

9. Социальный эффект, _____ какой _____

Объем реализации, являющийся основой для расчета гарантированной экономической эффективности, исчисляется по окончании договора научной работы и на момент заключения договора.

Приложение: - Настоящий акт заверяется печатью заказчика и исполнителя.

- Расчет фактического годового экономического эффекта начальника отдела финансового планирования: для технического отдела ИТИ - технолога - начальника экономического отдела, подписанного главным бухгалтером и заверенного печатью.

- Социальный эффект подписывается начальником технического отдела, начальником планового отдела и заверяется печатью.

От института:

Директор ИИИТМ подпись Р.К.Абдуллаев

Научный руководитель подпись т.ф.д.. М.Т. Ходжиев

Исполнители:

подпись _ PhD О.Ж.Муродов

подпись _ Д.Д.Эшмуродов

От предприятия:

Начальник отдела

планирования: подпись Ш. Хасанов

Главный бухгалтер: подпись Р.Якубов

Главный инженер: подпись О. Примов



ОЎЮ да илмий-тадқиқот, тажриба – конструкторлик ва технологик ишлар натижасини жорий этиш

ДАЛОЛАТНОМА № /

Буюртмачи “Шерабод пахта тозалаш” АЖ
(ташкilot номи)

Бошқарувчи А.Д.Аликулов
(Ф.И.Ш. ташкilot рахбари)

Томонидан, «Пахтани табиий хусусиятларини сақлаш мақсадида ҳаводан ажратилиш жараёнини такомиллаштириш»

мавзусидаги ишнинг натижаси “Шерабод пахта тозалаш” акциядорлик жамиятида
(тадбиқ этилган корхонанинг номи)

тадбиқ этилганини ушбу далолатнома билан тасдиқлаймиз

1. Натижани тадбиқ этиш тури СС-15А сепараторининг такомиллаштирилган варианты асосида янги технологик ускуна ишлаб чиқарилди
(буюмнинг эксплуатацияси; ишнинг технологияси, махсулот ишлаб чиқариш)

2. Тадбиқ этиш кўлами Корхонанинг қурилиш-тозалаш бўлимида 2СБ-10 қурилиш барабанидан олдинги сепаратор такомиллаштирилди
(ноёб, ягона, оммавий, марка, кетма-кетлик)

3. Тадбиқ этиш шакли Янги ускуна СС-15А сепараторининг сепарация камерасини қириш қисмига тадбиқ қилинди

4. ИТИ натижасининг янгилиги Такомиллаштирилган янги ускуна пахтани табиий хусусиятларини сақлаб қолган ҳолда чигитни механик шикастланмиш даражасини камайитиш имкониятини беради
(янги, мутлоқ янги, такомиллаштирилди ва ҳ.к.)

5. Саноат – тажриба синови “Шерабод пахта тозалаш” акциядорлик жамиятида ўтказилди. 20.10.2019 №7/823
(Синов ўтказилган ташкilot, вақти ва далолатноманинг т/р)

6. Тадбиқ этилди: Далолатноманинг тартиб рақами №7/823

Ишлаб чиқаришга технологик жараёнга тадбиқ этилди
(майдон, цех, технологик жараён)

Лойиҳалаш ишлари Наманган муҳандислик технология институтининг “Табиий толарни дастлабки ишлаш технологияси” кафедрасида бажарилган
(корхона объекти курсатилди)

7. Йиллик иқтисодий самарадорлик:

Олинган 490592,0 минг сўм
(лойиҳани тадбиқ этилишидан)

ҳақиқий 490592,0 минг сўм
(лойиҳани тадбиқ этилишидан)

ҳамкорлик улуши 50 % минг сўм
(фoиз:сон рақами)

8. Тадбиқ натижасининг солиштирма иқтисодий самараси _____ сўм.

9. Ижтимоий самара, _____ нима _____ ни
Шартномани тузиш вақтида илмий ишлар ҳисоби якуни бўйича ҳисоблаб чиқилган
($\Delta_{\text{гар}}$ =минг. сум, босқичма-босқич киритилиши билан $\Delta_{\text{гар}}$) кафолатланган иқтисодий
самарадорликни ҳисоблаш учун асос бўлиб амалга ошириш ҳажми.

Илова: - Ушбу далолатнома буютмачи ва бажарувчилар томонидан герб муҳри билан тасдиқланади.

- ҳақиқий йиллик иқтисодий самаранинг ҳисоблаш молия режа бўлимининг бошлиғи: ИТИ нинг
техник бўлим учун – технолог – иқтисодий бўлимининг бошлиғи, бош ҳисобчи томонидан
имзоланади ва герб муҳри билан тасдиқланади.

- Ижтимоий самара, техник бўлимининг бошлиғи, режа бўлимининг бошлиғи томонидан
имзоланади ва герб муҳри билан тасдиқланади.

Институтдан:

Директор ИИИТМ [Signature] Р.К.Абдуллаев

Илмий иш бўйича раҳбар [Signature] т.ф.д. М.Т. Ходжиев

Бажарувчилар: [Signature] PhD. О.Ж.Муродов

[Signature] А.Рахимов

[Signature] Д.Эшмуродов

Корхонадан:

Режа бўлими бошлиғи: [Signature] А.Ж.Култураев

Бош ҳисобчи: [Signature] Г.Ойназаров

Бош муҳандис [Signature] Н.Турсунов



"СОГЛАСОВАНО"

Проректор Наманганского
инженерно-технологического
института (НМТИ) по науке и
инновациям

подпись О.К. Энгашев

"УТВЕРЖДАЮ"

Директор Шерабадского
хлокоочистительного завода

подпись А.Д. Аликулов

« 19 » 09 2019 г.

Внедрение результатов научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ в высшей школе

АКТ № 1

Клиент «Шерабадский хлокоочистительный завод» АО
(название организации)

Директор А.Д. Аликулов
(Ф.И.О. ГЛАВА организации)

К «Улучшение процесса разделения воздуха с целью сохранения природных свойств хлопка»

результат работы над предметом “Шерабадский хлокоочистительный завод” в акционерном обществе

(наименование предприятия-заявителя)

Подтверждаем исполнением настоящего акта

1. Тип применения результата СС-15А разработано новое технологическое оборудование на базе усовершенствованной версии сепаратора

(работа продукта; технология работы, производство)

2. Объем реализации В сушильно-очистительном цехе предприятия модернизирован сепаратор перед сушильным барабаном 2СБ-10 и перед УХК

(уникальный, неповторимый, массовый, бренд, серия)

3. Форма заявки Внедрено новое оборудование на входе в разделительную камеру сепаратора СС-15А.

4. Новизна результатов Усовершенствованное новое оборудование позволяет снизить уровень механических повреждений хлопка при сохранении его природных свойств

(новый, совершенно новый, улучшенный и т. д.)

5. Производственно-опытное испытание проведено на АО «Шерабадский х/л завод» 21.11.2019

(Организация, время и т/р действия проверены)

6. Применяется: Акт номер акта № 1

Применяется в технологическом процессе производства
(поле, цех, технологический процесс)

Проектная работа выполнена на кафедре «Технология первичной переработки натуральных волокон» Наманганского инженерно-технологического института

(отображается корпоративный объект)

7. Годовая экономическая эффективность:

Получено 490592,0 тыс. сум

(от реализации проекта)

реальная 490592,0 (пятьсот пятнадцать миллионов шестьсот семьдесят тысяч) тыс. сум

(от реализации проекта)

доля сотрудничества _____ тыс. сум

(процент: число)

8. Сравнительный экономический эффект результата применения _____ сум.

9. Социальный эффект, _____ какой _____

Объем реализации, являющийся основой для расчета гарантированной экономической эффективности, исчисляется по окончании договора научной работы и на момент заключения договора.

Приложение: - Настоящий акт заверяется печатью заказчика и исполнителя.

- Расчет фактического годового экономического эффекта начальника отдела финансового планирования: для технического отдела ИТИ - технолога - начальника экономического отдела, подписанного главным бухгалтером и заверенного печатью.

- Социальный эффект подписывается начальником технического отдела, начальником планового отдела и заверяется печатью.

Из института:

Директор ИИИТМ подпись Р.К.Абдуллаев

Научный руководитель подпись т.ф.д. М.Т. Ходжиев

Исполнители:

подпись PhD О.Ж.Муродов

подпись А. Рахимов

подпись Д.Д.Эшмуродов

От предприятия:

Начальник отдела планирования: подпись А.Ж. Култураев

Главный бухгалтер: подпись Г.Ойназаров

Главный инженер: подпись Н.Турсунов

“КЕЛИШИЛДИ”
 НМТИ Илмий ишлар ва
 инновациялар бўйича проректор
 О.К.Эргашев
 “21” Ноябрь 2019 й.
 М.Ў.

“ТАСДИКЛАЙМАН”
 “Когон пахта тозалаш” АЖ
 директори Ф.Фаттоев
 “21” Ноябрь 2019 й.
 М.Ў.

ОЎЮ да илмий-тадқиқот, тажриба – конструкторлик ва технологик ишлар натижасини
 жорий этиш

ДАЛОЛАТНОМА № _____

Буюртмачи «Когон пахта тозалаш» АЖ
 (ташкилот номи)

Бошқарувчи Ф.Фаттоев
 (Ф.И.Ш. ташкилот раҳбари)

Томонидан, «Пахтани табиий хусусиятларини сақлаш мақсадида ҳаводан ажратиш
 жараёнини такомиллаштириш»

мавзусидаги ишнинг натижаси “Когон пахта тозалаш” акциядорлик жамиятида
 (тадбиқ этилган корхонанинг номи)

тадбиқ этилганини ушбу далолатнома билан тасдиқлаймиз

1. Натижани тадбиқ этиш тури СС-15А сепараторининг такомиллаштирилган варианти
 асосида янги технологик ускуна ишлаб чиқарилди
 (буюмнинг эксплуатацияси; ишнинг технологияси, махсулот ишлаб чиқариш)

2. Тадбиқ этиш кўлами Корхонанинг қуриши-тозалаш бўлимида 2СБ-10 қуриши
 барабанидан олдинги сепаратор такомиллаштирилди
 (ноёб, ягона, оммавий, марка, кетма-кетлик)

3. Тадбиқ этиш шакли Янги ускуна СС-15А сепараторининг сепарация камерасини кириш
 қисмига тадбиқ қилинди

4. ИТИ натижасининг янгилиги Такомиллаштирилган янги ускуна пахтани табиий
 хусусиятларини сақлаб қолган ҳолда чигитни механик ишкастланиш даражасини
 камайтириш имкониятини беради
 (янги, мутлоқ янги, такомиллаштирилди ва ҳ.к.)

5. Саноат – тажриба синови “Когон пахта тозалаш” акциядорлик жамиятида
 ўтказилди 21.11.2019 й.
 (Синов ўтказилган ташкилот, вақти ва далолатноманинг т/р)

6. Тадбиқ этилди: Далолатноманинг тартиб рақами № _____

Ишлаб чиқаришга технологик жараёнга тадбиқ этилди
 (майдон, цех, технологик жараён)

Лойиҳалаш ишлари Наманган муҳандислик технология институтининг “Табиий
 толаларни дастлабки ишлаш технологияси” кафедрасида бажарилган
 (корхона объекти кўрсатилади)

7. Йиллик иктисодий самарадорлик:

Олинган 515670,0 минг сўм
(лойиҳани тadbик этилишидан)

хақиқий 515670,0 (беш юз ўн беш миллион олти юз етмиш минг) минг сўм
(лойиҳани тadbик этилишидан)

хамкорлик улуши _____ минг сўм
(фонз:сон раками)

8. Tadbик натижасининг солиштирма иктисодий самараси _____ сўм.

9. Ижтимоий самара, _____ нима _____ ни
Шартномани тузиш вақтида илмий ишлар ҳисоби якуни бўйича ҳисоблаб чиқилган
(Э_{гар}=минг. сум, босқичма-босқич киритилиши билан Э_{гар}) кафолатланган иктисодий
самарадорликни ҳисоблаш учун асос бўлиб амалга ошириш ҳажми.

Илова: - Ушбу далолатнома буютмачи ва бажарувчилар томонидан герб мухри билан тасдиқланади.

- хақиқий йиллик иктисодий самаранинг ҳисоблаш молия режа бўлимининг бошлиғи: ИТИ нинг
техник бўлим учун – технолог – иктисодий бўлимининг бошлиғи, бош ҳисобчи томонидан имзоланади
ва герб мухри билан тасдиқланади.

- Ижтимоий самара, техник бўлимининг бошлиғи, режа бўлимининг бошлиғи томонидан имзоланади
ва герб мухри билан тасдиқланади.

Институтдан:

Корхонадан:

Директор ИИИТМ [Signature] Р.К.Абдуллаев

Режа бўлими бошлиғи:

Илмий иш бўйича раҳбар [Signature] Г.ф.д. М.Т. Ходжиев

Бажарувчилар: [Signature] PhD О.Ж.Муродов

Бош ҳисобчи:

[Signature] Д.Д.Эшмуродов

[Signature] Х.Очилов

24.11.2019.

Бош муҳандис

[Signature] О.Умаров

"СОГЛАСОВАНО"

Проректор Наманганского
инженерно-технологического
института (НМТИ) по науке и
инновациям

подпись О.К.Эргашев

"ПОДТВЕРЖДАЮ"

Директор Каганского
хлокоочистительного завода

подпись Ф.Фаттоев

« 24 » 11 2020 г.

Внедрение результатов научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ высшей школы

АКТ № 1

Клиент «Каганский хлокоочистительный завод» АО
(название организации)

Директор Ф.Фаттоев
(Ф.И.О. ГЛАВА организации)

К «Улучшение процесса разделения воздуха с целью сохранения природных свойств хлопка»

результат работы над предметом “Каганский хлокоочистительный завод” в акционерном обществе

(наименование предприятия-заявителя)

Подтверждаем исполнением настоящего акта

1. Тип применения результата СС-15А разработано новое технологическое оборудование на базе усовершенствованной версии сепаратора

(работа продукта; технология работы, производство)

2. Объем реализации В сушильно-очистительном цехе предприятия модернизирован сепаратор перед сушильным барабаном 2СБ-10 и перед УХК

(уникальный, неповторимый, массовый, бренд, серия)

3. Форма заявки Внедрено новое оборудование на входе в разделительную камеру сепаратора СС-15А.

4. Новизна результатов Усовершенствованное новое оборудование позволяет снизить уровень механических повреждений хлопка при сохранении его природных свойств

(новый, совершенно новый, улучшенный и т. д.)

5. Производственно-опытное испытание проведено на АО «Когон Пахта Тозалаш» 21.11.2019

(Организация, время и т/р действия проверены)

6. Применяется: Акт номер акта № 1

Применяется в технологическом процессе производства
(поле, цех, технологический процесс)

Проектная работа выполнена на кафедре «Технология первичной переработки натуральных волокон» Наманганского инженерно-технологического института

(отображается корпоративный объект)

7. Годовая экономическая эффективность:

Получено 515670,0 тыс. сум

(от реализации проекта)

реальная 515670,0 (пятьсот пятнадцать миллионов шестьсот семьдесят тысяч) тыс. сум

(от реализации проекта)

доля сотрудничества _____ тыс. сум

(процент: число)

8. Сравнительный экономический эффект результата применения _____ сум.

9. Социальный эффект, _____ какой _____

Объем реализации, являющийся основой для расчета гарантированной экономической эффективности, исчисляется по окончании договора научной работы и на момент заключения договора.

Приложение: - Настоящий акт заверяется печатью заказчика и исполнителя.

- Расчет фактического годового экономического эффекта начальника отдела финансового планирования: для технического отдела ИТИ - технолога - начальника экономического отдела, подписанного главным бухгалтером и заверенного печатью.

- Социальный эффект подписывается начальником технического отдела, начальником планового отдела и заверяется печатью.

Из института:

Директор НМТИ подпись Р.К.Абдуллаев

Научный руководитель подпись

т.ф.д.. М.Т. Ходжиев

Исполнители:

подпись PhD О.Ж.Муродов

подпись Д.Д.Эшмуродов

От предприятия:

Начальник отдела планирования:

подпись

Главный бухгалтер: подпись Х.Очилов

Главный инженер: подпись О.Умаров

"КЕЛИШИЛДИ"
 НМТИ Илмий ишлар ва
 инновациялар буйича проректор
 О.К.Эргашев
 "24" 12 2020 й.
 М.Ў.

"ТАСДИҚЛАЙМАН"
 "Бухоро Агро кластер" МЧЖга
 қарашли "Пешку пахта тозалаш" АЖ
 директори С.С.Насуллаев
 "24" 12 2020 й.
 М.Ў.

ОЎЮ да илмий-тадқиқот, тажриба – конструкторлик ва технологик ишлар натижасини
 жорий этиш

ДАЛОЛАТНОМА № 1

Буюртмачи "Бухоро Агро кластер" МЧЖга қарашли "Пешку пахта тозалаш" АЖ
 (ташкilot номи)

Бошқарувчи Насуллоев Сайфиддин Савриевич
 (Ф.И.Ш. ташкilot раҳбари)

Томонидан, "Пахтани табиий хусусиятларини сақлаш мақсадида ҳаводан ажратиш
 жараёнини такомиллаштириш"

мавзусидаги ишнинг натижаси "Бухоро Агро кластер" МЧЖга қарашли "Пешку пахта
 тозалаш" АЖ
 (тадбик этилган корхонанинг номи)

тадбик этилганини ушбу далолатнома билан тасдиқлаймиз

1. Натижани тадбик этиш тури СС-15А сепараторининг такомиллаштирилган варианты
 асосида янги технологик ускуна ишлаб чиқарилди
 (буюмнинг эксплуатацияси; ишнинг технологияси, махсулот ишлаб чиқариш)

2. Тадбик этиш кўлами Корхонанинг қурилиш-тозалаш бўлимида УХК пахта тозалаш
 агрегатидан олдинги сепаратор такомиллаштирилди
 (ноёб, ягона, оммавий, марка, кетма-кетлик)

3. Тадбик этиш шакли Янги ускуна СС-15А сепараторининг сепарация камерасини кириш
 қисмига тадбик қилинди

4. ИТИ натижасининг янгилити Такомиллаштирилган янги ускуна пахтани табиий
 хусусиятларини сақлаб қолган ҳолда чигитни механик шикастланиш даражасини
 камайтириш имкониятини беради
 (янги, мутлоқ янги, такомиллаштирилди ва х.к.)

5. Саноат – тажриба синови "Бухоро Агро кластер" МЧЖга қарашли "Пешку пахта
 тозалаш" АЖ 07.02.2020 №2/23
 (Синов ўтказилган ташкilot, вақти ва далолатноманинг т/р)

6. Тадбик этилди: Далолатноманинг тартиб рақами №2/23

Ишлаб чиқаришга технологик жараёнга тадбик этилди
 (майдон, цех, технологик жараён)

Лойихалаш ишлари Наманган муҳандислик технология институтининг "Табиий
 тозаларни дастлабки ишлаш технологияси" кафедрасида бажарилган
 (корхона объекти курсатилади)

7. Йиллик иктисодий самарадорлик:

Олинган 515670,0 минг сўм
(лойихани тadbик этилишидан)

хақиқий 515670,0 (беш юз ўн беш миллион олти юз етмиш минг) минг сўм
(лойихани тadbик этилишидан)

хамкорлик улуши _____ минг сўм
(фонз.сон раками)

8. Tadbик natijasinинг солиштирма иктисодий самараси _____ сўм.

9. Ижтимоий самара, _____ нима _____ ни
Шартномани тузиш вақтида илмий ишлар ҳисоби якуни бўйича ҳисоблаб чиқилган
(Э_{гар}=минг. сум, босқичма-босқич киритилиши билан Э_{гар}) кафолатланган иктисодий
самарадорликни ҳисоблаш учун асос бўлиб амалга ошириш ҳажми.

Илова: - Ушбу далолатнома буютмачи ва бажарувчилар томонидан герб мухри билан тасдиқланади.

- хақиқий йиллик иктисодий самаранинг ҳисоблаш молия режа бўлимининг бошлиғи: ИТИ нинг
техник бўлим учун – технолог – иктисодий бўлимининг бошлиғи, бош ҳисобчи томонидан имзоланади
ва герб мухри билан тасдиқланади.

- Ижтимоий самара, техник бўлимининг бошлиғи, режа бўлимининг бошлиғи томонидан имзоланади
ва герб мухри билан тасдиқланади.

Институтдан:

Директор ИИИТМ [Signature] Р.К.Абдуллаев
Илмий иш бўйича раҳбар [Signature] т.ф.д. М.Т. Ходжиев
Бажарувчилар: [Signature] PhD О.Ж.Муродов
[Signature] Д.Д.Эшмуродов

24.12.2020

Корхонадан:

Режа бўлими бошлиғи [Signature] С.Н.Садиров
Бош ҳисобчи: [Signature] Д.З.Салимов
Бош муҳандис [Signature] З.Р.Тураев
Бош механик [Signature] Н.А.Сандов



"СОГЛАСОВАНО"

Проректор Наманганского
инженерно-технологического
института (НМТИ) по науке и
инновациям

_____ О.К.Эргашев

"УТВЕРЖДАЮ"

Директор Пешкувского
хлокоочистительного завода

_____ С.С Насуллаев

« 24 » _____ 12 _____ 2020 г.

Внедрение результатов научно-исследовательских, опытно-конструкторских и
технологических работ в высшей школе

АКТ № 1

Клиент _____ «Пешкувский хлокоочистительный завод» АО
(название организации)

Директор _____ С.С Насуллаев
(Ф.И.О. ГЛАВА организации)

К «Улучшение процесса разделения воздуха с целью сохранения природных свойств хлопка»
результат работы над предметом «Пешкувский х/л завод» в акционерном обществе
(наименование предприятия-заявителя)

Подтверждаем исполнением настоящего акта

1. Тип применения результата СС-15А разработано новое технологическое оборудование на
базе усовершенствованной версии сепаратора

(работа продукта; технология работы, производство)

2. Объем реализации В сушильно-очистительном цехе предприятия модернизирован
сепаратор перед сушильным барабаном 2СБ-10 и перед УХК

(уникальный, неповторимый, массовый, бренд, серия)

3. Форма заявки Внедрено новое оборудование на входе в разделительную камеру сепаратора
СС-15А.

4. Новизна результатов Усовершенствованное новое оборудование позволяет снизить уровень
механических повреждений хлопка при сохранении его природных свойств

(новый, совершенно новый, улучшенный и т. д.)

5. Производственно-опытное испытание проведено на АО «Пешкувский х/л завод» 07.02.2020

(Организация, время и действия проверены)

6. Применяется: Акт номер акта № 1

Применяется в технологическом процессе производства
(поле, цех, технологический процесс)

Проектная работа выполнена на кафедре «Технология первичной переработки натуральных
волокон» Наманганского инженерно-технологического института

(отображается корпоративный объект)

7. Годовая экономическая эффективность:

Получено 515670,0 тыс. сум

(от реализации проекта)

реальная 515670,0 (пятьсот пятнадцать миллионов шестьсот семьдесят тысяч) тыс. сум

(от реализации проекта)

доля сотрудничества _____ тыс. сум

(процент: число)

8. Сравнительный экономический эффект результата применения _____ сум.

9. Социальный эффект, _____ какой _____

Объем реализации, являющийся основой для расчета гарантированной экономической эффективности, исчисляется по окончании договора научной работы и на момент заключения договора.

Приложение: - Настоящий акт заверяется печатью заказчика и исполнителя.

- Расчет фактического годового экономического эффекта начальника отдела финансового планирования: для технического отдела ИТИ - технолога - начальника экономического отдела, подписанного главным бухгалтером и заверенного печатью.

- Социальный эффект подписывается начальником технического отдела, начальником планового отдела и заверяется печатью.

Из института:

Директор ИИИТМ подпись Р.К.Абдуллаев

Научный руководитель подпись

т.ф.д.. М.Т. Ходжиев

Исполнители:

подпись PhD О.Ж.Муродов

подпись Д.Д.Эшмуродов

От предприятия:


Начальник отдела

планирования: подпись С.Н. Садиров

Главный бухгалтер: подпись Д.З. Салимов

Главный инженер: подпись З.Р. Тураев

Главный механик: подпись Н.А. Саидов

«СОГЛАСОВАНО»
Проректор по НР и И
Наманганский инженерно-
технологический институт
 О.К.Эргашев

«12» 08 2020 г

М.П.

«УТВЕРЖДАЮ»
Директор Карасувского
хлопкоочистительного завода
Г.А.Хаджаев

«12» 08 2020 г


М.П.

АКТ ВНЕДРЕНИЯ

результатов научно-исследовательских, опытно-конструкторских и
технологических работ в условиях производства

Заказчик Карасувский хлопкоочистительный завод Ташкентского
вилоята

(наименование организации)

Г.А.Хаджаев

(Ф.И.О. руководителя организации)

«Пильчатая секция с пластмассовыми колосниками на упругих опорах
очистительного агрегата УХК»

(наименование темы)

выполненной на кафедре «Технологии первичной обработки натуральных
волокон» Наманганский инженерно-технологический институт

(наименование ВУЗа, кафедры)

сроки выполнения 2017-2020 г

внедрены Карасувский хлопкоочистительный завод
Ташкентского вилоята

(наименование предприятия, где осуществлялось внедрение)

Вид внедренных результатов Пильчатая секция с пластмассовыми
колосниками на упругих опорах очистительного агрегата УХК

эксплуатация (изделия, работы, технологии); производство (изделия, работы, технологии);

функционирование (систем)

Характеристика масштаба внедрения _____

единичное

(уникальное, единичное, партия, массовое, серийное)

Форма внедрения: Пильчатая секция с пластмассовыми колосниками на
упругих опорах очистительного агрегата УХК

Новизна результатов научно-исследовательских работ Пильчатая секция с пластмассовыми колосниками на упругих опорах очистительного агрегата УХК

(принципиально новые, качественно новые, модификации, модернизация старых разработок)

Годовой экономический эффект от внедрения одной модернизированной очистительной линии составляет

$$\mathcal{E}_{\text{общ.}} = \mathcal{E}_{\text{г.}} + \mathcal{E}_{\text{кач.}} = 223708 + 433229,76 = 656937,76 \text{ тыс. сум.}$$

От ВУЗа:

проф. Жураев А.Ж. 

доц. Бобожонов С.Х. 

доц. Муродов О.Ж. 

От предприятия:

Э.Т.Хидирбоев 

М.Гибадулин 

А.Хидиров 

«СОГЛАСОВАНО»
 Проректор по НР и И
 Наманганский инженерно-
 технологический институт

[Подпись]
 О.К.Эргашев
 «4» сентябрь 2020 г

М.П.

«УТВЕРЖДАЮ»
 Директор Пискентского
 хлопкоочистительного завода
 Ш.Н. Бекова

[Подпись]
 «4» сентябрь 2020 г
 М.П.

АКТ ВНЕДРЕНИЯ

результатов научно-исследовательских, опытно-конструкторских и
 технологических работ в условиях производства

Заказчик Пискентский хлопкоочистительный завод Ташкентского
вилоята
 (наименование организации)

Ш.Н. Бекова

(Ф.И.О. руководителя организации)

«Пильчатая секция с пластмассовыми колосниками на упругих опорах
очистительного агрегата УХК»
 (наименование темы)

выполненной на кафедре «Машиноведение и сервисное обслуживание»
Ташкентского института текстильной и легкой промышленности
 (наименование ВУЗа, кафедры)

сроки выполнения 2018-2020 г

внедрены Пискентский хлопкоочистительный завод Ташкентского вилоята
 (наименование предприятия, где осуществлялось внедрение)

Вид внедренных результатов Пильчатая секция с пластмассовыми
колосниками на упругих опорах очистительного агрегата УХК

эксплуатация (изделия, работы, технологии); производство (изделия, работы, технологии);

функционирование (систем)

Характеристика масштаба внедрения _____

единичное

(уникальное, единичное, партия, массовое, серийное)

Форма внедрения: Пильчатая секция с пластмассовыми колосниками на
упругих опорах очистительного агрегата УХК

Новизна результатов научно-исследовательских работ Пильчатая секция с пластмассовыми колосниками на упругих опорах очистительного агрегата УХК

(принципиально новые, качественно новые, модификации, модернизация старых разработок)

Годовой экономический эффект от внедрения одной модернизированной очистительной линии составляет $E_{\text{общ.}} = E_{\text{г.}} + E_{\text{кач.}} = 223708 + 343229,76 = 566937,76$ тыс. сум.

От ВУЗа:

проф. Жураев А.Ж.

Муродов О.Ж.

Эшмуродов Д.Д.

От предприятия:

Саидвалиев У.

Яхьяев М.

«СОГЛАСОВАНО» Проректор по НР и И
 Наманганский инженерно-технологический институт
 О.К.Эргашев
 «19» 12 2020 г
 М.П.

«УТВЕРЖДАЮ»
 Директор Челаковского хлопкоочистительного завода
 И.С.Бойзоков
 2020 г
 М.П.

АКТ ВНЕДРЕНИЯ
 результатов научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ в условиях производства

Заказчик Челаковский хлопкоочистительный завод Самаркандского вилоята
 (наименование организации)
И.С.Бойзоков
 (Ф.И.О. руководителя организации)

«Пильчатая секция с пластмассовыми колосниками на упругих опорах очистительного агрегата УХК»
 (наименование темы)

выполненной на кафедре «Технологии первичной обработки натуральных волокон» Наманганский инженерно-технологический институт
 (наименование ВУЗа, кафедры)

сроки выполнения 2019-2020 г

внедрены Челаковский хлопкоочистительный завод Самаркандского вилоята
 (наименование предприятия, где осуществлялось внедрение)

Вид внедренных результатов Пильчатая секция с пластмассовыми колосниками на упругих опорах очистительного агрегата УХК
 эксплуатация (изделия, работы, технологии); производство (изделия, работы, технологии);
 функционирование (систем)

Характеристика масштаба внедрения _____
единичное
 (уникальное, единичное, партия, массовое, серийное)

Форма внедрения: Пильчатая секция с пластмассовыми колосниками на упругих опорах очистительного агрегата УХК


2022/1/18 15:03

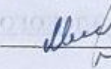
Новизна результатов научно-исследовательских работ Пильчатая секция с пластмассовыми колосниками на упругих опорах очистительного агрегата УХК

(принципиально новые, качественно новые, модификации, модернизация старых разработок)

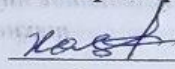
Годовой экономический эффект от внедрения одной модернизированной очистительной линии составляет
 $E_{\text{общ.}} = E_{\text{г.}} + E_{\text{кач.}} = 223708 + 433229,76 = 656937,76$ тыс. сум.

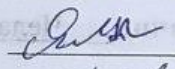
От ВУЗа:


 т.ф.д. А.Ж.Жураев

 PhD. О.Ж.Муродов

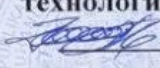
От предприятия:

 Ш.Хасанов

 Р.Якубов

 О.Примов

2022/1/18 15:13

«СОГЛАСОВАНО»
 Проректор по НР и И
 Наманганский инженерно-технологический институт

 О.К.Эргашев
 «16» 02 2020 г
 М.П.

«УТВЕРЖДАЮ»
 Директор Каганского хлопкоочистительного завода

 Ф.Фаттоев
 «16» 02 2020 г
 М.П.

АКТ ВНЕДРЕНИЯ

результатов научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ в условиях производства

Заказчик Каганский хлопкоочистительный завод Бухарского вилоята
 (наименование организации)
Ф.Фаттоев
 (Ф.И.О. руководителя организации)

«Пильчатая секция с пластмассовыми колосниками на упругих опорах очистительного агрегата УХК»
 (наименование темы)

выполненной на кафедре «Технологии первичной обработки натуральных волокон» Наманганский инженерно-технологический институт
 (наименование ВУЗа, кафедры)

сроки выполнения 2019-2020 г

внедрены Каганский хлопкоочистительный завод Бухарского вилоята
 (наименование предприятия, где осуществлялось внедрение)

Вид внедренных результатов Пильчатая секция с пластмассовыми колосниками на упругих опорах очистительного агрегата УХК
 эксплуатация (изделия, работы, технологии); производство (изделия, работы, технологии);
 функционирование (систем)

Характеристика масштаба внедрения единичное
 (уникальное, единичное, партия, массовое, серийное)

Форма внедрения: Пильчатая секция с пластмассовыми колосниками на упругих опорах очистительного агрегата УХК



Новизна результатов научно-исследовательских работ Пильчатая секция с пластмассовыми колосниками на упругих опорах очистительного агрегата УХК
 (принципиально новые, качественно новые, модификации, модернизация старых разработок)

Годовой экономический эффект от внедрения одной модернизированной очистительной линии составляет

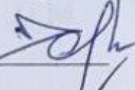
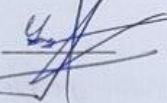
$$\text{Э}_{\text{общ.}} = \text{Э}_{\text{г.}} + \text{Э}_{\text{кач.}} = 223708 + 443229,76 = 666937,76 \text{ тыс. сум.}$$

2022/1/18 15:14

От ВУЗа:

 т.ф.д. А.Ж.Жураев
 Ph.D. О.Ж.Муродов

От предприятия:

Х.Очилов 
О.Умаров 

«СОГЛАСОВАНО»

Проректор по НР и И
Наманганский инженерно-технологический институт

О.К.Эргашев



«30» Март 2020 г

М.П.

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор Пешкувского
хлопкоочистительного завода

С.С.Насуллоев



«30» Март 2020 г

М.П.

АКТ ВНЕДРЕНИЯ

результатов научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ в условиях производства

Заказчик Пешкувский хлопкоочистительный завод Бухарского вилоята
(наименование организации)

С.С.Насуллоев

(Ф.И.О. руководителя организации)

«Пильчатая секция с пластмассовыми колосниками на упругих опорах очистительного агрегата УХК»

(наименование темы)

выполненной на кафедре «Технологии первичной обработки натуральных волокон» Наманганский инженерно-технологический институт
(наименование ВУЗа, кафедры)

сроки выполнения 2019-2020 г

внедрены Пешкувский хлопкоочистительный завод Бухарского вилоята
(наименование предприятия, где осуществлялось внедрение)

Вид внедренных результатов Пильчатая секция с пластмассовыми колосниками на упругих опорах очистительного агрегата УХК
эксплуатация (изделия, работы, технологии); производство (изделия, работы, технологии);

функционирование (систем)

Характеристика масштаба внедрения _____

единичное

(уникальное, единичное, партия, массовое, серийное)

Форма внедрения: Пильчатая секция с пластмассовыми колосниками на упругих опорах очистительного агрегата УХК

2022/1/18 15:16

«СОГЛАСОВАНО»

Проректор по НР и И
Наманганский инженерно-
технологический институт
О.К.Эргашев

«08» 09 2020 г

М.П.

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор Шерабадского
хлопкоочистительного завода
А.Д.Аликулов

«08» 09 2020 г

М.П.

АКТ ВНЕДРЕНИЯ

результатов научно-исследовательских, опытно-конструкторских и
технологических работ в условиях производства

Заказчик Шерабадский хлопкоочистительный завод Сурхадеренского

ВИЛОЯТА

(наименование организации)

А.Д.Аликулов

(Ф.И.О. руководителя организации)

«Пильчатая секция с пластмассовыми колосниками на упругих опорах
очистительного агрегата УХК»

(наименование темы)

выполненной на кафедре «Технологии первичной обработки натуральных
волокон» Наманганский инженерно-технологический институт
(наименование ВУЗа, кафедры)

сроки выполнения 2019-2020 г

внедрены Шерабадский хлопкоочистительный завод Сурхадеренского
ВИЛОЯТА

(наименование предприятия, где осуществлялось внедрение)

Вид внедренных результатов Пильчатая секция с пластмассовыми
колосниками на упругих опорах очистительного агрегата УХК

эксплуатация (изделия, работы, технологии); производство (изделия, работы, технологии);

функционирование (систем)

Характеристика масштаба внедрения _____

единичное

(уникальное, единичное, партия, массовое, серийное)

Форма внедрения: Пильчатая секция с пластмассовыми колосниками на
упругих опорах очистительного агрегата УХК

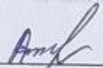
Новизна результатов научно-исследовательских работ Пильчатая секция с пластмассовыми колосниками на упругих опорах очистительного агрегата УХК

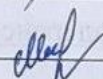
(принципиально новые, качественно новые, модификации, модернизация старых разработок)

Годовой экономический эффект от внедрения одной модернизированной очистительной линии составляет

$$Э_{\text{общ.}} = Э_{\text{г.}} + Э_{\text{кэч.}} = 223708 + 433229,76 = 656937,76 \text{ тыс. сум.}$$


От ВУЗа:


 т.ф.д. А.Ж.Жураев

 Ph.D. О.Ж.Муродов

От предприятия:

 Н.Турсунов

 У.Баротов

 Т.Ойназаров



Показатели качества хлопкового волокна, очищенного по существующей технологии, по данным лабораторной системы HVI 900 SA (селекционный сорт «Наманган-77», 1 – промышленный сорта)

№	Sort Сорт	Class Класс	Type Тип	Staple Код длины	Length Длины дюйм	Mic, Микро- нейр	Strength Удельн, разрывн, нарг, гс/текс	Rd Коеф, отра- жения	+b Степень желтизны	Trash Код засорён- ности	SFI Индекс короткого волокна, %	Uniformity Индекс равномер- ности по длине, %	Elongation удлинение при разрыве	Area площадь сорных примесей, %
1	1	2	5	35	1,10	4,7	31,5	79,9	8,2	7	5,7	83,8	6,7	0,7
2	1	2	5	35	1,09	4,7	32,4	80,2	6,9	13	6,2	83,8	6,6	1,3
3	1	2	4	37	1,15	4,8	31,4	80,8	8,0	9	5,7	84,2	6,9	0,9
4	1	2	4	37	1,16	4,9	31,0	79,8	8,3	8	4,6	84,0	6,5	0,8
5	1	2	4	36	1,13	4,9	33,5	80,4	8,1	8	5,0	84,0	7,5	0,8
6	1	2	5	35	1,09	4,9	30,4	76,9	8,1	9	5,6	84,1	6,1	0,9
7	1	2	5	34	1,06	4,8	31,1	79,4	7,6	8	4,4	85,0	5,9	0,8
Сред				35,57	1,11	4,81	31,61	79,63	7,89	8,86	5,31	84,13	6,60	0,89

**Показатели качества хлопкового волокна, очищенного по усовершенствованной технологии очистки,
по данным лабораторной системы HVI900SA (селекционный сорт «Наманган-77», 1 – промышленный сорта)**

№	Sort Сорт	Class Класс	Type Тип	Staple Код длины	Length Длины дюйм	Mic, Микро- нейр	Strength Удельн, разрывн, нарг, гс/текс	Rd Коеф, отра- жения	+b Степень желтизны	Trash Код засорён- ности	SFI Индекс короткого волокна, %	Uniformity Индекс равномер- ности по длине, %	Elongation удлинение при разрыве	Area площадь сорных примесей, %
1	1	2	4	36	1,12	5	32,8	76,3	8,3	5	4,6	83,5	6,2	0,5
2	1	1	4	36	1,11	4,8	30,4	78,1	7,5	3	6,7	83,9	6,1	0,3
3	1	2	4	37	1,14	5,1	30	79,4	7,5	9	5,0	83,7	6,7	0,9
4	1	2	5	35	1,10	4,8	36,6	79,3	7,4	8	5,5	85,2	6,3	0,8
5	1	2	4	37	1,17	4,7	39,3	81,1	8,1	7	4,1	84,7	7,4	0,7
6	1	1	4	36	1,13	4,9	30,5	79,2	8,0	2	4,8	85,0	6,7	0,2
7	1	2	4	36	1,13	5,1	30,8	81,0	7,8	10	7,5	83,2	7,0	1,0
Сред				36,14	1,13	4,91	32,91	79,20	7,80	6,29	5,46	84,17	6,63	0,63

Показатели качества хлопкового волокна, очищенного по существующей технологии, по данным лабораторной системы HVI 900 SA (селекционный сорт «Наманган-77», 2 – промышленный сорта)

№	Sort Сорт	Class Класс	Type Тип	Staple Код длины	Length Длины дюйм	Mic, Микро- нейр	Strength Удельн, разрывн, нарг, гс/текс	Rd Коеф, отра- жения	+b Степень желтизны	Trash Код засорён- ности	SFI Индекс короткого волокна, %	Uniformity Индекс равномер- ности по длине, %	Elongation удлинение при разрыве	Area площадь сорных примесей, %
1	2	3	4	36	1,12	5,0	37,4	75,6	8,1	8	11	83,9	7,3	0,8
2	2	4	4	36	1,12	4,8	32,6	76,0	8,1	15	11,2	83,5	6,6	1,5
3	2	4	4	36	1,12	5,0	37,4	72,6	7,5	13	10,5	84,2	7,2	1,3
4	2	3	4	37	1,16	4,9	36,0	74,9	8,7	12	11,4	83,4	7,2	1,2
5	2	3	4	37	1,15	4,8	35,6	72,3	8,3	11	12,1	83,4	7,8	1,1
6	2	3	4	36	1,13	4,8	39,0	73,1	8,9	10	7,7	84,8	6,4	1,0
7	2	2	4	36	1,11	4,8	32,4	76,2	9,0	9	8,6	82,7	7,4	0,9
Сред				36,29	1,13	4,87	35,77	74,39	8,37	11,14	10,36	83,70	7,13	1,1

**Показатели качество хлопкового очищенного в усовершенствованной технологии очистки в лабораторной системе HVI900SA
(селекционный сорт «Наманган-77», 2 – промышленный сорта)**

№	Sort Сорт	Class Класс	Type Тип	Staple Код длины	Length Длины дюйм	Mic, Микро- нейр	Strength Удельн, разрывн, нарг, гс/текс	Rd Коеф, отра- жения	+b Степень желтизны	Trash Код засорён- ности	SFI Индекс короткого волокна, %	Uniformity Индекс равномер- ности по длине, %	Elongation удлинение при разрыве	Area площадь сорных примесей, %
1	2	3	4	37	1,14	4,7	35,5	74,2	8,3	11	4,8	84,0	5,9	1,1
2	2	3	4	37	1,16	4,8	33,6	75,8	7,1	14	5,5	83,3	5,8	1,4
3	2	2	5	35	1,10	4,7	36,1	75,6	7,6	7	9,8	81,9	7,4	0,7
4	2	2	4	36	1,13	4,7	41,3	76,3	8,3	8	7,7	83,3	7,2	0,8
5	2	3	4	37	1,17	4,8	33,6	75,7	7,9	16	6,1	83,4	5,3	1,6
6	2	3	4	36	1,13	4,8	37,7	75,0	8,7	12	6,8	83,0	5,9	1,2
7	2	2	4	37	1,17	4,8	38,7	76,5	7,8	8	7,8	82,8	6,6	0,8
Сред				36,43	1,14	4,76	36,64	75,59	7,96	10,86	6,93	83,10	6,30	1,09

Показатели качества хлопкового волокна, очищенного по существующей технологии, по данным лабораторной системы HVI 900 SA (селекционный сорт «Наманган-77», 3 – промышленный сорта)

№	Sort Сорт	Class Класс	Type Тип	Staple Код длины	Length Длины дюйм	Mic, Микро- нейр	Strength Удельн, разрывн, нарг, гс/текс	Rd Коеф, отра- жения	+b Степень желтизны	Trash Код засорён- ности	SFI Индекс короткого волокна, %	Uniformity Индекс равномер- ности по длине, %	Elongation удлинение при разрыве	Area площадь сорных примесей, %
1	3	3	4	36	1,11	4,5	37,1	69,3	10	12	4,8	84,1	5,3	1,2
2	3	4	4	36	1,12	4,6	35,9	71,1	9,9	17	6,9	82,4	6,3	1,7
3	3	3	5	35	1,08	4,7	33	70,7	9,7	11	5,5	84,7	5,7	1,1
4	3	4	4	36	1,12	4,5	36,4	66,5	10,9	14	5,7	83,8	5,8	1,4
5	3	4	4	36	1,12	4,3	34,9	68,2	10,9	14	7,7	84,4	6,2	1,4
6	3	3	4	37	1,14	4,6	38,4	67	10,5	11	6,2	82,0	6,8	1,1
7	3	3	4	37	1,15	4,4	40,3	71	10,2	12	5,2	84,2	6,1	1,2
Сред				36,14	1,12	4,51	36,57	69,11	10,30	13,00	6,00	83,66	6,03	1,30

**Показатели качество хлопкового очищенного в усовершенствованной технологии очистки в лабораторной системе HVI900SA
(селекционный сорт «Наманган-77», 3 – промышленный сорта)**

№	Sort Сорт	Class Класс	Type Тип	Staple Код длины	Length Длины дюйм	Mic, Микро- нейр	Strength Удельн, разрывн, нарг, гс/текс	Rd Коеф, отра- жения	+b Степень желтизны	Trash Код засорён- ности	SFI Индекс короткого волокна, %	Uniformity Индекс равномер- ности по длине, %	Elongation удлинение при разрыве	Area площадь сорных примесей, %
1	3	3	4	36	1,12	4,5	36,4	66,5	10,9	10	11,4	83,4	7,2	1,0
2	3	3	4	36	1,12	4,3	34,9	68,2	10,9	9	12,1	83,4	7,8	0,9
3	3	3	4	37	1,14	4,6	38,4	67	10,5	11	7,7	84,8	6,4	1,1
4	3	4	4	37	1,15	4,4	40,3	71	10,2	15	8,6	82,7	7,4	1,5
5	3	3	4	36	1,12	4,5	34,7	69,3	9,8	12	12,6	82,9	7,3	1,2
6	3	3	5	35	1,09	4,7	36,3	70,6	9,6	10	11,1	83,3	7,1	1,0
7	3	3	4	37	1,14	4,7	36,2	71,4	9,8	11	9,5	83,5	6,7	1,1
Сред				36,29	1,13	4,53	36,74	69,14	10,24	11,14	10,43	83,43	7,13	1,11

Показатели качества хлопкового волокна, очищенного по существующей технологии, по данным лабораторной системы HVI 900 SA (селекционный сорт «Бухара-6», 1 – промышленный сорта)

№	Sort Сорт	Class Класс	Type Тип	Staple Код длины	Length Длины дюйм	Mic, Микро- нейр	Strength Удельн, разрывн, нарг, гс/текс	Rd Коеф, отра- жения	+b Степень желтизны	Trash Код засорён- ности	SFI Индекс короткого волокна, %	Uniformity Индекс равномер- ности по длине, %	Elongation удлинение при разрыве	Area площадь сорных примесей, %
1	1	1	4	37	1,17	5,0	30,5	76,8	8,0	4	6,2	82,8	7,5	0,4
2	1	2	4	37	1,17	5,0	31,2	74,5	7,6	8	6,2	83,5	7,4	0,8
3	1	2	4	36	1,12	4,8	32,1	77,7	7,7	9	9,7	83,4	7,4	0,9
4	1	1	4	36	1,12	4,7	35,2	71,9	7,6	5	8,3	83,2	7,2	0,5
5	1	2	4	37	1,15	4,8	28,9	73,8	8,1	10	7,7	82,3	8,1	1,0
6	1	2	4	37	1,14	4,7	30,6	76,3	8,1	9	8,6	82,7	7,8	0,9
7	1	2	4	37	1,14	4,7	31,5	73,8	8,1	8	7,5	86,2	8,1	0,8
Сред				36,71	1,14	4,81	31,43	74,97	7,89	7,57	7,74	83,44	7,64	0,76

**Показатели качество хлопкового очищенного в усовершенствованной технологии очистки в лабораторной системе HVI900SA
(селекционный сорт «Бухара-6», 1 – промышленный сорта)**

№	Sort Сорт	Class Класс	Type Тип	Staple Код длины	Length Длины дюйм	Mic, Микро- нейр	Strength Удельн, разрывн, нарг, гс/текс	Rd Коеф, отра- жения	+b Степень желтизны	Trash Код засорён- ности	SFI Индекс короткого волокна, %	Uniformity Индекс равномер- ности по длине, %	Elongation удлинение при разрыве	Area площадь сорных примесей, %
1	1	1	4	37	1,15	4,8	32,6	76,3	7,8	3	6,3	83,4	7,5	0,3
2	1	2	4	37	1,14	4,9	32,6	73,9	7,4	8	8,6	82,3	7,1	0,8
3	1	2	5	35	1,10	4,8	36,0	75,3	7,8	4	11,1	80,4	7,7	0,4
4	1	1	4	36	1,11	4,8	31,5	74,7	7,7	9	8,3	83,3	7,9	0,9
5	1	2	4	37	1,17	5,0	33,5	76,4	8,3	6	4,3	83,8	7,0	0,6
6	1	1	4	36	1,13	4,9	33,1	77,4	8,3	7	8,9	82,9	7,0	0,7
7	1	2	4	36	1,12	4,7	33,5	75,4	8,0	7	8,7	82,0	7,3	0,7
Сред				36,29	1,13	4,84	33,26	75,63	7,90	6,29	8,03	82,59	7,36	0,63

Показатели качества хлопкового волокна, очищенного по существующей технологии, по данным лабораторной системы HVI 900 SA (селекционный сорт «Бухара-6», 2 – промышленный сорта)

№	Sort Сорт	Class Класс	Type Тип	Staple Код длины	Length Длины дюйм	Mic, Микро- нейр	Strength Удельн, разрывн, нарг, гс/текс	Rd Коеф, отра- жения	+b Степень желтизны	Trash Код засорён- ности	SFI Индекс короткого волокна, %	Uniformity Индекс равномер- ности по длине, %	Elongation удлинение при разрыве	Area площадь сорных примесей, %
1	2	3	4	36	1,12	4,8	32,6	76,0	8,1	11	6,9	82,4	6,3	1,1
2	2	4	4	36	1,12	5,0	37,4	72,6	7,5	18	5,5	84,7	5,7	1,8
3	2	3	4	37	1,16	4,9	36,0	74,9	8,7	14	5,7	83,8	5,8	1,4
4	2	3	4	37	1,15	4,8	35,6	72,3	8,3	14	7,7	84,4	6,2	1,4
5	2	3	4	36	1,13	4,8	39,0	73,1	8,9	11	6,2	82,0	6,8	1,1
6	2	2	4	36	1,11	4,8	32,4	76,2	9,0	7	5,2	84,2	6,1	0,7
7	2	3	4	36	1,12	4,7	39,4	75,3	8,7	13	7,6	83,8	6,7	1,3
Сред				36,29	1,13	4,83	36,06	74,34	8,46	12,57	6,40	83,61	6,23	1,26

**Показатели качество хлопкового очищенного в усовершенствованной технологии очистки в лабораторной системе HVI900SA
(селекционный сорт «Бухара-6», 2 – промышленный сорта)**

№	Sort Сорт	Class Класс	Type Тип	Staple Код длины	Length Длины дюйм	Mic, Микро- нейр	Strength Удельн, разрывн, нарг, гс/текс	Rd Коеф, отра- жения	+b Степень желтизны	Trash Код засорён- ности	SFI Индекс короткого волокна, %	Uniformity Индекс равномер- ности по длине, %	Elongation удлинение при разрыве	Area площадь сорных примесей, %
1	2	2	4	37	1,16	4,7	40,0	74,3	9,6	9	6,8	83,7	6,2	0,9
2	2	2	4	36	1,13	4,7	36,1	75,6	7,9	8	4,0	84,5	6,1	0,8
3	2	2	4	37	1,16	4,7	38,8	74,3	8,6	10	6,7	82,9	6,9	1,0
4	2	3	4	37	1,14	4,7	35,5	74,2	8,3	12	4,8	84,0	5,9	1,2
5	2	3	4	37	1,16	4,8	33,6	75,8	7,1	15	5,5	83,3	5,8	1,5
6	2	2	4	36	1,13	4,7	41,3	76,3	8,3	8	7,7	83,3	7,2	0,8
7	2	3	4	37	1,17	4,8	33,6	75,7	7,9	14	6,1	83,4	5,3	1,4
Сред				36,71	1,15	4,73	36,99	75,17	8,24	10,86	5,94	83,59	6,20	1,09

Показатели качества хлопкового волокна, очищенного по существующей технологии, по данным лабораторной системы HVI 900 SA (селекционный сорт «Бухара-6», 3 – промышленный сорта)

№	Sort Сорт	Class Класс	Type Тип	Staple Код длины	Length Длины дюйм	Mic, Микро- нейр	Strength Удельн, разрывн, нарг, гс/текс	Rd Коеф, отра- жения	+b Степень желтизны	Trash Код засорён- ности	SFI Индекс короткого волокна, %	Uniformity Индекс равномер- ности по длине, %	Elongation удлинение при разрыве	Area площадь сорных примесей, %
1	3	4	4	37	1,16	3,5	33,3	72,7	9,5	16	8,2	84,9	8,6	1,6
2	3	3	4	37	1,15	3,4	32,8	70,7	9,6	14	11,3	84,2	7,9	1,4
3	3	3	5	34	1,06	3,5	32,7	68,8	8,2	13	13,1	84,6	7,6	1,3
4	3	3	5	35	1,09	3,2	32	72,8	9	12	12,2	84,2	9,7	1,2
5	3	4	4	36	1,13	3,1	31,1	66,4	9,4	15	10,8	83,2	8,1	1,5
6	3	4	4	36	1,13	3	34,4	65,5	9,4	14	11,1	83,2	9,1	1,4
7	3	3	5	34	1,07	3,1	33,8	66,7	9,8	10	12,9	84,1	8,5	1,0
Сред				35,57	1,11	3,26	32,87	69,09	9,27	13,43	11,37	84,06	8,50	1,34

**Показатели качество хлопкового очищенного в усовершенствованной технологии очистки в лабораторной системе HVI900SA
(селекционный сорт «Бухара-6», 3 – промышленный сорта)**

№	Sort Сорт	Class Класс	Type Тип	Staple Код длины	Length Длины дюйм	Mic, Микро- нейр	Strength Удельн, разрывн, нарг, гс/текс	Rd Коеф, отра- жения	+b Степень желтизны	Trash Код засорён- ности	SFI Индекс короткого волокна, %	Uniformity Индекс равномер- ности по длине, %	Elongation удлинение при разрыве	Area площадь сорных примесей, %
4	3	3	5	35	1,09	3,2	32	72,8	9	11	12,2	84,2	9,7	1,1
5	3	4	4	36	1,13	3,1	31,1	66,4	9,4	17	10,8	83,2	8,1	1,7
6	3	4	4	36	1,13	3	34,4	65,5	9,4	15	11,1	83,2	9,1	1,5
7	3	3	5	34	1,07	3,1	33,8	66,7	9,8	12	12,9	84,1	8,5	1,2
8	3	3	4	36	1,13	3,4	33,7	65,1	10,3	11	12,2	83	8,6	1,1
9	3	3	4	36	1,12	3,1	36	67	10,4	10	8,7	84,8	7,8	1,0
10	3	3	4	36	1,13	3,1	32,5	66,8	10,5	9	7,8	85,6	7,3	0,9
Сред				35,57	1,11	3,14	33,36	67,19	9,83	12,14	10,81	84,01	8,44	1,21



IXTIROGA
PATENT
ПАТЕНТ НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI ADLIYA VAZIRLIGI HUZURIDAGI
INTELLEKTUAL MULK AGENTLIGI
АГЕНТСТВО ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ
ПРИ МИНИСТЕРСТВЕ ЮСТИЦИИ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

№ IAP 06632

Ushbu patent O'zbekiston Respublikasining "Ixtirolar, foydali modellar va sanoat namunalari to'g'risida"gi Qonuniga asosan quyidagi ixtiroga berildi:

Настоящий патент выдан на основании Закона Республики Узбекистан «Об изобретениях, полезных моделях и промышленных образцах», на следующее изобретение:

Shigitli paxta separatori
Сепаратор хлопка-сырца

Talabnoma kelib tushgan sana: **13.05.2019** Talabnoma raqami: **IAP 2019 0201**
Дата поступления заявки: **13.05.2019** Номер заявки:

Ustuvorlik sanasi: **13.05.2019**
Дата приоритета:

Patent egasi (egalari): **Toshkent to'qimachilik va yengil sanoat instituti, UZ**
Патентообладатель(и): **Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности, UZ**

Ixtiro muallif(lar)i: **Hojiyev Muxsin Todjiyevich, Djurayev Anvar Djurayevich, Murodov Orif Djumaevich, Rahimov Akbar Xolmurodovich, UZ**
Автор(ы) изобретения: **Хожиев Мухсин Тоджиевич, Джураев Анвар Джураевич, Муродов Ориф Джумаевич, Рахимов Акбар Холмуродович, UZ**

Patent O'zbekiston Respublikasining barcha hududida 13.05.2019 yildan patentni kuchda saqlab turish uchun boj o'z vaqtida to'langandagina 20 yil mobaynida amal qiladi.
O'zbekiston Respublikasi ixtirolar davlat reestrda 24.11.2021 yilda Toshkent shahrida ro'yxatdan o'tkazilgan.

Patent действует на всей территории Республики Узбекистан в течение 20 лет с 13.05.2019 года при условии своевременной уплаты пошлины за поддержание в действии.
Зарегистрирован в государственном реестре изобретений Республики Узбекистан, в г. Ташкент 24.11.2021 г.

Direktor
Директор


Т. Абдусаттаров


INTELLEKTUAL MULK AGENTLIGI

FOYDALI MODELGA
PATENT

ПАТЕНТ НА ПОЛЕЗНУЮ МОДЕЛЬ

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI ADLIYA VAZIRLIGI HUZURIDAGI
INTELLEKTUAL MULK AGENTLIGI
АГЕНТСТВО ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ
ПРИ МИНИСТЕРСТВЕ ЮСТИЦИИ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

№ FAP 01522

Ushbu patent O'zbekiston Respublikasining "Ixtirolar, foydali modellar va sanoat namunalari to'g'risida"gi Qonuniga asosan quyidagi foydali modelga berildi:

Настоящий патент выдан на основании Закона Республики Узбекистан «Об изобретениях, полезных моделях и промышленных образцах», на полезную модель:

Пахта хом ашёси учун сепаратор
Сепаратор хлопка-сырца

Talabnoma kelib tushgan sana:
Дата поступления заявки:

01.04.2019

Talabnoma raqami:
Номер заявки:

FAP 2019 0056

Ustuvorlik sanasi:
Дата приоритета:

01.04.2019

Patent egasi (egalar):
Патентообладатель(и):

Тошкент тўқимачилик ва енгил sanoat институти, UZ
Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности, UZ

Foydali model muallif(lar):
Автор(ы) полезной модели:

Хожиев Мухсин Тоджиевич, Муродов Ориф Джумаевич, Рахимов Акбар Холмуродович, UZ

Patent O'zbekiston Respublikasining barcha hududida 01.04.2019 yildan patentni kuchda saqlab turish uchun bo'z o'z vaqtida to'langandagina 5 yil mobaynida amal qiladi.

O'zbekiston Respublikasi foydali modellar davlat reestrinda 30.07.2020 yilda Toshkent shahrida ro'yxatdan o'tkazilgan.

Patent дейдуует на всей территории Республики Узбекистан в течение 5 лет с 01.04.2019 г. при условии своевременной уплаты пошлины за поддержание в действии.

Зарегистрирован в государственном реестре полезных моделей Республики Узбекистан, в г. Ташкенте 30.07.2020 г.

Direktor
Директор

T. Абдусаттаров



INTELLEKTUAL
MULK AGENTLIGI

IXTIROGA
ПАТЕНТ
ПАТЕНТ НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

ЎЗБЕКИСТОН RESPUBLIKASI INTELLEKTUAL MULK AGENTLIGI
АГЕНТСТВО ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ
РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

№ IAP 05652

Ushbu patent O'zbekiston Respublikasining "Ixtirolar, foydali modellar va sanoat namunalari to'g'risida"gi Qonuniga asosan quyidagi ixtiroga berildi:

Настоящий патент выдан на основании Закона Республики Узбекистан «Об изобретениях, полезных моделях и промышленных образцах», на следующее изобретение:

Толали материални тозаллагичнинг колосникли панжарасии
Колосниковая решетка очистителя волокнистого материала

Talabnoma kelib tushgan sana:
Дата поступления заявки: **29.04.2016**

Talabnoma raqami:
Номер заявки: **IAP 2016 0152**

Ustuvorlik sanasi:
Дата приоритета: **29.04.2016**

Patent egasi (egalari):
Патентообладатель(и): **Тошкент тўқимачилик ва енгил sanoat институти, UZ**
Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности, UZ

Ixtiro muallif(lar)i:
Автор(ы) изобретения: **Джураев Анвар Джураевич, Муродов Ориф Джумаевич, Мирахмедов Джура Юлдашович, Элмонов Сирожиiddин Мамадиярович, UZ**

Patent O'zbekiston Respublikasining barcha hududida 29.04.2016 yildan patentni kuchda saqlab turish uchun boj o'z vaqtida to'langandagina 20 yil mubaynida amal qiladi.

O'zbekiston Respublikasi ixtirolar davlat reestrida 28.08.2018 yilda Toshkent shahrida ro'yxatdan o'tkazilgan.

Patent дейдувет на всей территории Республики Узбекистан в течение 20 лет с 29.04.2016 года при условии своевременной уплаты пошлины за поддержание в действии.

Зарегистрирован в государственном реестре изобретений Республики Узбекистан, в г. Ташкент 28.08.2018 г.

Bosh direktor
Генеральный директор



А. Файзуллаев



INTELLEKTUAL
MULK AGENTLIGI

FOYDALI MODELGA
PATENT

ПАТЕНТ НА ПОЛЕЗНУЮ МОДЕЛЬ
О'ЗБЕКISTON RESPUBLIKASI ADLIYA VAZIRLIGI HUZURIDAGI
INTELLEKTUAL MULK AGENTLIGI
АГЕНТСТВО ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ
ПРИ МИНИСТЕРСТВЕ ЮСТИЦИИ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

№ FAP 01459

Ushbu patent O'zbekiston Respublikasining "Ixtirolar, foydali modellar va sanoat namunalari to'g'risida"gi Qonuniga asosan quyidagi foydali modelga berildi:

Настоящий патент выдан на основании Закона Республики Узбекистан «Об изобретениях, полезных моделях и промышленных образцах», на полезную модель:

Толали материал тозалогичининг колосники панжараси
Колосниковая решетка очистителя волокнистого материала

Talabnoma kelib tushgan sana: **02.03.2017** Talabnoma raqami: **FAP 2017 0019**
Дата поступления заявки: **02.03.2017** Номер заявки:

Ustuvorlik sanasi: **02.03.2017**
Дата приоритета:

Patent egasi (egalari): **Тошкент тўқимачилик ва энгил sanoat институти, UZ**
Патентообладатель(и): **Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности, UZ**

Foydali model muallif(ari): **Джураев Анвар Джураевич, Муродов Ориф Джумаевич, Раджабов**
Автор(ы) полезной модели: **Озод Исраилович, UZ**

Patent O'zbekiston Respublikasining barcha hududida 02.03.2017 yildan patentni kuchda saqlab turish uchun boj o'z vaqtida to'langandagina 5 yil mobaynida amal qiladi.

O'zbekiston Respublikasi foydali modellar davlat reestrda 27.12.2019 yilda Toshkent shahrida ro'yxatdan o'tkazilgan.

Patent дейдуует на всей территории Республики Узбекистан в течение 5 лет с 02.03.2017 г. при условии своевременной уплаты пошлины за поддержание в действии.

Зарегистрован в государственном реестре полезных моделей Республики Узбекистан, в г. Ташкенте 27.12.2019 г.

Direktor
Директор

 **Т. Абдусаттаров**

