

М.Т.ТИЛЛАЕВ

М.Т.ХОДЖИЕВ



ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССА ПИЛЬНОГО ДЖИНИРОВАНИЯ ХЛОПКА-СЫРЦА

Ташкент 2005

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

**БУХАРСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
ПИЩЕВОЙ И ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

**М.Т.Тиллаев
М.Т.Ходжиев**

**ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССА ПИЛЬНОГО
ДЖИНИРОВАНИЯ ХЛОПКА-СЫРЦА**

**ТАШКЕНТ
ИЗДАТЕЛЬСТВО «ФАН» АКАДЕМИИ НАУК
РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН
2005**

УДК 677.021.152

Тиллаев М.Т., Ходжиев М.Т. Особенности процесса пыльного дженирования хлопка-сырца. Ташкент: Фан, 2005, 156 с.

В монографии рассматриваются вопросы совершенствования и особенности технологии пыльного дженирования хлопка-сырца, представлены теоретические исследования движения сырцового валика, на основании которых определена новая форма рабочей камеры пыльного джина. Проведены теоретико-экспериментальные исследования по определению рациональной технологии пыльного дженирования.

Монография предназначена для инженерно-технических работников, а также студентов, магистров и аспирантов вузов.

Ответственный редактор:

Доктор технических наук, проф. А.П. Парпиев

Рецензенты:

доктор технических наук, проф. Б.Г. Кадыров
доктор технических наук, проф. А.З. Маматов

ISBN 5-648-03189-0

© Издательство «Фан» АН РУз, 2005 г

ВВЕДЕНИЕ

Важнейшая стратегическая задача на современном этапе - глубокое техническое перевооружение перерабатывающих отраслей, их оснащение современной технологией и техникой, создание законченного полного технологического цикла производства качественных конкурентоспособных потребительских товаров. Особое значение придается обеспечению глубокой переработки важнейших видов сельскохозяйственных ресурсов, в частности, хлопка [1,2].

При переработке хлопка-сырца особую значимость имеет качество волокна и семян. Качество конечной хлопковой продукции во многом зависит от технологии переработки хлопка-сырца, особенно от процесса дженирования. Дженирование хлопка-сырца средневолокнистых разновидностей ведется в рабочей камере пыльного джина. Несовершенство формы рабочей камеры, где происходит переуплотнение хлопковой массы и формирование сырцового валика, приводит к снижению класса волокна. Поэтому необходима разработка рациональной технологии переработки хлопка-сырца, предусматривающей оптимизацию формы рабочей камеры и улучшение выхода семян в процессе дженирования.

В связи этим в данной монографии развита теория процесса дженирования, позволившая создать рациональную технологию переработки хлопка-сырца, а именно пыльного дженирования, способствующую улучшению выхода семян и при этом обеспечивающую сохранение природных свойств волокна и семян.

В настоящее время хлопкозаводы пыльной очистки оснащены пыльными джинами марки ДП-130, 4ДП-130 и 5ДП-130, которые имеют незначительные различия в конструктивном исполнении. Практика эксплуатации этих джинов показала несоответствие их фактических основных технологических показателей с паспортными данными, а уровни порокообразования в волокне и механического повреждения семян повышенные.

Анализ работы пыльных джинов показал, что основная причина снижения эффективности процесса пыльного дженирования и качества продукции заключается в том, что значительная часть дженированных семян скапливаются в центральной части сырцового валика, повышая его

плотность. Это является одним из основных источников порокообразования волокна и повреждения семян [3].

В связи с этим необходимо изучить природу, динамику развития и причины возникновения структурных явлений, возникающих в сырцовом валке, а также разработать научнообоснованные меры по ликвидации причин, приводящих к технологическим и экономическим потерям [4].

В данной монографии развита теория процесса джинирования, позволившая создать рациональную технологию пыльного джинирования, способствующую улучшению выхода волокна, обеспечивающую сохранение их природных качеств.

Результаты работы апробированы на хлопкозаводах Республики Узбекистан.

Материал монографии основан на работах авторов, которые выполнялись в течении ряда лет.

ГЛАВА 1. АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР. СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЙ

1.1. Анализ этапов развития техники и технологий джинирования хлопка-сырца

Важнейшей задачей современного этапа развития технологий первичной обработки хлопка является интенсификация работы по рационализации техники и получению волокна высокого качества.

Основной технологической машиной хлопкозаводов являются джины, предназначенные для отделения хлопкового волокна от семян и работающие по переработке: длиноволокнистых сортов хлопка-сырца - валичный джин, средневолокнистых сортов хлопка-сырца - пыльный джин.

В начальный период отделение волокон от семян хлопчатника производилось вручную; при этом производительность одного рабочего за день составляла около 1 кг волокна [5,6].

Крупнейшим событием явилось изобретение пыльного джина Эли Уитнеем, являющегося прототипом современных волокноотделительных машин. В джине Уитнея основным рабочим органом служил деревянный барабан, с насаженными на него слегка изогнутыми проволоочными иглами, которые при вращении барабана зацепляли волокно и отделяли его от семени. Изобретение Уитнея послужило толчком для быстрого усовершенствования машин по отделению волокна от семени. Далее, Ходжин Холмс предложил пыльный джин с неподвижной семенной гребенкой, а И. Перкинс ввел подвижную семенную гребенку, позволившую регулировать степень оголения хлопковых семян. Эли Уитней пошел по принципу Ходжина Холмса и изготовил пыльный диск из стали, который имел диаметр 173 мм, междупильное пространство составляло 18,8 мм, скорость вращения - 200 мин⁻¹.

Первые пыльные джины в Центральную Азию завозились из США, но уже в 1925 году на Невском механико-судостроительном заводе начали изготавливаться пыльные джины. В этом же году появились работы, которые явились началом изучения процесса джинирования.

Процесс джинирования хлопка на пыльных джинах основан на принципе отрыва зубьями пил волокон от хлопковых семян, вращающихся внутри рабочей камеры. Поступающий из питателя хлопок-сырец, падая во внутрь рабочей камеры на вращающиеся пилы, закатывается в валик и увлекается зубьями пил во вращение со скоростью в пять раз меньшей скорости вращения пил.

Гладкость и правильность построения внутренней формы рабочей камеры весьма важны для облегчения вращения сырового валика. Неправильная форма рабочей камеры и ее шероховатая внутренняя поверхность вызывают увеличение сил трения, вследствие чего нарушается согласованность вращения пил с вращением сырового валика, сыровый валик забивается и останавливается, работа идет рывками, снижается

производительность и увеличиваются пороки волокна. Чем медленнее вращается сырцовый валик, чем чаще его забор, тем больше падает выработка волокна.

Сырцовый валик вдавливается слегка на зубья пильного цилиндра, опираясь на изогнутую поверхность рабочей камеры. Зубья вращающихся пил врезаются в массу хлопка-сырца, забирают между зевами зубьев пучки волокон и тянут их по направлению к колосникам. Далее масса сырцового валика вращаясь устремляется вверх по лобовой стенке рабочей камеры, а пилы тянут захваченные волокна через щели колосников, вследствие чего волокна обрываются у семени или вырываются из кожуры семени. В случае наличия заусениц на зубьях или при неправильной установке пил – боковые ребра зубьев работают как ножницы, и возникает опасность перерезания волокон. Чем больше волокон захвачено зубьями пил, легче и с большей скоростью вращается сырцовый валик и скорее выходят из рабочей камеры джинированные семена, тем выше производительность джина [7-9].

Сырцовый валик имеет разрыхленную сердцевину, куда попадают семена и посторонние примеси. Чем выше и равномернее (без забоев) скорость его вращения, тем лучше качество отделяемого волокна. Слишком рыхлый и дряблый валик так же плох, как и чрезмерно тугой.

Рыхлый валик снижает производительность машины, причем семена плохо очищаются; тугой валик вызывает усиленное образование пороков волокна – завитков, жгутиков и кожицы с волокном.

Пилы не сразу джинируют семена от волокон, а постепенно отрывая от семени пучок волокон за пучком, по мере вращения летучки хлопка-сырца внутри сырцового валика. Волоконца отделяются пилами до тех пор, пока семена не станут свободными от косичек и бородач.

Семена, двигаясь вместе со всей массой сырцового валика, вследствие отсутствия сцепления с волокнами летучек и в силу своей тяжести попадают на зубья джинных пил и, не цепляясь за них, выпадают на колосники. Попадая на вогнутую поверхность колосника, семена скатываются по колоснику и удаляются из рабочей камеры. В месте захода колков семенной гребенки между пилами, т.е. свисающей нижней части сырцового валика, семена между колков выпадают из рабочей камеры. При регулировании семенной гребенки, изменяется зазор между пилами и сырцовым валиком и, соответственно, выход семян, а это влияет на его плотность [10].

Анализ состава сырцового валика показывает, что кроме нетронутых зубьями пил семян и слегка джинированных летучек, в нем находятся еще и семена различной степени опушенности. В зависимости от плотности массы сырцового валика удельное процентное соотношение летучек хлопка-сырца и семян бывает различным [11].

Но с увеличением массы сырцового валика увеличивается и размер поперечного сечения камеры, а с увеличением сечения рабочей камеры (при неизменном диаметре пильных дисков) возникают дополнительные силы трения сырцового валика о стенки камеры, что может нарушить его движение. Масса сырцового валика на 50% и более состоит из семян.

полностью освобожденных от волокон и собранных в центральной части сырцового валика, поэтому возможно повысить производительность рабочей камеры за счет сокращения среднего времени пребывания семян в камере.

1.2. Исследования по совершенствованию технологии джинирования

На опытном заводе ГХК Б.А. Левковичем было установлено, что производительность джинной пилы и потребляемая джином мощность прямо пропорциональны плотности и скорости сырцового валика, при этом сказано, что с увеличением плотности сырцового валика качество волокна ухудшается [12-15].

Изучая сырцовый валик в комплексе с работой джинной пилы Д.А. Щепелевич установил, что при одинаковой окружной скорости пилы и сырцового валика производительность джина увеличивается, при этом качество волокна улучшается (все зубья активны в работе). Кроме этого отмечено, что уменьшение размеров рабочей камеры приводит к увеличению окружной скорости сырцового валика. Нужно заметить, что при одинаковой окружной скорости пилы и сырцового валика не может происходить не только повышение производительности, но может прекратиться и процесс джинирования. Однако исследование не было закончено, поэтому трудно судить о ее окончательных результатах [16-21].

Студенцов А.И. установил, что производительность пильного джина зависит от эффективности выхода семян из рабочей камеры, причем по мнению автора выделение семян происходит только у семенной гребенки, а не по всей длине колосника (слой сырца и семян движется в направлении от периферии рабочей камеры к центру). Автор правильно утверждал, что наличие в сырцовом валике большого количества джинированных семян нецелесообразно. Однако его вывод и место выделения семян не подтвердились исследованиями Д.А. Котова и Г.И. Болдинского [14]. Выделение семян из сырцового валика происходит по всей длине дуги пропиливания, но наибольшее их количество – в зоне семенной гребенки [22-27].

Кроме того, наличие в большом количестве джинированных семян в рабочей камере приводит к повышению плотности сырцового валика. Плотность сырцового валика, как известно, зависит от быстроты выделения из него джинированных семян и подачи хлопка-сырца. Повышение плотности приводит к увеличению производительности джина, но оно же вызывает разрушение семян в сырцовом валике, а это, в свою очередь, приводит к увеличению суммы пороков и засоренности волокна.

ОАО «PAXTA TOZALASH PJChB» было исследовано влияние производительности пильного и валичного джинов на качество волокна и установлено, что, с ростом производительности джина сумма пороков и

кожицы с волокном не выходит за пределы установленных норм, хотя существенно растут комбинированные пороки и кожица с волокном [28-31].

Как известно, производительность влияет на качество выпускаемой продукции, в том числе и на волокно, это подтверждено исследованиями Г.И. Болдинского [17]. Такого же мнения придерживаются авторы данной работы.

На основании экспериментальных исследований для улучшения качества волокна и увеличения производительности джина Б.И. Рогановым [7] было предложено увеличение частоты вращения пыльного цилиндра до 1000 мин⁻¹ соединением пыльного вала непосредственно с валом электродвигателя.

Однако маловероятно улучшение качества волокна с повышением производительности джина до определенного значения. Из проведенных нами исследований [10] известно, что наилучшее качество волокна, стабильный процесс дженирования достигается при скорости вращения сырцового валика, составляющей 1/3 скорости вращения пыльного цилиндра. Как известно, достичь увеличения скорости вращения сырцового валика без дополнительных приспособлений невозможно.

В ОАО «РАХТА ТOZALASH ИЧБ» [32-38] исследовалось влияние скоростного режима пыльного цилиндра на процесс дженирования и было установлено, что с увеличением частоты вращения пыльного цилиндра от 440 до 970 мин⁻¹ масса сырцового валика изменяется и при 720 мин⁻¹ достигает минимальной величины, также уменьшаются потери волокна с семенами (семена, выходящие из рабочей камеры, имеют меньшую опушенность); при этом оптимальной частотой вращения пыльного цилиндра является 550-600 мин⁻¹, при которой может быть достигнута производительность джина до 12 кг волокна на пилу в час.

В.С. Кан [39] также исследовал влияние скоростного режима пыльного вала на процесс дженирования при верхнем сьеме волокна и пришел к выводу, что для получения волокна высокого качества необходимо снижение частоты вращения пыльного цилиндра с 730 до 650 мин⁻¹.

Каттаходжаев Р.М. [40] рассмотрел влияние пил увеличенного диаметра на основные показатели процесса дженирования и пришел к следующим выводам: с увеличением диаметра пил до 400 мм снижается плотность сырцового валика, увеличивается производительность джина и уменьшается абсолютное значение суммы пороков и засоренности волокна.

В работе Г.И. Мирошниченко [41] обосновано требование к питателям пыльных джинов и указывается, что поток хлопка-сырца, подаваемый в рабочую камеру джина, должен обладать высокой степенью равномерности как по времени, так и по ширине питателя. С увеличением плотности сырцового валика до 550-600 кг/м³ в рабочей камере без ускорителя ввиду значительного роста боковых давлений сырцовый валик перестает вращаться, и процесс дженирования приостанавливается.

В ОАО «РАХТА ТOZALASH ИЧБ» [42,43] проведено научное исследование по автоматической регулировке технологических показателей процесса дженирования. В ней предусмотрено (начиная с питания хлопком-

сырцом и до выхода волокна и семян) управлять автоматически с помощью датчиков процессом дженирования.

В своей работе П.Н. Тютин [44] отмечает, что для улучшения качества волокна необходимо организовать процесс дженирования без образования сырцового валика (прямочное дженирование) и предлагает джин, состоящий из нескольких пыльных цилиндров и колосников. Однако ввиду сложности изготовления, конструкция осталась только опытной.

Г.И. Болдинский [17, 45-47] исследовал основы оптимального процесса пыльного дженирования. В результате его теоретических исследований было показано, что:

- дженирование хлопка-сырца целесообразно вести при высоких окружных скоростях пыльного цилиндра, не превышающих критических, при которых возникает дробление семян;
- необходимо принудительное вращение сырцового валика, что ведет к значительному увеличению производительности джина при хорошем качестве волокна, но окружная скорость его не должна превышать половины окружной скорости пыльного цилиндра;
- уменьшение содержания пороков в волокне следует добиваться не за счет снижения производительности джина, а дженированием хлопка-сырца при оптимальных параметрах, уменьшающих уплотненность сырцового валика при повышенной производительности джина.

В работах [48-51] приводятся результаты исследования влияния ускорителя вращения сырцового валика на основные показатели процесса дженирования. Установлено, что:

- существует тесная связь между производительностью джина и скоростью вращения сырцового валика: с увеличением скорости последнего, производительность джина увеличивается;
- с ростом скорости вращения ускорителя производительность джина сначала интенсивно повышается, а затем замедляется;
- с точки зрения производительности джина и качества волокна, оптимальной скоростью вращения ускорителя сырцового валика является скорость, равная 200 мин⁻¹;
- применение ускорителя вращения сырцового валика приводит к уменьшению времени пребывания семян в сырцовом валике и, как следствие, к уменьшению содержания в нем дженированных семян;
- уменьшение содержания дженированных семян в сырцовом валике приводит к увеличению количества в нем семян с большой опушенностью, а также недодженированных летучек;
- увеличение содержания летучек с большими прядками волокна приводит к повышению волокнистости сырцовой массы, а все это, вместе взятое, - к увеличению производительности джина.

В работе С. Фазилдинова [52] предложен саморегулирующийся ускоритель вращения сырьевого валика пыльного джина.

В 1938 году вышел в свет основной научный труд по первичной обработке хлопка «Элементы теории дженирования» Б.А. Левковича [53], где поставлены и решены многие вопросы первостепенной важности: обоснованы важнейшие положения теории первичной обработки хлопка, предложены многие оригинальные конструктивные улучшения и технологические решения.

Н.Г. Гулидов [54-56] исследовал сырьевой валик джина и предположил, что с увеличением объема рабочей камеры джина уменьшается плотность сырьевого валика. Однако достоверность такого заключения несколько сомнительна, так как большое количество хлопковой массы давит на единицу площади рабочей камеры. Решение этого вопроса требует глубокого теоретического изучения с использованием современных экспериментальных методик.

В работах [54-60] проведены научные исследования пыльного дженирования, которые явились одними из ведущих в этой области. Работы были направлены на изучение формы рабочей камеры и процессов, происходящих в ней, но теоретически вопрос формы рабочей камеры не был решен. Авторами в процессе дженирования было выделено три фактора: производительность, удельный расход электроэнергии и опущенность семян.

По вышеизложенному вопросу провели глубокую теоретическую разработку Д.А. Котов, Б.А. Левкович, Г.И. Болдинский, А.И. Зельтин [15]. Авторы указывают, что нет твердого мнения о размерах рабочей камеры: некоторые исследователи считают, что, чем меньше размеры рабочей камеры, тем выше производительность, другие придерживаются противоположного мнения, т.е. чем больше размер рабочей камеры, тем больше производительность джина [61-64]. Поэтому до сих пор нет определенного, точного, теоретически и экспериментально обоснованного размера рабочей камеры [65].

Б.И. Роганов [19] по результатам своих исследований рекомендовал размеры и форму рабочей камеры. По его данным рабочая камера по форме должна быть ближе к круглой, при этом объясняется, что вращение сырьевого валика будет происходить легко. Если увеличить объем рабочей камеры, тогда увеличивается прием хлопка-сырца, а также выход семян. Это приведет к уменьшению плотности сырьевого валика, в результате повышаются качество волокна и производительность джина. В этих исследованиях были испытаны профили рабочих камер первых четырех видов (табл. 1.1).

В [66] Х. Сандов предлагает изготовить рабочую камеру с разными радиусами, для разных сортов хлопка-сырца. Автор не приводит значения радиусов и конструкцию рабочей камеры, поэтому она не была реализована.

Таблица 1.1. Технологические данные рабочих камер джина

Профиль рабочей камеры	Площадь поперечного сечения рабочей камеры, м ²	Объем рабочей камеры, м ³	Объем рабочей камеры увеличен, %
Рабочая камера марки ХДД	0.097	0.025	100
Рабочая камера Г.И. Арутюнова	0.125	0.035	140
Рабочая камера Янгильского хлопкозавода	0.124	0.035	140
Рабочая камера Б.И. Роганова и В.И. Короткова	0.121	0.035	140
Рабочая камера марки КРД	0.132	0.062	245
Рабочая камера фирмы «Consolidated» (США)	0.07	0.018	70
Рабочая камера, предлагаемая авторами	0.126	0.038	152

Эргашев Ж.С. [67] в своей диссертации рассмотрел вопрос аэродинамики в рабочей камере джина и ее влияние на вывод семян, на процесс дженирования и теоретически решил данную задачу.

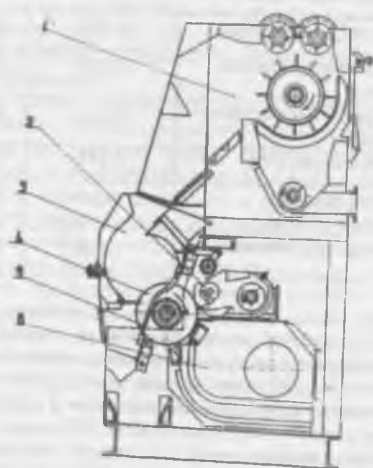
В работах [68-70] дается условие вывода семян из центра сырьевого валика, их влияние на процесс дженирования и результаты, полученные в процессе испытаний на производстве. Также определено влияние дополнительного вывода семян на качество выпускаемой продукции и плотность сырьевого валика джина. В этой конструкции джина отвод семян предусмотрен отдельным шнеком, который, в свою очередь, может повредить семена.

Если не принимать во внимание отдельные конструктивные усовершенствования, то можно сделать вывод, что основные принципы, заложенные в конструкциях многолетней давности, сохраняются и до настоящего времени. Непременными узлами пыльных джинов всех марок являются рабочая камера, пыльный цилиндр, колосниковая решетка и съемное устройство (щеточное или воздушное).

В настоящее время ведущие машиностроительные заводы Узбекистана выпускают пыльные джины следующих типов.

Джины марки 4ДП-130 имеют на пыльном валу 130 пил, производительность до 16 кг волокна на пилу в час (рис. 1.1). Джин состоит

из рабочей камеры, пыльного цилиндра с колосниковой решеткой, верхнего воздухо-съемного аппарата и волокноотвода. Последним совершенным вариантом является пыльный джин, созданный ОАО "РАХТАЛАН КВ" - 5ДП-130 и 6ДП-210. Отличительной особенностью этого джина (5ДП-130) является уменьшенное междупильное расстояние, нижняя подвеска рабочей камеры, упрощающая при необходимости сбрасывание сырцового валика, механизированный поворот рабочей камеры относительно нижней оси подвеса и применение новой воздухо-съемной камеры с верхним улоковыведением.



- 1- титатель;
- 2- скребок;
- 3- рабочая камера;
- 4- пыльный цилиндр;
- 5- колосниковая решетка;
- 6- воздушная камера.

Рис. 1.1. Пыльный джин марки 4ДП-130 (Узбекистан).

Кроме вышеуказанной воздушной камеры существуют различные способы съема волокна и линта. Съем волокна на валичных джинах производят механически, т.е. с помощью щеточного барабана, который вращается ускоренно в сторону, обратную вращению рабочего барабана.

А на пыльных джинах съем производится с помощью воздуха, который нагнетается воздушной камерой, так называемой верхней и нижней съема волокна. Из сопла шириной 5-5.5 мм нагнетается воздух со скоростью истечения из сопла в 55-60 м/с, который смешивается с эжекционным воздухом и производит съем волокна с зубьев пил [71-74].

Исследованиями Б.А. Левковича [57-59] установлено, что производительность пыльного джина и качество получаемого волокна наряду с другими факторами, зависят от частоты вращения и структурных характеристик массы сырцового валика.

В Узбекистане изыскание путей повышения производительности пыльных джинов ведется непрерывно [75-81]. Однако несмотря на успехи, достигнутые работами ТИТЛП, ОАО «РАХТА ТОЗАЛАШ ИЧБ» и других организаций, а также работниками промышленности, значительного повышения качества волокна не достигнуто.

Основными направлениями в решении этой проблемы остаются повышение качества заготавливаемого хлопка-сырца, внедрение в промышленность новых, более совершенных технологических машин, модернизация действующего оборудования и выбор оптимальных режимов работы. От работы джина в значительной степени зависит качество продукции и производственная мощность завода [82-90].

В работах [91-96] считается, что необходимо более тщательно изучать вопросы движения и структуру сырцового валика.

Ряд экспериментальных исследований с ускорителями вращения сырцового валика пыльного джина провел Д.А. Котов, установив, что они изменяют состав сырцового валика и частоту его вращения. Однако испытанные механизмы приводили к переуплотнению сырцового валика и возникали «забои». Переуплотнения происходили из-за несопряженности поступления хлопка-сырца в рабочую камеру и выхода из нее продуктов дженирования, в частности, дженированных семян.

Махсудов О. [97] исследовал пыльный джин с устройствами для принудительного вращения сырцового валика, измененную конфигурацию рабочей камеры (по их периферии ставились ролики). В результате производительность джина повысилась, однако, в связи с тем, что ускоритель являлся жестким и не способствовал улучшению качества поступающего в рабочую камеру хлопка-сырца и уменьшению плотности сырцового валика, а наоборот, привел к росту дробленности семян и суммы «мягких» пороков в волокне. Поэтому такие ускорители не нашли применения в промышленности.

В работе Бекмирзаева Б.И. [98] сделаны следующие выводы:

- с ростом плотности сырцового валика в джине с ускорителем растет его волокнистость, а вместе с этим и производительность джина;
- в обычном джине без ускорителя повышение роста плотности сырцового валика также ведет к росту волокнистости сырцового валика и производительности джина, но в меньшей степени.

В ОАО «ПАХТА TOZALASH ИЧБ» вновь исследовались вопросы процесса дженирования [56]. В данной работе отмечалось, что:

- 98.4% волокна снимается за 60, а 99.6% за 100 с;
- выпадение семян происходит после их оголения и растягивается на время от 10 до 150 с;
- первые 15 с содержание в волокне кожицы с волокном находится на одном уровне, после 15 с кожица с волокном возрастает в 1.5 раза;
- с уменьшением остаточной волокнистости семян увеличивается расход энергии на дженирование, а также содержание кожицы с волокном и дробленного семени;
- семена со 100-пильного джина имеют значительно меньшую остаточную волокнистость, а волокно как по сумме пороков, так и по составу отдельных фракций хуже волокна с 80-пильного джина.

Важным фактором, определяющим результаты процесса дженирования, является эффективность выделения семян из сырьового валика. Этому вопросу уделяли внимание многие исследователи.

Внутреннее перемещение массы сырьового валика и спиралеподобное движение его частиц не только не ускоряют процесс дженирования, а наоборот, сильно затормаживает его и служит источником порокообразования, поэтому необходимо искать новые пути в конструктивном оформлении формы рабочей камеры.

Наиболее глубоким исследованием, посвященным выделению семян, являются работа Д.А. Котова и Г.И. Болдинского [14], а также работы [99-105].

Вопрос о выделении семян из сырьового валика пильного джина до сего времени полностью не изучен. Существует множество различных толкований по поводу места выделения семян во время работы джина. Так, часть исследователей [14, 16, 19, 54] утверждают, что выделение семян происходит лишь в зоне семенной гребенки, другие [53, 75] предполагают, что выделение семян происходит по всей зоне соприкосновения пильного цилиндра с сырьовым валиком. Таким образом, исследователю, изучающему теорию дженирования, в настоящий момент весьма затруднительно делать какие-либо новые шаги без достоверных сведений по затронутому вопросу.

Кроме того, ряд научных работников [19] предполагают, что семена, выделившиеся на поверхность колосников, увлекаются пилами вновь в сырьовый валик.

В исследованиях Д.А. Котова и Г.И. Болдинского доказана возможность возвращения групповых скоплений семян в сырьовый валик. Но следует заметить, что группы семян, которые могут быть заключены между пилами, в основном опущенные и поэтому возвращение их в сырьовый валик даже желательно. Семена же дженированные уходят между пилами свободно и при достаточной глубине врезания пил в сырьовый валик вверх по колосникам не движутся.

Из сказанного следует, что целесообразно устанавливать на пильном валу расстояние между пилами таким, чтобы комки скоплений семян вообще

не входили между пилами. Опыты показали, что путем изменения расстояния между пилами можно получить нормальную опущенность семян, выходящих из рабочей камеры. Это используется на джинах 4ДП-130, 5ДП-130.

В нижней зоне колосника, точнее в зоне схода сырьового валика с семенной гребенкой, происходит встреча двух потоков семян: одного, идущего вниз по колосникам, выделившегося в области соприкосновения сырьового валика с пильным цилиндром выше семенной гребенки, и другого, идущего по семенной гребенке. По нашим наблюдениям оба потока, встречаясь, образуют большое скопление семян в области пересечения направлений их движения, это приводит к тому, что часть дженированных семян возвращается в сырьовый валик с летучками, провисающими между колками семенной гребенки.

На основании изучения зарубежного опыта работы джинов и ранее проведенных научно-исследовательских работ в ОАО «ПАХТА TOZALASH ИЧБ», разработано и изготовлено специальное устройство для дополнительного вывода дженированных семян через торцевые поверхности рабочей камеры [26, 106]. Устройство представляет собой перфорированную трубу диаметром 160 мм, внутри которой вращался шнек с правой и левой навивкой винта. Отверстия перфорации имеют овальную форму с площадью сечения 0.0167 м^2 . Общее живое сечение перфорации трубы составляет 0.101 м^2 . Размеры ячеек перфорации взяты с таким расчетом, чтобы их сечение было больше размера дженированных семян, что обеспечивает их проникновение в трубу под воздействием давления сырьового валика.

Процесс отделения волокна от семян и их вывод из сырьового валика рабочей камеры [107-110] осуществляется следующим образом.

Летучки хлопка-сырца, попадая на поверхность сырьового валика, вовлекаются им во вращательное движение и подводятся к пильным дискам, которые захватывают зубьями волокнистую часть летучек и транспортируют их до встречи с колосниками, где происходит отделение волокна от семян, далее волокна воздушным потоком уносятся в приемную горловину воздушной камеры. Продженированные семена постепенно движутся к перфорированной трубе и за счет давления, оказываемого на них сырьовым валиком, устремляются в ячейки трубы, откуда семена выводятся при помощи вращающегося шнека. Таким образом, в джине с устройством для дополнительного вывода семян, наряду с обычным их выделением, осуществляется дополнительный вывод семян через специальное устройство в боковинах рабочей камеры.

Для определения работоспособности рабочей камеры с устройством для вывода дженированных семян она была установлена на опытном заводе ОАО «ПАХТА TOZALASH ИЧБ» взамен существующей камеры типа КРД.

На основании технических параметров американского джина марки «Дабл-Игл» и предварительных опытов, проведенных на джине с устройством для вывода дженированных семян в ОАО «ПАХТА TOZALASH ИЧБ» в 1979 году, установлена частота вращения перфорированной трубы равная 330 мин^{-1} , а шнека для вывода семян 720 мин^{-1} [26].

В отличие от американского джина, перфорированная труба вращалась по направлению вращения сырцового валика, так как при противоположном вращении происходит торможение сырцового валика и нарушение процесса дженирования. Прежде чем начать основные испытания, был установлен рабочий режим джина, при котором он работал устойчиво и надежно.

Недостатком данной конструкции является то, что в сетчатом барабане шнек установлен отдельно и вращается с большой скоростью автономным приводом. Это усложняет конструкцию джина и способствует повышению механической поврежденности семян из-за наличия разности скоростей вращения сетчатого барабана и винтового шнека.

Процесс дженирования семян (снятие прядомого волокна) происходит многократным воздействием зубьев пил на летучку, т.е. захватом и отрывом волокна зубом. Отсюда следует, что одним из важных факторов является уменьшение времени, необходимого для оголения летучки [111-115].

Гулидов Н.Г. [54] пришел к заключению, что дженирование летучек происходит в среднем за 70 с после попадания их в камеру, а семена задерживаются в среднем до 6 мин. 25 с, т.е. время бесполезного пребывания семян в камере составляет 5 мин. 15 с, т.е. в 5,5 раза дольше, чем время на их оголение.

Сокращение времени возможно либо увеличением количества захватываемого и отрываемого зубом волокна за одно касание, либо сокращением времени подвода семян для повторного захвата.

Естественно, что уменьшение количества дженированных семян в сырцовом валике снижает его массу и плотность и увеличит процентное содержание частично дженированных и недженированных летучек, что приводит к увеличению общей волокнистости сырцового валика.

Академик М.А. Хаджинова в работах [116, 117] изучала влияние технологий переработки текстильного сырья на поврежденность волокна. В монографии особое место отведено поврежденности волокна в результате первичной переработки, в частности, процесса дженирования. Было установлено, что с увеличением плотности сырцового валика значительно возрастает поврежденность волокна (при слабом валике повреждается 9% волокна, при тугом - более 25%). Предложенная М.А. Хаджиновой методика определения биологической поврежденности волокна позволяет правильно оценивать технологический процесс, так как выявляет не только видимые пороки волокна, но и скрытые от глаз и существенно влияющие на его качество, а также рассматривается влияние на прочность волокна различного рода грибков, разрушающих целлюлозу волокна, а также влияние микроорганизмов на образование технологических пороков при переработке волокна в пряжу. Рассматривая образование пороков в волокне, В.С. Федоров [5] указывал на недопустимость чрезмерного повышения производительности, но это указание нужно правильно истолковать. Автор предостерегал от слишком большой производительности не вообще, а на существовавших тогда джинах. Поэтому с ростом производства хлопка-сырца появилась необходимость теоретических исследований и опытных

изысканий с целью изменения некоторых рабочих органов джина для создания оптимальных условий их работы. В связи с этим вопросы теории дженирования приобретают большое значение.

Известно [118-121], что снижение плотности сырцового валика ведет к уменьшению порокообразования при дженировании. При этом исключается вылет семян из горловины камеры, обеспечивается свободное поступление хлопка-сырца из питателя в рабочую камеру и улучшается захват волокон зубьями пил. Поэтому целесообразно было бы осуществлять процесс дженирования без уплотнения дженируемого хлопка-сырца.

Однако без увеличения плотности сырцового валика нельзя достичь повышения производительности джина, а это, с другой стороны, является источником дополнительного порокообразования, в целом ухудшая качество выпускаемой продукции.

В своих работах Г.И. Болдинский [17,45] подходит к постановке повышения качества волокна, утверждая, что с теоретической точки зрения целесообразно пойти по пути конструирования джинов без сырцовых валиков или изыскать пути своевременного удаления семян из центра сырцового валика. Уменьшение содержания пороков в волокне можно достигнуть не снижением производительности джина, а дженированием хлопка-сырца при оптимальных параметрах, уменьшающих уплотненность сырцового валика при повышенной производительности джина.

1.3. Анализ исследований и особенностей технологии пыльного дженирования за рубежом

В настоящее время хлопкоочистительное оборудование выпускается в США, Республике Узбекистан, Индии, Китае [122].

На протяжении длительного времени в США названное оборудование выпускают ряд фирм, специализирующихся в области хлопкоочистительного машиностроения: «Континенталь», «Луммус», «Муррей», «Хардвик-Эттер», «Консолидейтед» и т.д. [123-134].

В США исследовательские работы в области оборудования для первичной обработки хлопка проводятся в лабораториях Департамента сельского хозяйства в городах Стонвилл, Лаббок и Мезилла-парк.

На протяжении ряда лет совершенствование джинов перечисленных фирм шло путем наращивания количества пил. Если в шестидесятые годы число пил не превышало 80, то в настоящее время выпускаются джины с числом пил 158 и более.

Особенности конструкции современных джинов, выпускаемых в США: Джин «Голден Игл» фирмы «Континенталь-Муррей» сохраняет классическую компоновку двухкамерного джина. Отличительная особенность - консольные рабочие и шелушильные колосники. Пыльный цилиндр имеет 161 пилу диаметром 406 мм. Другой особенностью в джине является устройство для дополнительного отвода семян из рабочей камеры в

виде перфорированной трубы, помещенной в центре камеры. Внутри сетчатой трубы диаметром 126 мм проходит шнек, который выводит семена из центра сырцового валика. Подача хлопка-сырца осуществляется снизу посредством набрасывающего барабана. Съем волокна с пил - щеточный. Производительность джина - 1600÷2400 кг/маш.час.

Отличительной особенностью конструкции джинов США является то, что они двухкамерные, что у нас не практикуется. Что касается отвода семян внутрь сетчатого барабана шнеком, то он вращается отдельно и в обратную сторону, это может привести к разрушению семян.

Джин фирмы «Луммус» «Империял II» также сохраняет классическую компоновку двухкамерного джина. Подача хлопка-сырца - нижняя, через шелушильную камеру, снабженную набрасывающим и регенерирующим барабанами. В центре рабочей камеры размещен ускоритель в виде вала с установленными на нем наклонно зубчатыми дисками. Так называемый ускоритель фирмы «Луммус» не является ускорителем, а служит датчиком плотности сырцового валика. При достижении предельной плотности в гидроприводе растет давление масла, которое передается питателю для уменьшения подачи хлопка-сырца. В джинах «Империял II» свод рабочей камеры образован тремя продольными свободно вращающимися роликами для снижения трения сырцового валика о стенки рабочей камеры.

В джинах фирмы «Луммус» применяется как щеточный, так и воздушный съем волокна с зубьев пил. Джин «Империял II» имеет 158 пил диаметром 305 мм. С 1995 года фирма «Луммус» выпускает джин «Империял III» со 170 пилами диаметром 305 мм. В этом джине отсутствуют верхние ролики на лобовом бруске, регенерационный барабан и шелушильные колосники. Производительность - до 2200 кг/маш.час.

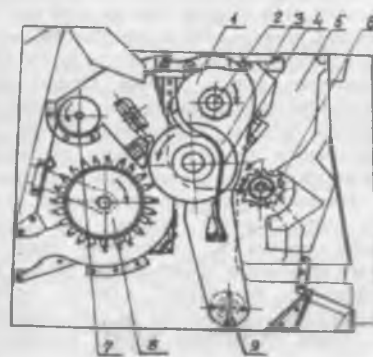
Джин «Хорн» фирмы «Консолидейтед», где впервые в практике США фирма отошла от традиционной для джинов шелушильной камеры и полностью повторяет конструкцию джина «Империял III» фирмы «Луммус», что значительно упростило конструкцию джина. Подача хлопка-сырца - нижняя, через набрасывающий барабан. В рабочей камере имеется ускоритель, аналогичный ускорителю джина фирмы «Луммус» - вал с наклонными зубчатыми дисками.

Джин «Хорн» фирмы «Консолидейтед» оснащен 164 пильными дисками диаметром 305 мм (см. рис 1.2). Ширина колосника в рабочей зоне - 2.7 мм. Колосники изготовлены методом точного литья под давлением из нержавеющей стали, со съемным вкладышем в зоне дженирования. Такая конструкция колосника позволяет при износе заменить вкладыш без замены колосника. Съем волокна с пил - щеточный.

Джин «Regal» фирмы «Хардвик-Эттер» создан в 1967 году. Фирма «Хардвик-Эттер» предприняла попытку резко увеличить количество пил в джине за счет установки в машине двух пильных цилиндров в рабочей камере. Батарея из четырех таких джинов была установлена на Суфикишлакском хлопкозаводе Андижанского вилоята. Опыт эксплуатации не выявил существенных преимуществ. Джин этого типа не получили

распространения в связи со сложностью конструкции, неудобством в обслуживании и ремонте. Механическое объединение двух машин в одну не дало соответствующего удвоения производительности.

Из анализа конструкций джинов всех фирм - изготовителей становится очевидным, что основным направлением развития повышения производительности единичной машины является увеличение количества работающих пил. Поскольку расстояние между пилами не могут быть меньше 15 и больше 18 мм, увеличение числа пил достигалось за счет увеличения рабочей ширины машины.



- 1- рабочая камера;
- 2- ускоритель вращения сырцового валика;
- 3- пильный цилиндр;
- 4- колосниковая решетка;
- 5- камера для подачи хлопка-сырца снизу;
- 6- набрасывающий валик;
- 7- сороотводящий конвейер;
- 8- съемный щеточный барабан;
- 9- семяотводящее устройство

Рис 1.2. Пильный джин «Consolidated» (США).

Анализируя в целом состояние литературных и производственных данных техники и технологии переработки хлопка в промышленности и за рубежом, а также обобщая имеющиеся исследования по совершенствованию

технологии и оборудования для хлопкоочистительной промышленности, можно отметить, что основной объем волокноотделения падает на пыльное джинирование и оно является узловым местом в технологической цепочке хлопкоочистительных заводов, а также определяет качество вырабатываемого волокна.

Поэтому основным объектом исследования выбрано пыльное джинирование.

Сложность процесса пыльного джинирования определяется многообразием протекающих в нем явлений. Трудями многих ученых вскрыты различные элементы процесса джинирования, к числу которых можно отнести исследование кинематики движения сырцового валика, его фракционного состава и зональной плотности, исследование механизма вывода семян из него, сьем волокна связи качественных и количественных показателей процесса, влияния свойств перерабатываемого сырья и режима работы джина на протекание процесса и многое другое. Однако в работах не было изучено влияние формы рабочей камеры джина на процесс джинирования с позиции стабилизации процесс вывода семян из него.

Анализ работы пыльных джинов показал, что основная причина снижения эффективности процесса пыльного джинирования и качества продукции объясняется тем, что значительная часть джинированных семян скапливается в центральной части сырцового валика. Тем самым, повышая его плотность, что является одним из основных источников порокообразования волокна и повреждения семян. Поэтому вопрос определения путей повышения эффективности работы пыльных джинов и создания рациональных конструкций рабочих органов, позволяющих повысить производительность машины за счет эффективного выделения джинированных семян из рабочей камеры пыльного джина, является актуальным.

ГЛАВА 2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ СЫРЦОВОГО ВАЛИКА ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ С ПЫЛЬНЫМ ЦИЛИНДРОМ И ОБОСНОВАНИЕ РАЦИОНАЛЬНОГО ПАРАМЕТРА РАБОЧЕЙ КАМЕРЫ ДЖИНА

2.1. Определение структурных двухфазных упругих свойств материала сырцового валика пыльного джина

Из анализа работ и практики эксплуатации пыльных джинов следует, что скорость вращения и силы давления сырцового валика значительно влияют на качественные и количественные показатели процесса джинирования, причем в рабочей камере именно динамика процесса движения слоев в сырцовом валике, имеющих различную плотность и переменную массу, определяет в конечном счете ее рациональный профиль. Скорость вращения и силы межслойного давления сырцового валика и слоев зависят от многих технологических факторов: состава, массы, плотности, волокнистости и количества оголенных семян сырцового валика. Эти факторы во многом зависят от формы рабочей камеры, оптимальная конструкция которой до сих пор не найдена.

Для решения поставленной задачи необходимо было изучить состав сырцового валика. Материал сырцового валика представляет собой структурную, неоднородную многофазную и упругую среду, состоящую из хлопка-сырца, частично джинированных семян, а также оголенных семян и других мелких фракций, совместно образующих его агрегатное состояние.

Составление механической модели такой среды является довольно сложной задачей, для этого существуют множество подходов. Наиболее приемлемыми здесь являются модели, представленные в работе [135]. При использовании моделей многокомпонентных сред, представленных в работах [136,137], создаются дополнительные трудности, связанные с определением механических свойств, как определенных компонентов среды, так и свойств хлопка-сырца и его продукции, а также агрегатного состояния.

Поэтому естественными и подходящими считаются модели, использующие эффективные механические параметры структурно неоднородных сред. Эта модель предполагает наличие концентрации каждого компонента с известными механическими свойствами. При этом можно определить эффективные коэффициенты Ламе для двух сжимаемых сред. Как показано в работе [135], такая модель представляет собой довольно сложные выражения для рациональных параметров, неудобные для инженерных расчетов.

Здесь рассматривается простейший случай, когда обе компоненты (хлопок-сырец и хлопковые семена) имеют примерно одинаковые модули сдвига $\mu_1 = \mu_2 = \mu$ и различные коэффициенты Ламе λ_1 и λ_2 .

В этом случае эффективные коэффициенты Ламе будут равны:

$$\lambda = \frac{\lambda_1 \lambda_2 + 2\mu(c_1 \lambda_1 + c_2 \lambda_2)}{c_1 \lambda_2 + c_2 \lambda_1 + 2\mu}, \quad (2.1)$$

где $\mu = \mu_1 = \mu_2$, Н/м²;

λ_1 - коэффициент Ламе по хлопку-сырцу, Н/м²;

λ_2 - коэффициент Ламе по хлопковым семенам, Н/м²;

c_1, c_2 - объемные концентрации волокна и семян, $c_1 + c_2 = 1$.

При известном коэффициенте Ламе закон Гука записывается в виде:

$$\sigma_y = \lambda \varepsilon_y + 2\mu \varepsilon_y, \quad (2.2)$$

где $\varepsilon = \varepsilon_{11} + \varepsilon_{22} + \varepsilon_{33}$;

σ_y - компоненты тензора напряжений;

δ_{ij} - символы Кронекера;

ε_{ij} - компоненты тензора деформации.

2.2. Напряженно-деформированное состояние сырьевого валика при вращении вокруг оси

Пусть сырьевой валик представляет собой длинное цилиндрическое упругое тело, совершающее вращение вокруг оси. Упругие свойства материала сырьевого валика определяются по формулам (2.1) и (2.2). Принимаем, что в результате вращения тела вокруг оси в направлении радиуса на частицу действуют центробежные силы $\rho \omega_0^2$ (Н/м³).

Инерционными силами в частицах среды пренебрегаем. Уравнение равновесия для цилиндрического тела записывается в виде [136]:

$$\begin{aligned} (\lambda + 2\mu) \left[\frac{\partial^2 u_r}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial u_r}{\partial r} - \frac{u_r}{r^2} \right] + \omega_0^2 \rho r &= 0; \\ \mu \left(\frac{\partial^2 u_\theta}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial u_\theta}{\partial r} - \frac{u_\theta}{r^2} \right) + \frac{d\omega_0}{dt} \rho r &= 0, \end{aligned} \quad (2.3)$$

где u_r и u_θ - радиальное, м, и угловое перемещение частицы, 1/м, в полярной системе координат (r) с началом в центре круга радиусом $r = r_2$;

ρ - плотность среды, кг/м³;

r - расстояние от данной точки до оси пыльного цилиндра, м,

а также в тангенциальном направлении переносное ускорение $\frac{d\omega_0}{dt} r$;

ω_0 - угловая скорость пыльного цилиндра, рад/с;

ω_r - угловая скорость сырьевого валика, рад/с.

Закон Гука для материала смеси записывается в виде:

$$\begin{aligned} \sigma_{rr} &= \lambda e + 2\mu e_{rr}; & \sigma_{\theta\theta} &= \lambda e + 2\mu e_{\theta\theta}; \\ \sigma_{r\theta} &= \mu e_{r\theta}; & \sigma_{zz} &= \lambda e + 2\mu e_{zz}, \end{aligned} \quad (2.4)$$

где

$$\begin{aligned} e &= e_{rr} + e_{\theta\theta} + e_{zz}, & e_{rr} &= \frac{\partial u_r}{\partial r}; \\ e_{\theta\theta} &= \frac{u_r}{r}, & e_{zz} &= \frac{\partial u_z}{\partial z}; \\ e_{r\theta} &= \frac{\partial u_\theta}{\partial r} - \frac{u_\theta}{r}, \end{aligned} \quad (2.5)$$

где $\sigma_{rr}, \sigma_{\theta\theta}, \sigma_{zz}, \sigma_{r\theta}$ - отличные от нуля компоненты тензора напряжений (σ_{rr} - нормальное радиальное напряжение, Н/м²; $\sigma_{\theta\theta}$ - нормальное окружное напряжение, Н/м²; σ_{zz} - нормальное осевое напряжение, Н/м²; $\sigma_{r\theta}$ - тангенциальное касательное напряжение, Н/м²); e - единичный вектор; G - модуль упругости, Н/м². В случае плоского деформированного состояния $e_z = e_{rz} = e_{zz} = 0$. На границе сырьевого валика поставим следующие условия:

отсутствие относительного скольжения внутренней границы сырьевого валика

$$u_r = 0, \quad u_\theta = 0 \text{ при } r = r_1. \quad (2.6)$$

На внешней границе нормальные и касательные напряжения сведены между собой по закону трения Кулона и радиальное перемещение массы сырьевого валика равно нулю (f - коэффициент трения),

$$\sigma_{r\theta} = f \sigma_{rr}, \quad u_r = 0 \text{ при } r = r_2, \quad (2.7)$$

где r_1 - радиус внутренней поверхности массы сырьевого валика, м;

r_2 - радиус внешней поверхности массы сырьевого валика, м.

Решение уравнения (2.3) представим в виде:

$$u_r = Ar + \frac{B}{r} - \frac{\omega_0^2 \rho r^3}{8(\lambda + 2\mu)}, \quad (2.8)$$

$$u_\theta = Cr + \frac{D}{r}, \quad (2.9)$$

где постоянные A, B, C, D определяются из граничных условий (2.6) и (2.7), которые дают:

$$A = \frac{\omega^2 \rho (r_1^4 + r_2^4)}{8(\lambda + 2\mu)}; \quad (2.10)$$

$$B = -\frac{\omega^2 \rho r_1^2 r_2^2}{8(\lambda + 2\mu)};$$

$$D = \frac{(\lambda + 2\mu)}{2\mu f} \left[2A - \frac{\omega^2 r_2^2 \rho}{8(\lambda + 2\mu)} \right];$$

$$f = -\frac{D}{r_1^2}; \quad (2.11)$$

Если скольжение сырового валика по поверхности $\Gamma = \Gamma_2$ происходит по предельному значению $\sigma_{\tau 0}$, то следует полагать:

$$\sigma_{\tau 0} = \tau; \quad u_r = 0 \text{ при } \Gamma = \Gamma_2, \quad (2.12)$$

здесь τ - предельное значение касательного напряжения, Н/м².
В этом случае имеем:

$$D = -\frac{r_2^2}{r_1^2 2\mu} \tau; \quad C = -\frac{D}{r_1^2}. \quad (2.13)$$

Постоянные А и В остаются без изменения.

Отсюда можно определить упругие свойства сырового валика.

2.3. Определение контактных сил взаимодействия между сыровым валиком и пильным цилиндром джина

В процессе джинирования хлопка-сырца напряженное состояние сырового валика зависит от его угловой скорости и ускорения. Для составления уравнения вращения сырового валика требуется определить величины контактного усилия, возникающего в результате взаимодействия зубьев пил пильного цилиндра с поверхностью сырового валика [138-142].

Сила взаимодействия зависит от распределения давлений на всей области контакта, так как качение двух тел относительно друг друга практически отсутствует, силу контакта можно определить согласно закону Герца [137]:

$$p(x) = \frac{2P}{\pi a^2} (a^2 - x^2)^{\frac{1}{2}}, \quad (2.14)$$

где P - сила прижатия сырового валика к пильному цилиндру, Н;

$p(x)$ - распределение нормальных давлений по длине зоны контакта, Н/м;

a - длина дуги контакта, м, которая связана со сжимающейся силой по формуле [136]

$$Q_x = 2 \sqrt{\frac{P}{\pi R E_x}}; \quad (2.15)$$

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_0} + \frac{1}{R_s},$$

$$\frac{1}{E_x} = \frac{1 - \nu_1^2}{E_1} + \frac{1 - \nu_2^2}{E_2},$$

где Q_x - тангенциальная сила, Н;
 R - приведенный радиус, м;
 R_0 - радиус пильного цилиндра, м;
 R_s - радиус сырового валика, м;
 E_x - приведенный модуль упругости, Н/м²;
 E_1 - модуль упругости хлопка-сырца, Н/м²;
 E_2 - модуль упругости хлопковых семян, Н/м²;
 ν_1, ν_2 - коэффициент Пуассона ($0 < \nu < 0.5$).

При известной длине контакта сжимающая сила определяется по формуле

$$P = \frac{\pi a^2 E_x}{4 R}.$$

В случае качения двух контактирующих тел относительно осей, параллельных их общей касательной плоскости, поверхности «протекают» через область контакта с тангенциальными (линейными) скоростями V_a и V_b , м/с. Если V_a и V_b различные, то вращение сопровождается проскальзыванием. Вращение без проскальзывания обычно называется «свободным».

В дальнейшем, если тангенциальная сила Q_x равна нулю, считается вращение свободным, а при наличии тангенциальной силы Q_x вращение будет с проскальзыванием.

Изучим влияние деформаций на контактирование упругих тел при качении. Нормальные нагрузки, распределенные по конечной площадке, находятся по теории Герца. Разница между упругими деформациями двух тел в области сцепления приводит к реализации макропроскальзывания тел, называемого скольжением. Скольжение возникает в области контакта пильного цилиндра с сыровым валиком, где образуются отдельные слои волокнистой массы и семян на поверхности сырового валика.

В зоне сцепления зубья пил пильного цилиндра взаимодействуют с волокнистой массой и происходит процесс отделения волокна от семян. Эту зону условно назовем зоной контакта пильного цилиндра с сыровым валиком (рис. 2.1).

В свою очередь, она может быть разделена на зоны: сильного и слабого контакта, где частицы массы сырового валика зацеплены зубьями пил пильного цилиндра и имеют с ним одинаковую скорость. Далее происходит отставание частиц от скорости вращения пильного цилиндра за счет увеличения трения хлопка о стенки рабочей камеры. Изучение этого процесса представляет собой сложную задачу и поэтому принимаем обе зоны как зону сцепления.

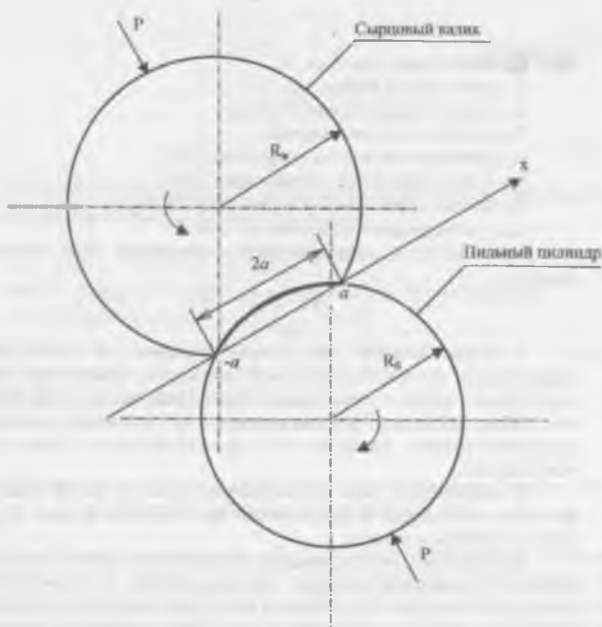


Рис. 2.1. Взаимодействие сырцового валика с пильным цилиндром.

Введем величину относительного скольжения двух цилиндрических тел

$$\xi_x = \frac{V_1 - V_2}{V_2} = \frac{R_1 \omega_1 - R_2 \omega_2}{R_2 \omega_2} \quad (2.16)$$

В случае свободного качения (при отсутствии тангенциальной силы) величина относительного скольжения (ξ_x , безразмерная) определяется по формуле

$$\xi_x = \frac{2\beta a}{\pi R} \quad (2.17)$$

где β - мера различия упругих постоянных двух тел (цилиндров), определяемая по формуле [136]

$$\beta = \frac{1}{2} \frac{\frac{1-2\nu_1}{G_1} + \frac{1-2\nu_2}{G_2}}{\frac{1-2\nu_1}{G_1} + \frac{1-2\nu_2}{G_2}}; \quad G_1 = \mu_1; \quad G_2 = \mu_2$$

Тангенциальные силы вдоль линии контакта распределяются по закону

$$q(x) = \frac{\beta}{\pi} p_0 \left(1 - \frac{x^2}{a^2}\right)^{\frac{1}{2}} \ln \frac{a+x}{a-x}; \quad (2.18)$$

$$p_0 = \frac{2P}{\pi a}$$

где q - распределенное усилие, Н/м;

p_0 - начальная распределенная сила прижатия сырцового валика к пильному цилиндру, Н/м.

Если рассмотреть отношение $q(x)/p(x)$ из (2.14) и (2.18), то это отношение стремится к бесконечности при $x = \pm a$, так что некоторое проскальзывание неизбежно. Наличие проскальзывания увеличивает величину относительного проскальзывания

$$\xi_x = \frac{0.914 \beta a}{R}$$

В случае свободного вращения можно ожидать, что здесь будут три области, где проскальзывание происходит в разных направлениях [137].

Проведенный анализ показывает, что взаимодействие пильного цилиндра с сырцовым валиком отличается тем, что в зоне сцепления имеет место проникновение зубьев пил пильного цилиндра в волокнистую массу и ее протаскивание вдоль дуги контакта. Поэтому можно полагать, что в зоне захвата волокнистой массы сырцового валика проскальзывание почти отсутствует. Зона проскальзывания начинается с точки джинирования, т.е. после отделения волокна [143-146].

В связи с вышеизложенным рассмотрим вращение двух цилиндрических тел при наличии касательного усилия вдоль дуги контакта. Эту силу обозначим через Q_x , которая в случае установившегося режима ($\omega_1 = \text{const}$, $\omega_2 = \text{const}$) определяется из условия равновесия

$$Q_x = \frac{M_6}{R_2}, \quad (2.19)$$

где M_6 - момент, действующий со стороны пильного цилиндра на сырцовый валик, величину которого можно определить через мощность и угловую скорость пильного цилиндра, Н-м:

$$M_6 = \frac{30 N}{\pi n},$$

где N - мощность пильного цилиндра, Вт;

n - частота вращения пильного цилиндра, мин⁻¹.

Рассмотрим сначала контактное взаимодействие двух цилиндрических тел с параллельными осями, сжатых нормальной силой P , к которым затем

приложена удельная касательная нагрузка $Q_x < f_1 P$ ($f_1=0,3-0,6$ - коэффициент трения, учитывающий наличие зубьев пил в пильном диске).

Длина участка контакта и распределение давлений, вызванных действием силы P , определяются теорией Герца при отсутствии проскальзывания (жесткое сцепление). Касательные напряжения определяются по методу теории упругости [137]:

$$q(x) = \frac{Q_x}{\pi(a^2 - x^2)^{1/2}}. \quad (2.20)$$

Напряжения действуют на поверхность каждого тела во взаимнопротивоположных направлениях [147-153] и на концах участка взаимодействия $x=\pm a$ имеют теоретически бесконечные значения. Эти бесконечные касательные усилия на концах участка контакта в действительности не могут поддерживаться, поэтому должно быть микроскольжение и полученный результат означает, что оно произойдет вблизи краев участка контакта.

В предельном состоянии (предшествующем началу скольжения), когда касательная нагрузка достигает своего предельного значения $f_1 P$, касательные усилия определяются выражением:

$$q'(x) = f_1 p_0 \left(1 - \frac{x^2}{a^2}\right)^{1/2}; \quad (2.21)$$

$$\left(p_0 = \frac{2P}{\pi a}\right).$$

В зоне сцепления касательные напряжения имеют выражение

$$q(x) = f_1 \frac{p_0}{a} \left[(a^2 - x^2)^{1/2} - (c^2 - x^2)^{1/2} \right], \quad |x| < c. \quad (2.22)$$

Значения $q(x)$ всегда меньше $f_1 p(x)$. В конечных зонах контактного участка $|x|=c$, тогда $q(c) = f_1 p(c)$. Для определения этих значений воспользуемся графиком из [137], который представлен на рис.2.2, где кривая проскальзывания — для качения цилиндров при наличии тангенциальной силы; сплошная линия-теория Картера; штриховая линия — отсутствие проскальзывания; штрих пунктирная линия — теория упругого основания.

Действие тангенциальной силы, достаточно малой, вызывает проскальзывание силы в точке выхода, участок проскальзывания расширяется с увеличением тангенциальной силы, пока при $Q=\mu P$ он не достигнет передней точки, что означает установление полного проскальзывания.

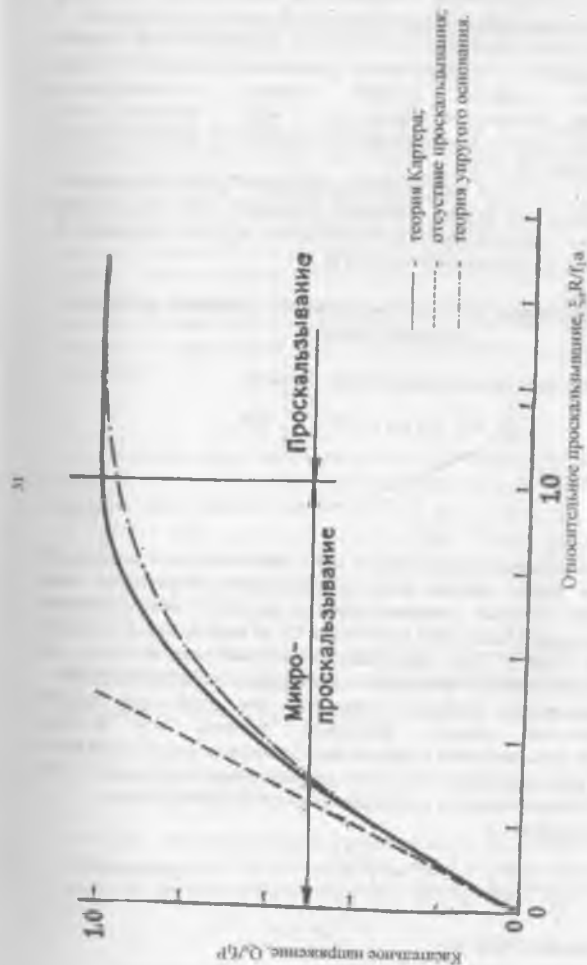


Рис. 2.2. Кривая проскальзывания

При условиях большого трения, когда отношение $Q/(\mu P)$ мало, участок проскальзывания, расположенный в окрестности зоны выхода, становится исчезающе малым и распределение напряжений стремится к предельному.

Соответствующее значение относительного проскальзывания задается равенством $\xi_s \cdot \alpha Q_s (2RP)$. Это соотношение соответствует линейной функции проскальзывания, градиент которой задается «коэффициентом проскальзывания». Напряжение обращается в ноль в передней точке, следовательно, деформации непрерывны при переходе от внешней области контакта к ее внутренней части.

Из рис.2.2. следует, для того, чтобы коэффициент проскальзывания, т.е. линейный градиент, для модели основания совпадал с тем, который дает решение для полупространства, тангенциальный модуль основания K_t должен быть равен $2/3$ нормального модуля K_p .

2.4. Анализ численных значений напряжений и динамики движения сырового валика

Размер зоны сцепления определяется величиной:

$$Q_x = \int_{-a}^a q(x) dx = f_1 P - \frac{c^2}{a^2} f_1 P,$$

откуда

$$\frac{c}{a} = \left(1 - \frac{Q_x}{f_1 P}\right)^{\frac{1}{2}}. \quad (2.23)$$

При монотонном возрастании Q_x от нуля, при постоянной нормальной нагрузке P на краях участка контакта немедленно образуются зоны проскальзывания, которые распространяются внутри участка контакта согласно соотношений (2.23). При увеличении Q_x до величины $f_1 P$, значение c стремится к нулю и зоны проскальзывания смыкаются в точке $x=0$. Превышение Q_x значения $f_1 P$ приводит к полному проскальзыванию [145].

Вышеприведенные формулы пригодны при отсутствии чистого качения (вращения пыльного цилиндра). Качение при наличии тангенциальной силы приводит к нарушению симметрии напряжений вдоль контакта двух цилиндрических тел [136] с одинаковыми свойствами. В этом случае касательные напряжения распределяются следующим образом:

в зоне сцепления —

$$q(x) = f_1 P_0 \left\{ \left(1 - \frac{x^2}{a^2}\right)^{\frac{1}{2}} - \frac{c}{a} \left[1 - \left(\frac{x+d}{c}\right)^2\right]^{\frac{1}{2}} \right\}, \quad -a \leq x \leq a-d;$$

в зоне проскальзывания —

$$q(x) = f_1 P_0 \left(1 - \frac{x^2}{a^2}\right)^{\frac{1}{2}}, \quad c-d \leq x \leq a,$$

где величины d и c определяются по формулам:

$$d = a - c, \quad \frac{c}{a} = \left(1 - \frac{Q_x}{f_1 P}\right)^{\frac{1}{2}}.$$

При этом величина относительного проскальзывания будет равна:

$$\xi_s = \frac{f_1 a}{R} \left[1 - \left(1 - \frac{Q_x}{f_1 P}\right)^{\frac{1}{2}}\right].$$

В случае качения цилиндрических тел с различными свойствами, возникают дополнительные касательные усилия, которые могут влиять на длину зоны сцепления. Для упрощения постановки задачи используем модель упругого основания Винклера. Для двух цилиндрических тел, с упругой оболочкой толщиной h (м), лежащей на жесткой подложке, вводим модули основания K_p для нормального сжатия и K_q (Н/м) — для касательного сдвига. Такое основание иногда называют «проволочной щеткой», так как локальные элементы «щетины» деформируются независимо от своих соседей. Нормальные и касательные поверхностные перемещения u_x и u_y связаны с компонентами касательных напряжений q_x , q_y и определяются по формулам:

$$q_x = -\frac{K_q}{h} u_x; \quad q_y = \frac{K_p}{h} u_y.$$

В случае двух цилиндрических тел, контактирующих через упругий слой, толщина h , величина проскальзывания ξ_s и касательное усилие Q_x связаны между собой формулой [137]:

$$\frac{Q_x}{f_1 P} = -\frac{3}{2} \lambda \left(1 - \frac{1}{2} \lambda + \frac{1}{12} \lambda^2\right), \quad (0 \leq \lambda \leq 2),$$

$$\text{где } \lambda = 2 \left(1 - \frac{c}{a}\right) = \frac{K_q}{K_p} \frac{R}{f_1 a} \xi_s.$$

Чтобы коэффициент проскальзывания для модели Винклера совпадал с тем, который дает решение для полупространства, тангенциальный модуль основания K_q должен быть равен $\frac{2}{3} K_p$ и, кроме того, имеет место равенство [137].

$$\frac{K_p}{h} = \frac{1,35}{a} E_x, \quad \frac{K_q}{h} = \frac{1,1}{a} E_x, \quad \left(\frac{1}{E_x} = \frac{1-\nu_1^2}{E_1} + \frac{1-\nu_2^2}{E_2}\right).$$

Для расчета величины относительного проскальзывания ξ_s следует выбрать значение Q_x по формуле (2.19), и по вычисленному значению ξ_s можно определить угловую скорость сырового валика:

$$\omega_s = \omega_0 \frac{R_0}{R_s} (1 - \xi_s). \quad (2.24)$$

По результатам теоретических исследований (формулы (2.14)-(2.24)) была составлена блок-схема алгоритма и программа для численных расчетов.

а также получены результаты по определению контактных сил взаимодействия сырьевого валика с пыльным цилиндром по обобщенной механико-математической модели динамики движения сырьевого валика в рабочей камере джина. Из полученных результатов определены основные параметры рабочей камеры джина, обеспечивающие повышение скорости вращения сырьевого валика [154-156].

Для расчета численных исследований было выбрано: $R_0=0.16$ м; $n=730$ мин⁻¹; $N=75000$ Вт; $\omega_0=76.4$ рад/с; $V_0=12$ м/с; $E_1=1835$ Н/м² [157]; $E_2=267370$ Н/м² [158]; $\nu=0.01$; $f_1=0.3$. Расчеты производились для различных радиусов (R_0) рабочей камеры, при этом определялось наименьшее значение контакта « d », с которого начинает возникать зона скольжения, что дает возможность выходу дженированных семян из рабочей камеры.

Результаты численных исследований сведены в табл.2.1, по ее данным построены графики (рис.2.3-2.5), на которых представлены показатели относительного проскальзывания и захвата волокна, силы прижатия и угловой скорости сырьевого валика в зависимости от радиуса кривизны рабочей камеры.

Из рис.2.3 видно, что при некоторых малых радиусах кривизны рабочей камеры значение « c » мало, проскальзывание нет, а захват волокна зубом пилы происходит стабильно. Это означает, что процесс происходит при тугом сырьевом валике. Однако с ростом радиуса R_0 « c » растет намного интенсивнее, чем « d ». При значении $R_0=0.24$ они пересекаются, что означает наличие очень малой плотности сырьевого валика, когда происходит значительное проскальзывание, хотя захват волокон имеет место. Далее точки пересечения – область нереальная. Поэтому наиболее рациональными радиусами можно считать 0.17-0.19 м.

Из рис. 2.4. можно отметить, что с ростом радиуса кривизны рабочей камеры сила прижатия сырьевого валика к пыльному цилиндру растет, так как рабочая зона дуги пропилования уменьшается и это приводит к снижению плотности сырьевого валика. Поэтому оптимальным радиусом будет точка пересечения этих кривых. Она также соответствует $R=0.185$ м.

На графике рис.2.5 представлена зависимость угловой скорости вращения сырьевого валика от радиуса кривизны рабочей камеры, из которого видно, что при постоянной линейной скорости и росте радиуса кривизны угловая скорость падает и, соответственно, плотность сырьевого валика снижается.

В табл.2.2 сведены результаты численных исследований формул (2.14)-(2.24), а по его данным построен график (рис. 2.6) зависимости касательного напряжения в зоне дженирования от контакта с пыльным цилиндром. Из графика видно, что во всех вариантах проскальзывания при увеличении радиуса кривизны рабочей камеры напряжение растет, далее кривые расходятся. Однако они расположены строго сверху вниз по мере увеличения радиуса кривизны рабочей камеры.

Таблица 2.1. Технологические показатели процесса пыльного дженирования, полученные численным расчетом на ЭВМ

Радиус кривизны рабочей камеры, R_0 , м	Сила прижатия сырьевого валика к пыльному цилиндру, P , Н	Рабочая зона дуги пропилования, a , м	Зона захвата, d , м	Зона проскальзывания, c , м	Угловая скорость сырьевого валика, ω , рад/с	Линейная скорость сырьевого валика, V_m , м/с
0.15	1064.515	0.29909	0.29763	0.00145	72.930	10.94
0.16	1030.175	0.30229	0.30082	0.00147	68.380	10.94
0.17	999.876	0.30567	0.30417	0.00148	64.365	10.94
0.18	972.943	0.30922	0.30771	0.00155	60.794	10.94
0.19	948.845	0.31294	0.31141	0.00152	57.598	10.94
0.2	927.157	0.31685	0.31530	0.00154	54.721	10.94
0.21	907.535	0.32095	0.31938	0.00156	52.118	10.94
0.22	889.697	0.32524	0.32366	0.00158	49.750	10.94
0.23	873.409	0.32975	0.32814	0.00160	47.589	10.94
0.24	858.479	0.33448	0.33285	0.00162	45.606	10.94

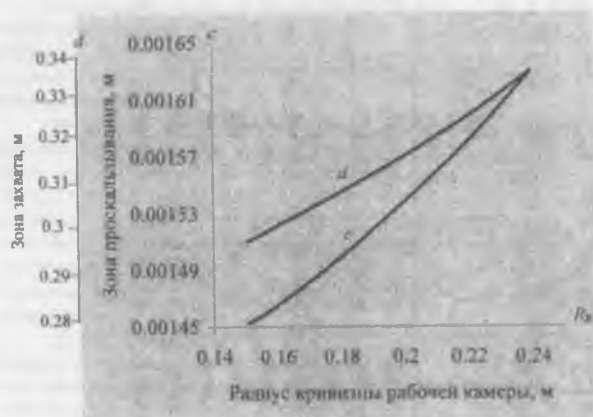


Рис. 2.3. Зависимость зон захвата и проскальзывания сырцового валика от радиуса кривизны рабочей камеры.



Рис. 2.4. Зависимость силы прижатия сырцового валика к тильному цилиндру в рабочей зоне дуги пропилования от радиуса кривизны рабочей камеры.

[illegible]

Касательное напряжение в сырцовом валике, Н/м

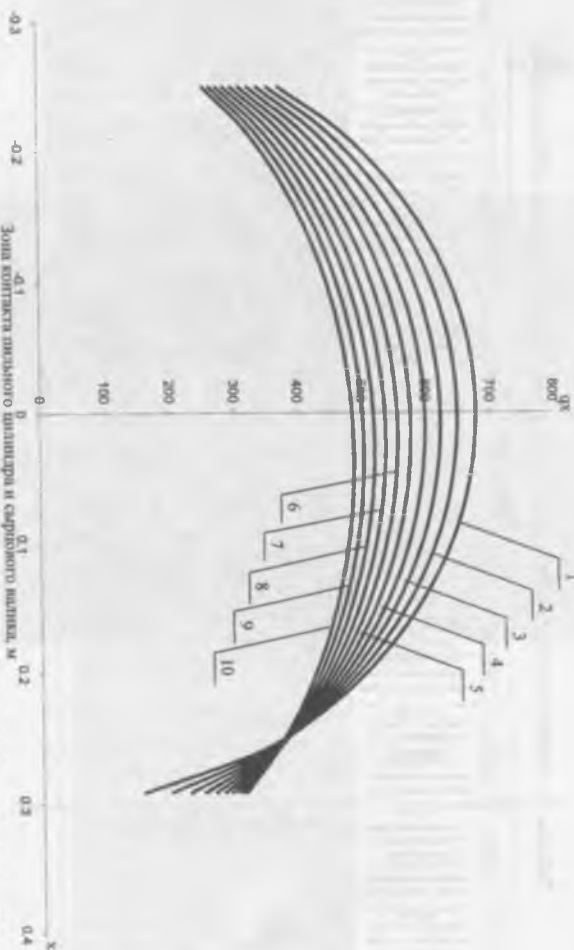


Рис. 2.6. Зависимость касательного напряжения в сырцовом валике от радиуса кривизны рабочей камеры. 1-R=0,15 м; 2-R=0,16 м; 3-R=0,17 м; 4-R=0,18 м; 5-R=0,19 м; 6-R=0,20 м; 7-R=0,21 м; 8-R=0,22 м; 9-R=0,23 м; 10-R=0,24 м.

Правая сторона графика идентична левой, так как захват волокна завершается, и поэтому напряжение резко падает. Это можно объяснить следующим образом: захват волокна зубом пилы пыльного цилиндра происходит при $a=0,24$ м, ($x=-0,24$ м), если увеличить это расстояние, т.е. $a>0,24$ м, тогда вообще не происходит захвата волокон. Захваченное волокно, повышая напряжение в сырцовом валике, доходит до точки (0) дженирования. Однако напряжение имеет разное значение в зависимости от радиуса кривизны рабочей камеры, т.е. чем меньше радиус, тем больше напряжение в сырцовом валике. Далее, после отрыва волокна от семян происходит проскальзывание примерно до $x=0,3$ м, при этом падает напряжение в сырцовом валике. Так, при радиусе кривизны рабочей камеры равной $R_a=0,15$ м напряжение достигает 680 Н/м, а при $R_a=0,24$ м напряжение падает до 480 Н/м, и т.д.

С точки зрения снижения энергоемкости и снижения поврежденности волокон, следует выбирать наибольший радиус кривизны, так как в этом случае малые касательные напряжения. В то же время речь идет о едином радиусе для всей рабочей камеры. Однако в реальной машине радиусы кривизны отдельных участков существенно различаются — от 0,12 до 0,25 м, что естественно приводит к концентрации касательных напряжений на переходах. Поэтому при конструировании необходимо стремиться к одному радиусу кривизны рабочей камеры.

Для выбора среднего единого радиуса необходимо исходить из среднего касательного напряжения. По рис.2.6. для рабочей зоны среднему касательному напряжению соответствует радиус в пределах 0,17+0,19 м (кривые 3+5).

2.5. Обоснование рационального параметра рабочей камеры пыльного джина

Известно, что рабочая камера пыльного джина состоит из колосниковой решетки, лобовой стенки, зева камеры и фартука с семенной гребенкой. Названные элементы камеры, очертания и размеры их разводов по отношению к пыльному цилиндру существенно влияют на ход технологического процесса дженирования. Рассмотрим вкратце назначение отдельных элементов рабочей камеры джина и влияние их размеров на процесс.

Лобовая стенка камеры является направляющей поверхностью для образования сырцового валика, от очертания которого зависит величина его диаметра. Очертание фартука в верхней части, отступающее от образующей сырцового валика, создает клинообразный зев для захвата хлопка-сырца, поступающего с лотка питателя, существенно влияющего на производительность джина. Направление поверхности фартука и нижней части камеры у семенной гребенки образует расширение в этой зоне и, тем самым, создает благоприятные условия для выделения оголенных семян из

массы сырцового валика. Наличие семенной гребенки, установленной заподлицо в его нижней части, способствует выделению проджинированных семян из камеры, регулируя степень их оголения. Колосниковая решетка рабочей камеры джина служит для ввода в нее через колосниковую щель пил пильного цилиндра и осуществления основного процесса джинирования - отрыва волокна от семян.

Питание хлопком осуществляется через зев камеры. Сырцовый валик, размер которого также влияет на производительность джина, связан с профилями и размерами лобового бруса, фартука и колосника.

Анализ работы существующей рабочей камеры (рис 2.7) показывает на нерациональность профиля рабочей камеры, в том числе профиля колосника. Из-за чего процесс джинирования происходит с большим расходом электроэнергии и повышением плотности сырцового валика.

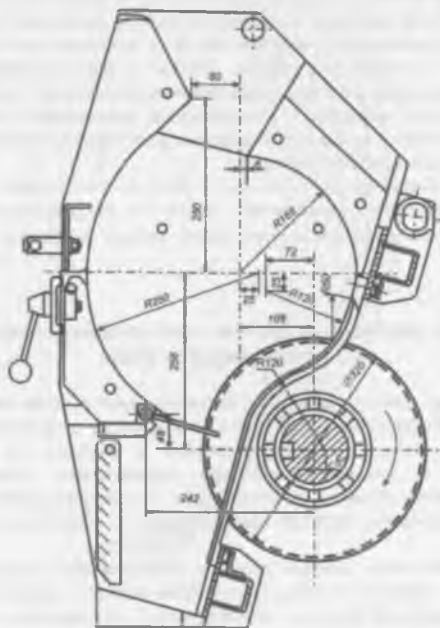


Рис.2.7. Профиль существующей рабочей камеры пильного джина.

При вращении сырцового валика наиболее рациональной формой рабочей камеры пильного джина является форма, подобная окружности.

Форма существующей рабочей камеры джина отличается от окружности, особенно на участках, где расположена верхняя часть колосника, из-за несоосности центра сырцового валика и окружности верхней части колосника, а также наличия участка, который находится вне зоны окружности сырцового валика. Поэтому при вращении сырцового валика на участке верхней части колосника резко возрастает центробежная сила, способствующая торможению и увеличению энергоемкости процесса.

Поэтому для исключения вышеуказанных недостатков и на основании теоретических исследований предлагается новый профиль рабочей камеры (рис.2.8), защищенный Патентами РУз №1ДР 04401, №FAP 00110, №1ДР 04552.

Измененные формы фартука на радиус 180 мм, лобового бруса на радиус 180 мм, радиуса кривизны верхней части колосника на радиус 175 мм и расстояние вертикальной оси рабочей камеры от вертикальной оси пильного цилиндра на 138 мм, вместо 108 мм, приводит к улучшению захвата волокна зубом пилы, тем самым легко преодолевается сопротивление вращающейся массы сырцового валика, что, в свою очередь, увеличивает скорость вращения сырцового валика и одновременно уменьшает его плотность. Изменение кривизны колосника также способствует улучшению условий выделения семян, что сокращает время нахождения семян в ней [159-161].

2.6. Изучение влияния скорости вращения сырцового валика на процесс джинирования

Настоящий раздел посвящен изысканию путей повышения производительности джина за счет улучшения некоторых кинематических и динамических характеристик сырцового валика.

Согласно работе [39], уравнение производительности пильного джина имеет вид:

$$Q_n = 1.5 \cdot 10^{-5} t^2 z n l \frac{\sin^2 \gamma \cos(\varphi_1 - \varphi)}{\cos(\alpha + \gamma) \sin(\alpha + \gamma + \varphi_1 - \varphi)} \quad (2.25)$$

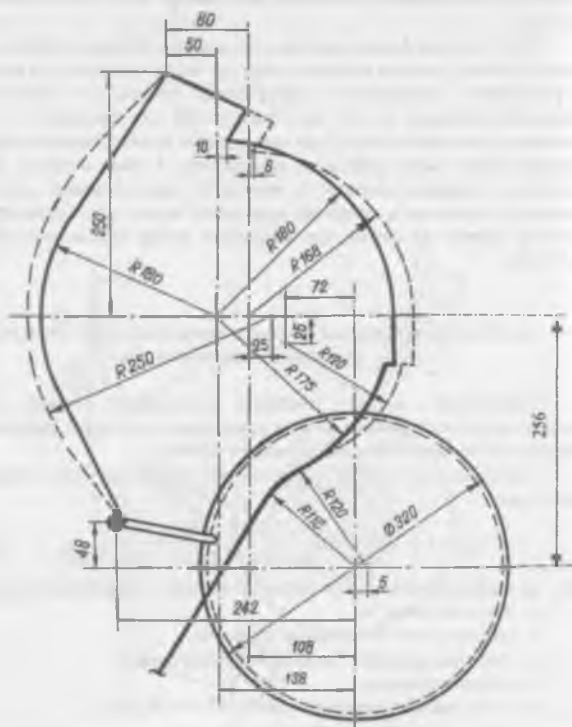
где Q_n - производительность пильного джина, кг волокна на пилу в час;
 t - шаг зуба пилы, м;
 z - число зубьев пил в одном диске, шт;
 n - частота вращения пильного цилиндра, мин⁻¹;
 l - длина волокна, м;
 α - угол наклона передней грани зуба пилы, рад.;
 φ - угол внутреннего трения волокна, рад.;
 φ_1 - угол внешнего трения волокна о переднюю грань зуба, рад;

$\gamma = \arctg \frac{V_1}{V_2}$ - угол захвата летучки пилой, представляющий собой угол

между касательной к окружности пилы и направлением относительной скорости летучки в момент ее захвата пилой, рад;

V_0 - скорость вращения сырцового валика, м/с;

V_6 - скорость вращения пыльного цилиндра, м/с.



— - серийный;
- - предлагаемый.

Рис. 2.8. Профиль предлагаемой - рациональной формы рабочей камеры.

Приняв для простоты $\phi_1 = \phi$ и решив совместно уравнение (2.25) с уравнением $\text{ctg} \gamma = \frac{V_1}{V_2}$, получим

$$Q_n = \frac{9 \cdot 10^{-4} d V_0}{2 \left(\frac{V_1^2}{V_2^2} - 1 \right)} \sin 2\alpha + (1 - 2 \sin^2 \alpha) \frac{V_0^2}{V_2^2}, \text{ кг/пило-час.} \quad (2.26)$$

Из этого уравнения видно, что производительность зависит от профиля зуба пилы (t и α), скоростей вращения пыльного цилиндра (V_6) и сырцового валика (V_0). Параметры профиля зуба пилы узаконены существующим требованиям ОСТ 27-72-234-81 Узбекистана и не подлежат изменению. Выбор скорости пыльного цилиндра подробно исследован в работах [12, 17, 39].

Из уравнения (2.26) видно, что производительность возрастает с увеличением скорости вращения сырцового валика, что подтверждается практикой эксплуатации пыльных джинов.

Согласно разработанной методике [52] и полученных выражений в главе 2 данной работы, имеем:

$$V_0 = \frac{(\omega_2 r_2^2 - \omega_1 r_1^2)^2 + (\omega_1 - \omega_2)^2 r_1^2 r_2^2}{(r_2^2 - r_1^2)}, \quad (2.27)$$

где V_0 - скорость рассматриваемого слоя массы сырцового валика, м/с;

r_1 - радиус рассматриваемого слоя массы сырцового валика, м;

r_2 - радиус наружного слоя сырцового валика, м;

ω_1 - угловая скорость рассматриваемого слоя сырцового валика, рад/с;

ω_2 - угловая скорость наружного слоя сырцового валика, рад/с.

Выражение (2.27) позволит по известной скорости вращения рассматриваемого слоя $V_1 = \omega_1 r_1^2$ и наружного слоя $V_2 = \omega_2 r_2^2$ найти скорость любого слоя сырцового валика.

При вращении сырцового валика на его поверхности действуют силы трения, направленные в обратную сторону.

Зубья пыльного цилиндра, действуя своей периферией на вогнутую нижнюю часть сырцового валика, заставляют его вращаться в направлении движения пил. Обозначив равнодействующую силу трения сырцового валика через F и силу, вращающую его, через P и приняв во внимание, что в пуске машины сырцовый валик набирает скорость постепенно, имеем за промежуток времени

$$mV_0 - mV_0 = (P - F)t, \quad (2.28)$$

где m - масса сырцового валика, кг.

При установившемся движении очевидно, что $V_0 \geq V_0$; дальнейшее увеличение скорости пыльного цилиндра может привести к остановке сырцового валика, так как сила P с увеличением скорости пилы при

известных пределах уменьшается. Вообще, сила P есть сила воздействия зубьев пил на сырцовый валик, которая всецело зависит от состояния поверхности соприкосновения пил и состояния структуры сырцового валика. Для увеличения скорости вращения сырцового валика, а, следовательно, производительности джина, необходимо выполнить неравенство $P-F>0$, что возможно осуществить уменьшив F или увеличив P . Первое можно осуществить уменьшая трение - сопротивление движению, и второе - путем вынужденного вращения сырцового валика.

Первая задача нами решена путем изменения формы рабочей камеры, тем самым уменьшено сопротивление движению сырцового валика. Для решения второй задачи в связи с разницей скоростей вращения пильного цилиндра и сырцового валика, возникает необходимость применения механических устройств для увеличения скорости вращения сырцового валика и вывода скопившихся в центре его дженированных семян.

Таким образом, получено выражение производительности джина, зависящей от скорости вращения сырцового валика. При этом учтено условие $P-F>0$ для увеличения скорости вращения сырцового валика, а, следовательно, показана возможность прогнозирования повышения производительности джина путем уменьшения трения и использования механических устройств для увеличения скорости вращения сырцового валика.

ГЛАВА 3. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ РАЦИОНАЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПРОЦЕССА ПИЛЬНОГО ДЖИНИРОВАНИЯ

3.1. Исследование и разработка дополнительных устройств, улучшающих технологические показатели процесса дженирования

Проведенные выше теоретические исследования определили ряд направлений по совершенствованию процесса дженирования. В частности, пути снижения плотности сырцового валика, ускоренного вывода дженированных семян из рабочей камеры, повышения волокнистости сырцового валика и производительности джина при максимальном сохранении качественных показателей волокна.

Они носят преимущественно качественный характер. Для получения количественных показателей, а также для обоснованного выбора и практических рекомендаций наиболее значимых методов совершенствования процесса дженирования были проведены всесторонние эксперименты.

Для экспериментального обоснования рекомендаций, полученных в результате теоретических исследований, были разработаны и исследованы дополнительные механизмы в рабочей камере, улучшающие процесс дженирования. Это - установленные внутри ускоритель вращения сырцового валика, перфорированный барабан в центре рабочей камеры для дополнительного удаления продженированных семян и воздушная установка в системе «воздух-патрубок».

3.2. Разработка методики исследований рабочей камеры джина с механизмами для повышения эффективности дженирования

Исследованиями ОАО «ПАХТА TOZALASH IChB» установлено, что 30-пильный джин копирует те же закономерности процесса дженирования, что и обычный производственный 80-пильный джин.

Сравнительные испытания скорости вращения и массы сырцового валика 30 и 80-пильного джинов показали, что скорость вращения сырцового валика 30-пильного джина совпадает со скоростью вращения сырцового валика 80-пильного джина, а масса сырцового валика пропорциональна, т.е. масса сырцового валика 30-пильного джина в 2.7 раза меньше массы 80-пильного.

Проверка производительности в «ПАХТА TOZALASH IChB» при одинаковых положениях рычага питателя и семенной гребенки показала соответствие производительности 30 и 80-пильных джинов в переводе на одну пилу в час. Расхождения результатов опыта находятся в пределах допускаемых ошибок. Вследствие этого и был принят для исследования 30-пильный джин. При всех исследованиях диаметр и профиль зуба пилы, а

также скорость вращения пыльного цилиндра и междупильное расстояние сохранились как у существующих джинов.

Исходя из поставленных задач, с учетом зарубежного опыта исследования ускорителя вращения сырцового валика проводились при его диаметре в 180, 200, 220 и 270 мм; шестилопастной ускоритель устанавливался в центре вращения сырцового валика и имел возможность перемещаться по горизонтали и вертикали на 50 мм. На рис. 3.1 показана схема джина с ускорителем диаметром 200 мм в рабочей камере. При этом имеется зазор между концами лопастей ускорителя и пыльным цилиндром для диаметров 180, 200 и 220 мм соответственно, 22+24; 12+14 и 2+4 мм, а при диаметре 270 мм углублялся в междупильное пространство пыльного цилиндра на 21+23 мм. А зазоры между лопастью ускорителя и лобовой частью рабочей камеры составляли при диаметре 180, 200, 220 и 270 мм соответственно 80, 70, 60 и 35 мм; между фартуком 100, 90, 80 и 55 мм и центром вала семенной гребенки — 147, 137, 127 и 102 мм.

Ускоритель вращался на двух подшипниках, установленных на боковинах рабочей камеры. Привод его осуществлялся через клиноременную передачу от отдельного электродвигателя, мощностью 2,8 кВт, через вариатор Светазарова, для получения различных скоростей вращения ускорителя.

Диски ускорителя изготавливались из стали марки Ст-3 толщиной 2,00 мм. Насечки зубьев на дисках производились на обычном пилонасекательном станке марки ОПВ, прямого профиля. В качестве междупильных прокладок ускорителя использовались междупильные прокладки джина уменьшенных толщины на 1 мм и диаметра на 24 мм.

При установившемся режиме работы джина, сырцовый валик характеризуется рядом параметров: массой, плотностью, скоростью вращения и волокнистостью. Все эти параметры сырцового валика взаимосвязаны.

Кроме этого, сырцовый валик характеризуется давлением на ограждающие поверхности рабочей камеры, которое складывается из нормального (P_N) и тангенциального (P_t) давлений, возникающих при любом взаимном перемещении двух соприкасающихся поверхностей тел. Тангенциальное давление является силой трения, которая зависит от нормального давления и многих других параметров. Следовательно, при установившемся режиме работы джина для обеспечения вращения сырцового валика с постоянной угловой скоростью нужно преодолевать силу трения волокнистой массы о внутреннюю поверхность камеры [162-164].

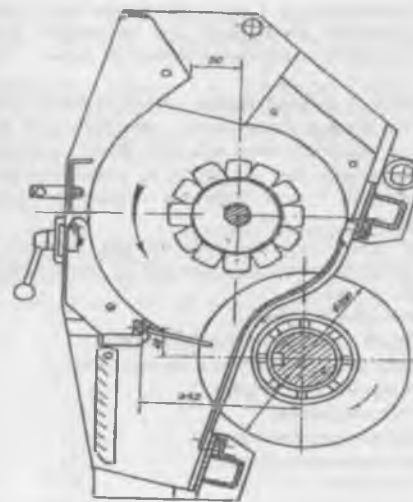


Рис. 3.1. Рабочая камера с ускорителем сырцового валика (А.С. №322427).

Для определения влияния различных режимов дженирования на количественное изменение силы трения было изготовлено устройство для тензометрических измерений нормальных и тангенциальных давлений.

Выбор схемы измерения. Многие исследователи [54,55] проводили измерение давления сырцового валика на стенки рабочей камеры джина, но приборы в этих исследованиях (пружинные или гидравлические) давали показания при значительных перемещениях рабочего органа (клапана). Кроме этого они не позволяли одновременно замерять составляющие нормального и тангенциального давлений, возникающих при движении сырцового валика по поверхности в рабочей камере джина.

В данной работе измерения давления производились по методу ОАО «РАХТА TOZALASH IChB», разработанному К.И. Гервас и Р.М. Каттаходжаевым [111,163], а также лабораторией автоматики.[134].

Сущность этого метода заключается в преобразовании неэлектрических величин в электрические ($P \rightarrow R$) с помощью проволочных тензотензодатчиков. Эти датчики реагируют на очень малые деформации деталей (несколько микрон), причем выходной сигнал датчика может быть усилен и записан на киноленту осциллографа. Тензорезисторный датчик представляет собой металлическую измерительную мембрану, на которой

располагаются тензорезисторы в виде уравновешенного измерительного моста с конструктивными площадками для проводного подключения к внутренней или внешней электроизмерительной схеме — электронному блоку.

Как отмечалось, в рабочей камере пыльного джина общее давление сырцового массы складывается из нормальной и тангенциальной составляющих. Система тензометрических датчиков позволяет измерить одновременно обе составляющие независимо друг от друга и, следовательно, определить величину коэффициента трения движения сырцового валика о стенки рабочей камеры джина.

Существуют разные типы тензометрических датчиков. При выборе измерительного преобразователя давления (ИПД) учитывались следующие основные их характеристики:

- диапазон измеряемого давления;
- предел основной допускаемой погрешности;
- предел допускаемой температурной погрешности;
- температура окружающей среды;
- устойчивость к вибрациям;
- защита от высоконапряженного помеха;
- требования к источникам питания;
- взрывозащищенность;

К этим требованиям наиболее соответствует тензодатчик типа МТ-100, характеристики которого приведены ниже:

- Верхний предел измерения 8 кПа — 3,9 мПа.
- Предел основной погрешности: $\pm 0.25\%$.
- Диапазон рабочих температур: $-50 \dots +80^\circ\text{C}$.
- Величина выходного сигнала: $I=0 \dots 5 \text{ мА}$;
 $I=4 \dots 20 \text{ мА}$.
- Напряжения питания $= 36$ для $I=0 \dots 5 \text{ мА}$;
 $= 15$ для $I=4 \dots 20 \text{ мА}$.

Известно, что при растяжении металлической проволоки увеличивается ее длина и уменьшается сечение, при этом возрастает удельное сопротивление проволоки.

При измерении нормального давления тензометрические датчики необходимо наклеить строго параллельно друг другу. Выводы их собираются в тензометрический мост по схеме (рис.3.2).

В этом случае при отсутствии давления условием баланса моста будет:

$$R_1 \cdot R_2 = R_3 \cdot R_4 \quad (3.1)$$

При наличии давления P_N внешние зоны кольца будут растягиваться, а внутренние — сжиматься, т.е.

$$(R_1 + \Delta R) (R_2 + \Delta R) \neq (R_3 - \Delta R) (R_4 - \Delta R) \quad (3.2)$$

Как видно из приведенного неравенства, при таком соединении чувствительность моста увеличивается.

Для измерения тангенциального давления сырцового валика применялся этот же тип тензодатчика, но изменялось его место подключения.

Ток разбаланса, нарастая в усилителе, подается на шлейф осциллографа, и его величина регистрируется на фотобумаге. От величины давлений (деформации кольца) зависит степень разбаланса, а, следовательно, и сила тока разбаланса в диагонали моста. Чем больше деформация кольца, тем больше ток разбаланса и луч шлейфа осциллографа, регистрируя ток, дальше отходит от нуля.

Были изготовлены два одинаковых приспособления для измерения давлений сырцового валика на лобовую стенку и на фартук и создана стендовая установка по измерению скорости и давлений сырцового валика на отражающую поверхность рабочей камеры джина (рис.3.3).

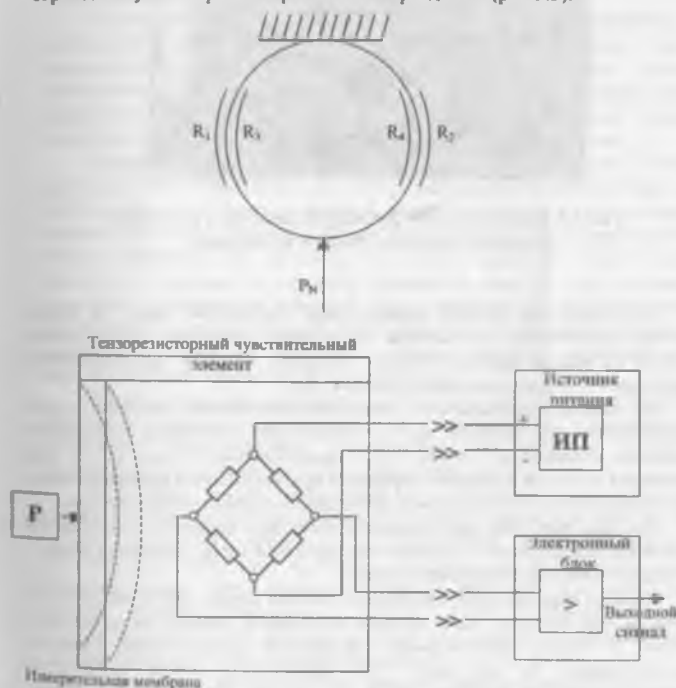


Рис. 3.2. Схема соединения тензодатчиков для измерения нормального и тангенциального давлений.



Рис. 3.3. Приспособление для замера давлений и скорости сырьевого валика в рабочем положении.

Для обработки записей осциллограмм необходимо знать, на какую величину отклоняется луч шлейфа от нулевой линии при определенной нагрузке на клапан приспособления. Тарировка каждого приспособления проводилась отдельно с помощью весовых гирь.

На клапан прикладывалась нагрузка, направление которой строго выдерживалось (по нормали или по касательной). Нагрузка повышалась ступенями: нормальная — через 1 Н, а тангенциальная — через 0.2 Н. Для повышения точности измерений тарировка приспособлений производилась в рабочем положении после прогрева всего приспособления перед опытом.

Как известно [164], при взаимодействии двух трущихся поверхностей происходит «притирание» и приработка трущейся пары: сырьевой валик — внутренняя поверхность рабочей камеры.

Явление «притирания» происходит обычно первые 20-30 минут после начала работы. Поэтому перед началом проведения замеров на установке в течение 30 минут производилось притирание поверхностей клапанов приспособлений. За это время они приобретали почти одинаковую температуру как на фартуке, так и на лобовом бруске, что исключало искажение при замерах.

При тарировке сначала на фотобумагу записывались положение нулей для тангенциального и нормального давлений, затем тарировка каждого

моста в отдельности, далее опять запись нулевых положений обоих давлений, после чего включался джин с определенной производительностью и записывалась осциллограмма давлений сырьевого валика на клапан приспособления.

Съемка осциллограмм давлений сырьевого валика производилась в десяти повторностях для каждой производительности джина со скоростью протяжки фотобумаги 64 см/с.

Повторные тарировки измерительной системы производились перед переходом на каждый режим дженирования. Отклонения при этом составляли не более 1.5-2.0 %.

Для определения значений давлений с отклонением луча шлейфа по изображению записи осциллограмм на фотобумаге по оси «У» замерялось (мм) изображение отклонения луча шлейфа, а по соответствующим тарировочным графикам определялись усилия (Н).

Обработывая каждую съемку осциллограммы, проведенную при одинаковой производительности джина, определялись средние арифметические величины давлений. По отношению удельного тангенциального давления к удельному нормальному определялся средний арифметический коэффициент трения движения сырьевого валика о поверхность лобовой стенки или фартука рабочей камеры джина.

Замер скорости вращения сырьевого валика. Скорость вращения сырьевого валика замерялась по ранее разработанной методике [40] у стенок лобового бруса и фартука рабочей камеры джина, где были вырезаны специальные щели размером 3х40 мм, одновременно с давлением сырьевого валика. Прибором для измерений в первом варианте служил обычный тахометр с часовым механизмом марки СК тип-751, на ось которого вставлялся специальный зубчатый диск диаметром 60 мм. При контакте зубьев диска с сырьевой массой через щель фартука производился замер его вращения с окружной скоростью данного участка сырьевого валика, значение которой определялась по тахометру.

Запись расхода мощности. Активная мощность, потребляемая питателем, пыльным цилиндром и ускорителем регистрировалась отдельными самопишущими ваттметрами, по которым определялся удельный расход электроэнергии на одну тонну волокна.

Отдельная запись мощностей производилась для того, чтобы определить влияние производительности джина на расход мощности. Запись расхода мощности производилась следующим образом: записывался холостой ход двигателей на ленту самопишущих ваттметров, скорость протяжки ленты, потом записывался расход мощности под нагрузкой при разных производительностях джина. При переходе с одной производительности на другую, а также при работе с обычным джином записывался холостой ход электродвигателя.

Полученные данные обрабатывались следующим образом: сначала определялась средняя величина амплитуды колебаний, записанная на бумагу

ваттметром, и умножением на коэффициент трансформации определялась мощность данного условия исследований.

Для достоверности результатов исследований каждый опыт и лабораторный анализ проводились в пяти повторностях.

Методы проведения экспериментальных исследований
Экспериментальные исследования проводились на хлопке-сырце разновидности 108 Ф с влажностью 7.9 – 8.1 %, засоренностью 0.75 – 0.8 % и дробленностью семян 0.96 – 1.1 %, который перед дженированием очищался по регламентированному технологическому процессу. Для определения засоренности, заулоченности, влажности и дробленности семян исходного хлопка-сырца, пробы отбирались с лотка питателя.

Для достоверности результатов исследований каждый опыт и лабораторный анализ проводились в пяти повторностях.

Учитывая, что процесс дженирования с обычной рабочей камерой осуществляется со скоростью вращения сырцового валика $80 - 130 \text{ мин}^{-1}$, в зависимости от производительности джина, экспериментальные исследования по выбору рациональной конструкции ускорителя и его диаметра проводились на этих скоростях.

При определении производительности джина отсчет времени начинался с 5 минуты после начала его работы под нагрузкой, и опыты длились 20 минут. Это обеспечивало определение производительности машины с точностью $\pm 0.1 \text{ кг}$ волокна на пилу в час.

Так как на производительность джина и качество волокна оказывает влияние плотность сырцового валика, то все сравнительные опыты проводились в одинаковых условиях.

Производительность регулировалась изменением подачи хлопка-сырца в рабочую камеру. Опушенность дженированных семян поддерживалась постоянной, в норме РСТУз, и регулировалась изменением положения семенной гребенки. Сохранялись одинаковые условия работы воздушной камеры сьема волокна (1800 Н/м^2 и статическое давление на отсеке после воздушной камеры -30 Н/м^2).

При проверке каждого варианта на максимально возможную производительность продолжительность работы превышала два часа, на протяжении которых наблюдался нормальный процесс дженирования. Если некоторое повышение нагрузки приводило к нарушению процесса дженирования (забою, прекращению вращения сырцового валика или выбрасыванию летучек хлопка-сырца через зев камеры), то производительность, полученная при предыдущем положении фиксатора питателя, считалась максимальной.

По истечении времени проведения опыта, выключалось питание и, одновременно, поднималась рабочая камера джина. Излишний хлопок-сырец, попавший в горловину камеры, выбирался, а сырцовый валик, с целью определения его массы, высыпался в тару и взвешивался на весах.

При переходе с одного режима дженирования на другой или после каждого взвешивания, т. е. в случае нарушения структуры сырцового валика,

начало опыта отмечалось через 12 минут, только после сформированного сырцового валика и выхода семян с нормальной остаточной волокнистостью. Затем проводились необходимые замеры и отбор проб.

Для определения содержания пороков и засоренности, его образцы отбирались ручным разбором по длине волокна, начиная с 6 минуты после работы джина с нагрузкой, а для определения остаточной волокнистости семян – с 12 минуты.

Оценка качества продукции (волокна, семян и отходов) после дженирования по всем показателям проводилась в лаборатории испытаний хлопка ОАО «РАХТА TOZALASH IChB», согласно РСТУз и инструкциям. Оценка качества волокна (масса образца 100 кг) завершалась исследованием его прядильных свойств.

Волокнистость сырцового валика определялась дженированием его на валичном джине, а опушенность семян – методом обжига серной кислотой.

Время пребывания семян в рабочей камере пыльного джина с ускорителем вращения сырцового валика определялось путем забрасывания 1000 шт. (в каждом опыте) окрашенных летучек в зев рабочей камеры, одновременно не прекращая питание ее хлопком-сырцом.

Влажность хлопка-сырца, его сорт и вид сбора, температура поверхности, время приработки поверхности при проведении опытов – сохранялись одинаковыми. Ввиду того, что скорость вращения сырцового валика, опушенность его поверхностного слоя на разных участках камеры – разные, то на каждом измеряемом участке определялась полная опушенность поверхностного слоя сырцового валика.

Сравнительные результаты опытов джинов с ускорителем и обычного (масса сырцового валика, расходы мощности на привод ускорителя и пыльного цилиндра и т. д.) в таблицах и графиках даны в переводе на нормальный 80 – пыльный джин.

Результаты опытов отрабатывались методом математической статистики [160]. Коэффициент корреляции r находился в пределах 0.6- 0.7.

В этом подразделе проведены испытания выбранной конструкции ускорителя, установленного в рабочей камере джина, при этом измерялись скорость вращения сырцового валика и его плотность, а также выход семян из рабочей камеры.

Сырцовый валик по своему составу неоднороден и его волокнистость неравномерно распределена по сечению рабочей камеры, поэтому в качестве показателя, характеризующего степень его уплотнения, принята кажущаяся (средняя) плотность или отношение массы сырцового валика (G_b) к объему рабочей камеры (V_k) в рабочем положении, т.е.

$$P = \frac{G_b}{V_k}, \quad [\text{кг/м}^3]$$

Объем, занимаемый сырцовой массой, изменяется в зависимости от диаметра ускорителя и режима дженирования, поэтому плотность сырцового

валика определялась как отношение его массы к его действительному объему.

Известно, что с повышением производительности джина масса сырьевого валика увеличивается, эта зависимость подтверждается и в данной работе. При постоянной скорости вращения ускорителя с повышением производительности джина несколько увеличивается масса сырьевого валика. Закономерность увеличения массы, следовательно, и плотности сырьевого валика с увеличением производительности джина сохраняется при любых скоростях вращения ускорителя, так же как и на обычном джине. Результаты изменения массы и плотности сырьевого валика, в зависимости от производительности джина и скорости вращения ускорителя, представлены в табл. 3.1, а на рис. 3.4 – 3.6 показаны графическая зависимость массы и плотности сырьевого валика от производительности джина и скорости вращения ускорителя.

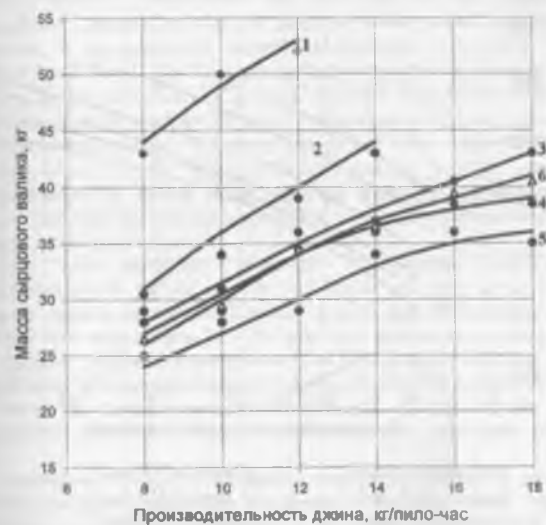
Как известно, с увеличением производительности джина повышается масса и плотность сырьевого валика, это подтверждается и в данной работе.

Анализируя графики приходим к выводу, что известная гипотеза – повышение массы сырьевого валика приводит к повышению производительности джина подтверждается и на этой конструкции джина с ускорителем в рабочей камере.

Кроме того, повышение массы тоже привело к повышению плотности сырьевого валика, что видно из графиков.

Все в совокупности привело к повышению производительности джина. Однако повышение вышеперечисленных показателей намного ниже показателей обычного джина, поэтому на качество выпускаемой продукции отрицательно не влияет, а наоборот, улучшает качество волокна и семян.

Применение ускорителя вращения сырьевого валика в рабочей камере или иной конструкции механизма внутри приводит к уменьшению массы сырьевого валика, так как в этом случае изменяется структура сырьевой массы. Обычно это место (центр) сырьевого валика занято джинированными семенами, готовыми к выходу. Тогда как при установке в центре ускорителя или другого инородного тела, исчезает область для скапливания джинированных семян в этом месте и, естественно, повышается волокнистость сырьевого валика, что приводит к уменьшению массы и плотности сырьевого валика в рабочей камере.



- 1- обычный джин;
 2- при $n=100 \text{ мин}^{-1}$;
 3- при $n=150 \text{ мин}^{-1}$;
 4- при $n=200 \text{ мин}^{-1}$;
 5- при $n=250 \text{ мин}^{-1}$;
 6- при $n=300 \text{ мин}^{-1}$.

Рис. 3.4. Зависимость массы сырьевого валика от производительности джина и скорости вращения ускорителя.

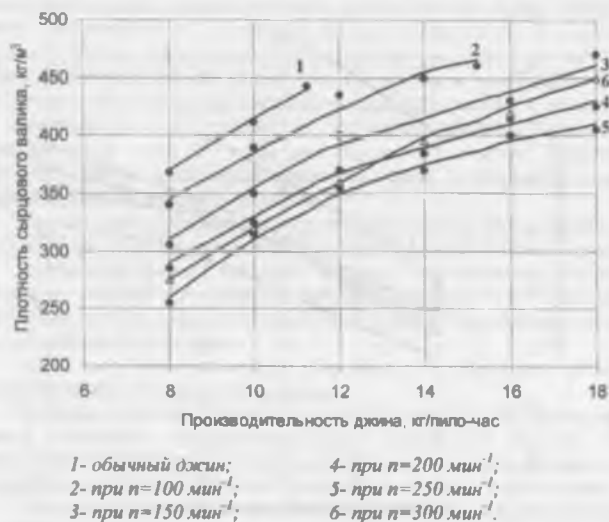


Рис 3.5. Зависимость плотности сырцового валика от производительности джина и скорости вращения ускорителя.

Также при применении ускорителя масса и плотность сырцового валика падают.

Анализ данных показывает, что с увеличением скорости вращения ускорителя масса сырцового валика уменьшается. Следует отметить, что тенденция к уменьшению массы сырцового валика с увеличением скорости ускорителя наблюдается до 250 мин⁻¹, а далее растет. Так, из табл. 3.1 и рис.3.6 видно, что при производительности джина 9.0 кг волокна на пилу в

час, масса сырцового валика на обычном джине составляет 47.2 кг, а на джине с ускорителем при скорости его вращения 100 мин⁻¹ на той же производительности — 33.0 кг; при 200 мин⁻¹ — 28.8 кг; а при 300 мин⁻¹ — 27.3 кг, т.е. масса сырцового валика джина с ускорителем заметно уменьшилась. Следует отметить, что значение массы и плотности сырцового валика на джине с ускорителем при всех скоростях его вращения для максимальной производительности (18.3 кг) ниже, чем для джина без ускорителя, с максимальной производительностью (11.2 кг). Так, при производительности 11.2 кг волокна на пилу в час, масса сырцового валика обычного джина составляет 52.8 кг, а джина с ускорителем при той же производительности и при $n=200$ мин⁻¹ ускорителя — 32.0 кг, с повышением же производительности до 18.3 кг волокна на пилу в час достигает 38.1 кг.

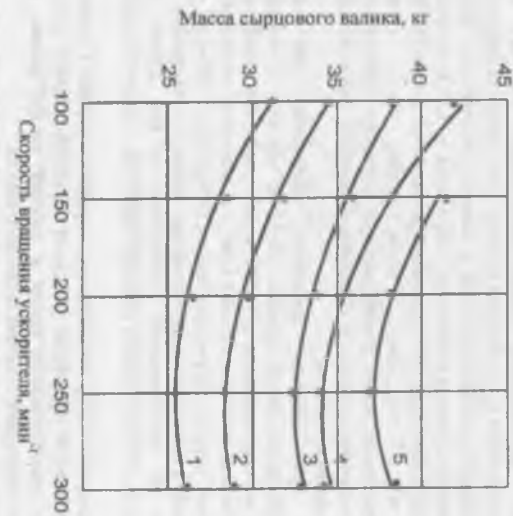
Из табл. 3.1 и рис.3.7 также видно, что с увеличением производительности джина растет масса и плотность сырцового валика. Однако с увеличением скорости вращения ускорителя уменьшается масса и плотность сырцового валика.

Так, при скорости вращения ускорителя 200 мин⁻¹ и производительности джина порядка 8.0-9.0 кг на пилу в час плотность сырцового валика составила 290-320 кг/м³, а при 300 мин⁻¹ плотность сырцового валика составила 285-305 кг/м³, т.е. плотность сырцового валика при $n=200$ мин⁻¹ ускорителя уменьшилась на 10 %, а при $n=300$ мин⁻¹ — на 13 % по отношению к плотности сырцового валика джина без ускорителя.

Такая же закономерность наблюдается и при других режимах дженирования, за исключением скорости вращения ускорителя, равной 100 мин⁻¹.

Уменьшение массы и плотности сырцового валика с увеличением скорости вращения ускорителя указывает на количественное уменьшение содержания дженированных семян в рабочей камере джина, а также изменением структурного состава сырцового валика.

Анализируя результаты исследований и наблюдений за процессом дженирования, можно отметить, что ранее найденные связи между массой сырцового валика и его плотностью для обычного джина, сохраняются и для джина с ускорителем.



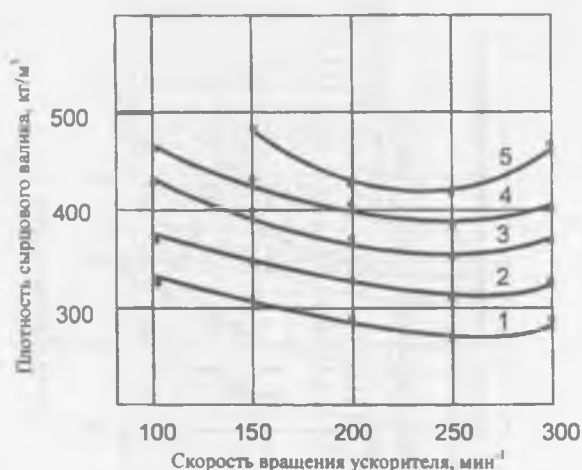
При П-8.2 (1); 9.8 (2); 12.2 (3); 15.0 (4) и 18.3 (5) кг/пило-час

Скорость вращения ускорителя, мин⁻¹

Рис. 3.6. Зависимость массы сырового валика от скорости вращения ускорителя и производительности джина.

Таблица 3.1. Масса и плотность сырового валика при разных производительностях джина и скорости вращения ускорителя

Тип джина и скорость вращения ускорителя, мин ⁻¹	Производительность джина, кг/пило-час													
	Масса сырового валика, кг							Плотность сырового валика, кг/м ³						
	8.0-8.2	9.0-9.3	9.8-10.0	11.0-11.2	12.0-12.2	14.8-15.2	17.6-18.3	8.0-8.2	9.0-9.3	9.8-10.0	11.0-11.2	12.0-12.2	14.8-15.2	17.6-18.3
Обычный джин	44.6	47.2	50.1	52.8	-	-	-	331	350	372	392	-	-	-
100	31.0	33.0	34.5	37.0	39.4	41.8	-	344	366	382	410	437	463	-
150	28.5	30.2	31.6	33.8	36.2	39.5	41.4	316	335	350	375	401	438	471
200	26.3	28.8	29.5	32.0	33.5	35.8	38.3	291	319	327	355	371	396	425
250	25.0	26.2	28.0	29.7	32.0	34.2	37.5	277	290	310	329	355	379	405
300	25.7	27.3	29.0	31.6	34.5	36.2	40.8	285	305	321	342	350	401	458



При $\Pi=8.2$ (1); 9.8 (2); 12.2 (3); 15.0 (4) и 18.3 (5) кг/т·ч

Рис. 3.7. Зависимость плотности сырьевого валика от скорости вращения ускорителя и производительности джина.

3.3. Влияние дополнительных факторов на скорость вращения сырьевого валика

Одним из важных параметров сырьевого валика, оказывающих значительное влияние на качественные и количественные изменения процесса дженирования, является скорость его вращения.

Данные о скорости вращения сырьевого валика, замеренные на лобовой стенке и на фартуке рабочей камеры, представлены на рис. 3.8, где показана зависимость скорости вращения сырьевого валика от скорости вращения ускорителя и производительности джина. Отсюда видно, что с увеличением скорости ускорителя и производительности джина возрастает и

скорость сырьевого валика. Для джина с ускорителем при скорости вращения 100, 200 и 300 мин⁻¹ и производительности 12.3-15.0 кг волокна на пилу в час (по сравнению с производительностью 8.0-9.8 кг/пило-час), скорость сырьевого валика у лобовой стенки увеличивается соответственно на 15; 14 и 12%, а по сравнению со скоростью сырьевого валика обычного джина увеличивается соответственно на 19; 28 и 30 %.

Те же закономерности изменения скорости сырьевого валика от скорости вращения ускорителя отмечены и для стенки фартука рабочей камеры джина. Следует отметить, что скорость у фартука всегда выше, чем у лобовой стенки в среднем на 0.1 м/с при всех скоростях вращения ускорителя. Также из рис.3.8 видно, что увеличение скорости как у лобовой стенки, так и у фартука наблюдается также с ростом производительности джина.

Данные эксперимента подтверждают теоретические зависимости, полученные в разделе 2, формула (2.24).

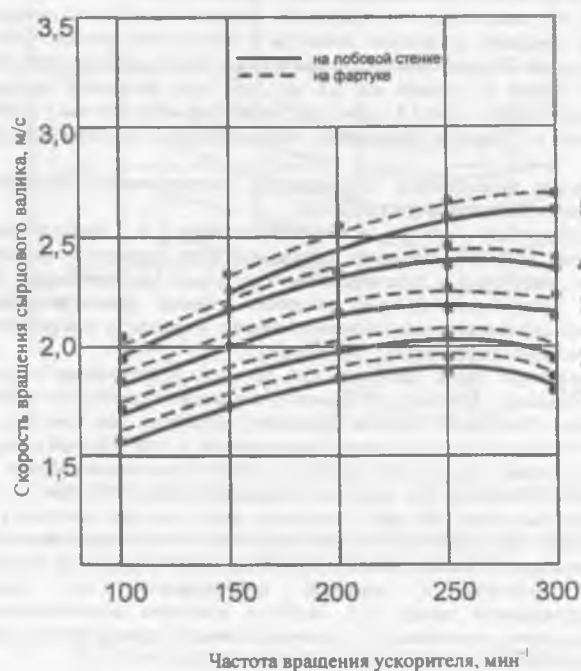
Расхождение между экспериментальными и теоретическими значениями скорости сырьевого валика во всех вариантах изменения скорости ускорителя и производительности джина не превышает 10%. Поэтому полученная функция скорости вполне удовлетворительно описывает движение массы сырьевого валика в джине с ускорителем в диапазоне скорости ускорителя 100-300 мин⁻¹.

Существует такое значение, при котором теоретическая скорость валика совпадает с фактической. Причем это значение зависит и от скорости ускорителя. Чем выше скорость вращения ускорителя, тем при большей плотности происходит совпадение теоретической и фактической скорости сырьевого валика. Так, если при скорости вращения ускорителя 150 мин⁻¹ это совпадение происходит при плотности сырьевого валика 350 кг/м³, то при вращении ускорителя 200 мин⁻¹ оно имеет место уже при плотности 400 кг/м³. Далее исследовались скорость сырьевого валика при применении вспомогательного семьявыводящего устройства и его влияние на основные входные факторы в процессе дженирования, т.е. влияние производительности джина (X_1), скорости вращения вспомогательного семьявыводящего устройства (X_2) и количества вывода дженированных семян вспомогательным семьявыводящим устройством (X_3).

Получена математическая модель, которая имеет вид:

$$Y = 1.54 + 0.02X_1 + 0.1X_2 + 0.125X_3 + 0.07X_1X_2 + 0.04X_1X_3 + 0.175X_2X_3 + 0.025X_1X_2X_3. \quad (3.3)$$

Из уравнения (3.3) видно, что на скорость вращения сырьевого валика самое большое влияние оказывает взаимодействие факторов скорости вращения семьявыводящего устройства и количества вывода дженированных семян, а самое меньшее - фактор производительности джина.



При $P=8.2$ (1); 9.8 (2); 12.2 (3); 15.0 (4) и 18.3 (5) кг пило-час

Рис. 3.8. Зависимость скорости вращения сырцового валика от частоты вращения ускорителя и производительности джина.

Для анализа этой зависимости проведен численный расчет уравнения регрессии при различных значениях основных факторов.

На рис.3.9 приведена зависимость скорости сырцового валика от производительности джина. Кривая 1 соответствует минимальным значениям факторов частоты вращения семявыводящего устройства и вывода дженированных семян через семявыводящее устройство, кривая 5 — максимальным, а остальные — 2,3,4 — промежуточным. Из графика видно, что с увеличением производительности джина от 8.0 до 16.0 кг/пило-час, т.е. при скорости вращения семявыводящего устройства равной 150 мин^{-1} и при выводе дженированных семян через семявыводящее устройство равном 140 кг/ч , скорость сырцового валика по кривой 1 увеличивается от 1.8 до 2.42 м/с; а при максимальных значениях, т.е. скорости вращения семявыводящего устройства 350 мин^{-1} и при выходе дженированных семян через семявыводящее устройство равном 420 кг/час , скорость сырцового валика увеличивается от 2.78 до 3.3 м/с.

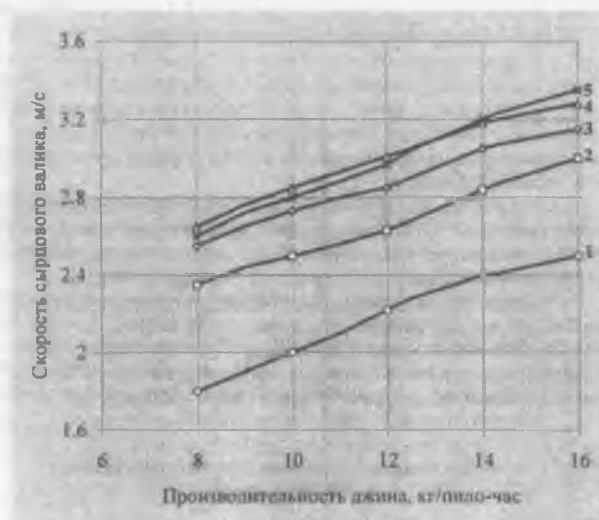
Отсюда можно сделать вывод, что для максимальной скорости вращения сырцового валика нужно выбирать скорость вращения семявыводящего устройства равную 350 мин^{-1} , тогда выход дженированных семян через семявыводящее устройство составит 420 кг/час .

Таким образом, основными условиями повышения производительности джина являются увеличение скорости вращения сырцового валика, уменьшение его плотности, увеличение волокнистости, а для улучшения качества волокна — уменьшение времени нахождения семян в рабочей камере и, как следствие, уменьшение массы и плотности сырцового валика.

3.4. Исследование времени пребывания семян в рабочей камере

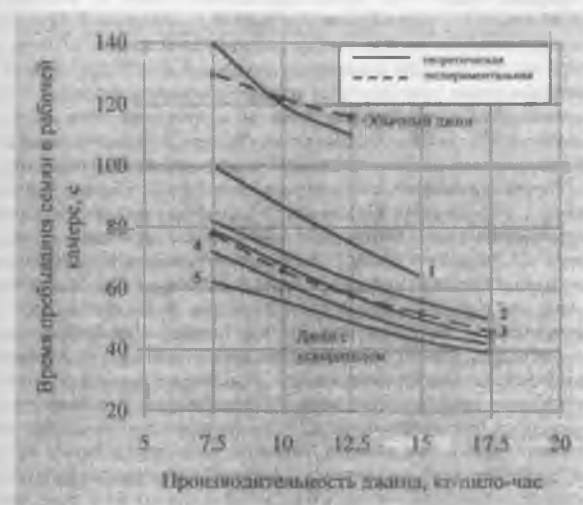
Важным фактором, определяющим результаты дженирования, является эффективность вывода семян из сырцового валика.

Процесс оголения семян происходит путем многократного воздействия зубьев пил на летучку. Дженирование летучек, или процесс их полного оголения происходит за определенный промежуток времени. Сокращение времени пребывания семян в рабочей камере означает освобождение места для новых летучек хлопка при сохранении плотности сырцового валика. Это, в свою очередь, повышает волокнистость сырцового валика, а следовательно, производительность дженирования. Сокращение времени пребывания возможно либо увеличением количества захватываемого и отрываемого зубом волокна за одно касание, либо сокращением времени подвода летучек для повторного захвата.



При $P=8.2$ (1); 9.8 (2); 12.2 (3); 15.0 (4) и 18.3 (5) кг/га

Рис. 3.9. Зависимость скорости вращения сырцового валика от производительности джина при различных скоростях семявыводящего устройства и вывода семян.



При $n=100$ (1); 150 (2); 200 (3); 250 (4) и 300 (5) мин⁻¹

Рис. 3.10. Зависимость времени пребывания семян в рабочей камере от производительности джина и скорости вращения ускорителя.

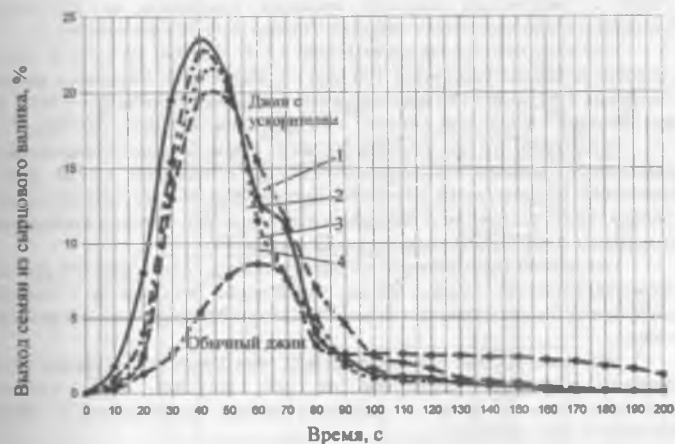
Исследованиями Левковича Б.А. [53] доказано, что с увеличением выхода семян повышается производительность джина и улучшается качество волокна. Для окончательного выхода из рабочей камеры каждое семя примерно 20 раз подходит к зубьям пилы.

Время пребывания семян в рабочей камере представлено на рис. 3.10 в зависимости от производительности джина и скорости вращения ускорителя. Из графика видно, что время пребывания семян в рабочей камере уменьшается с увеличением скорости вращения ускорителя и производительности джина. Так, при производительности 12 кг волокна на пилу в час и скорости вращения ускорителя 100, 200, 300 мин^{-1} время пребывания семян уменьшается в среднем соответственно на 17; 16 и 12%, по сравнению с производительностью 8 кг волокна на пилу в час. По отношению к обычному джину, при всех производительностях время пребывания семян в рабочей камере снижается соответственно на 40; 51 и 48 %. Причем нанесенные на графике теоретические кривые, полученные в главе 2, в разделе 2.3, вполне удовлетворительно укладываются с экспериментальными. Методика определения максимального выделения семян из сырцового валика по времени применялась с использованием предыдущей методики, т.е. через каждые 10 с выделившиеся окрашенные семена из рабочей камеры собирались на специальную тару и подсчитывалось за этот промежуток времени наибольшее количество выделившихся семян. По выделившимся семенам за каждые 10 с определялось количество максимально выделившихся семян в процентах как на обычном джине, так на джине с ускорителем. На основе полученных данных построен график (рис.3.11) максимального выделения семян из сырцового валика по времени и производительности джина. Прежде всего надо отметить, что на джине с ускорителем происходит интенсивное выделение семян по времени, которое снижено до 40 с по сравнению с серийным джином (60 с), а выход семян возрос примерно в три раза.

Изменение длительности пребывания семян в сырцовом валике при увеличении производительности джина и скорости вращения ускорителя указывает на количественное изменение компонентов сырцовой массы, что и подтверждается исследованием состава валика по известной методике [40].

3.5. Производственные испытания промышленного образца джина с рабочей камерой ускорителем вращения сырцового валика

Исследования [10, 49] джина с ускорителем вращения сырцового валика показали, что с повышением скорости вращения ускорителя наблюдается более интенсивный выход семян из рабочей камеры с нормальной опушенностью, рост волокнистости сырцовой массы. увеличение скорости вращения сырцового валика, что можно объяснить изменением его структурного состава.



При $P=8.2$ (1); 9.8 (2); 12.2 (3); 15.0 (4) кг тило-час

Рис.3.11. Выделение семян из сырцового валика по времени и производительности джина.

Результаты определения волокнистости сырцового валика в зависимости от скорости вращения ускорителя и производительности джина (рис. 3.12) показывают, что с увеличением производительности и скорости вращения ускорителя волокнистость сырцового валика увеличивается.

Например, при производительности джина 8.2 кг/пило-час со скоростью вращения ускорителя 200 мин⁻¹ волокнистость сырцового валика составляет 9.73%, а при производительности джина 9.8 и 15.0 кг/пило-час волокнистость сырцового валика составляет соответственно 11.03 и 15.63%. Также с увеличением скорости вращения ускорителя до 250 мин⁻¹ увеличивается волокнистость сырцового валика, а далее уменьшается.

Так, если при производительности 8.2 кг волокна на пилу в час и скорости вращения ускорителя 100 мин⁻¹ волокнистость сырцового валика составляет 6.54%, при 150 мин⁻¹ скорости вращения ускорителя – 7.29%, то при 200 мин⁻¹ – 9.73%, при 250 мин⁻¹ – 11.21%, а при 300 мин⁻¹ – 10.50%.

Характерно, что при скорости 300 мин⁻¹ при всех производительностях наблюдается уменьшение волокнистости по отношению к 250 мин⁻¹. Изменение волокнистости сырцового валика указывает на изменение его состава, т.е. с увеличением волокнистости в нем уменьшается процентное содержание опушенности дженированных семян.

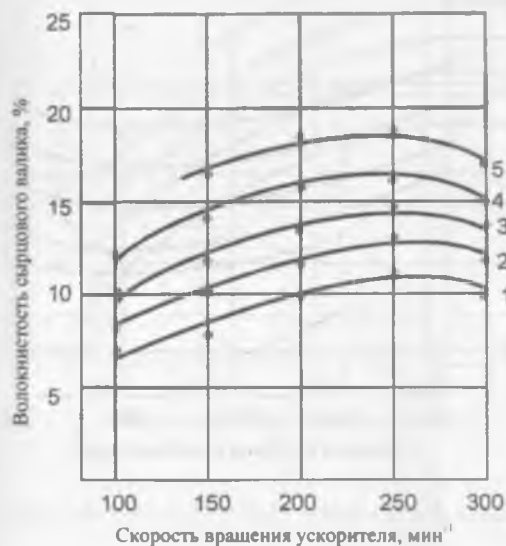
Увеличение волокнистости сырцового валика сопровождается ростом производительности джина, так как зубья пилы встречаются с массой, содержащей большое количество волокон, которые захватывают и отрывают пилы.

Изучение состава сырцового валика показывает, что с увеличением скорости вращения ускорителя от 100 до 200 мин⁻¹ наличие продженированных семян в сырцовом валике уменьшается, а далее замечается некоторый рост.

На рис. 3.13 и 3.14 представлены, соответственно, графические изображения процентного содержания в сырцовой массе полностью дженированных семян и недодженированных летучек в зависимости от производительности джина и скорости вращения ускорителя.

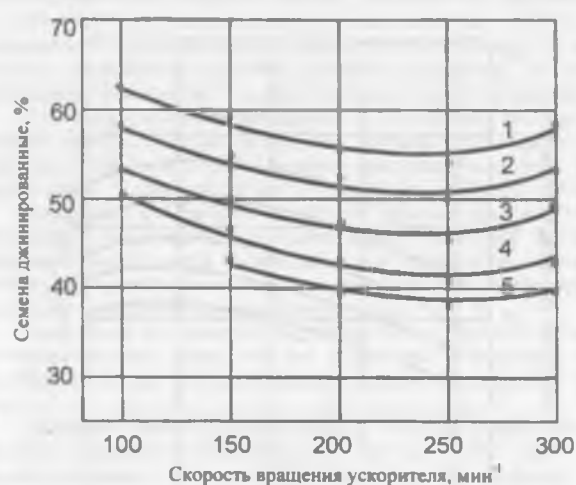
Рассмотрение результатов показывает, что с увеличением скорости вращения сырцового валика уменьшается содержание семян в сырцовой массе (рис. 3.13). При производительности 12.0-12.2 кг волокна на пилу в час по сравнению с 8.0-8.3 кг в сырцовом валике джина со скоростью вращения ускорителя 100, 200 и 300 мин⁻¹ дженированных семян содержится соответственно, меньше на 12; 14 и 13%.

При производительности джина 8,0-8,3 кг волокна на пилу в час содержание дженированных семян для ускорителя с вращением 100, 200 и 300 мин⁻¹ по сравнению с обычным джином уменьшается, соответственно, на 8.2 и 13%.



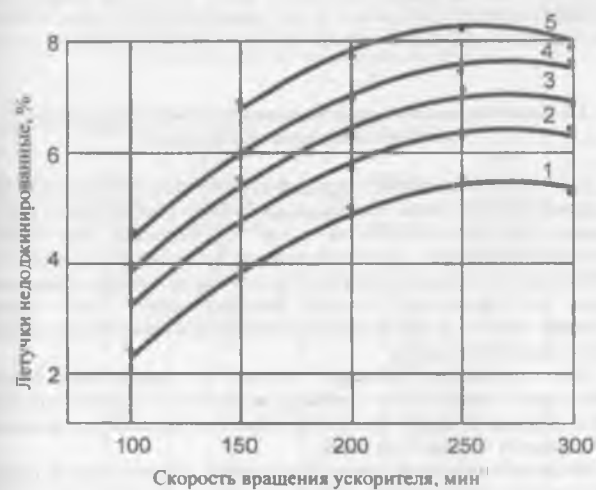
При $\Pi=8.2$ (1); 9.8 (2); 12.2 (3); 15.0 (4) и 18.3 (5) кг пило-час

Рис 3.12. Зависимость волокнистости сырцового валика от скорости вращения ускорителя и производительности джина.



При $P=8.2$ (1); 9.8 (2); 12.2 (3); 15.0 (4) и 18.3 (5) кг тило-час

Рис. 3.13. Зависимость содержания дженированных семян в сырцовом валике от скорости вращения ускорителя и производительности джина.



При $P=8.2$ (1); 9.8 (2); 12.2 (3); 15.0 (4) и 18.3 (5) кг тило-час

Рис. 3.14. Зависимость содержания в сырцовом валике недодженированных летучек от скорости вращения ускорителя и производительности джина.

Уменьшение содержания дженированных семян в сырцовом валике закономерно для всех скоростей вращения ускорителя до 250 мин^{-1} , а далее - растет. Графики на рис. 3.13 и 3.14 также показывают, что наиболее рациональной скоростью вращения сырцового валика является 200 мин^{-1} .

Уменьшение количества дженированных семян в сырцовом валике снизило массу и его плотность и увеличило процентное содержание

неоджинированных летучек (рис.3.14), что привело к увеличению общей волокнистости сырцового валика.

Анализируя результаты проведенных экспериментов, следует отметить, что основным параметром, повлиявшим на изменение структуры сырцового валика и на процесс джинирования с увеличением скорости вращения ускорителя, является время пребывания семян в рабочей камере и, как следствие, изменение содержания в нем джинированных семян, изменение структурного состава, массы, плотности и волокнистости сырцового валика.

3.6. Качество волокна, полученного после испытания джина с ускорителем в промышленности

Качество волокна наряду с производительностью является важнейшим показателем работы джина. Кожица и дробленое семя являются наиболее вредными пороками волокна из числа образующихся при первичной обработке хлопка-сырца. Порокообразование наблюдается во всех стадиях обработки хлопка, начиная с очистки хлопка-сырца и кончая прессованием волокна, оно происходит и при транспортировке. Нами изучалось образование пороков в процессе джинирования при применении ускорителя вращения сырцового валика.

При переработке хлопкового волокна на текстильных фабриках, кожица и дробленое семя не полностью выделяются в процессе трепания и чесания. Попадая в пряжу, они увеличивают ее обрывность в прядении, а также ухудшают внешний вид ткани.

Исследования причин образования кожицы и битого семени показали, что количество этих пороков зависит от многих факторов природного и технического характера. К их числу относятся: особенности селекционных сортов хлопчатника и промышленных сортов хлопка-сырца, зауженность и влажность хлопка-сырца, поврежденность семян, производительность джина, степень оголения семян при джинировании, геометрические размеры зубьев джинных пил и качество их шлифовки и т.п.

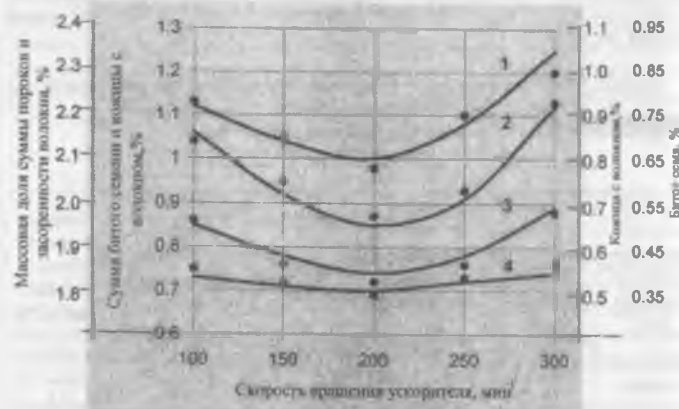
Анализ волокна на содержание пороков и засоренности показывает изменение их при разных скоростях вращения ускорителя. Как было сказано ранее, джин с ускорителем в рабочей камере работает при мягком режиме, потому что уменьшается масса и плотность, увеличивается волокнистость и скорость вращения сырцового валика, уменьшается время пребывания семян в сырцовом валике. Все это приводит к улучшению качества волокна и семян.

Изменение суммы пороков и засоренности волокна (без волокноочистителя) в зависимости от скорости вращения ускорителя и производительности джина представлено в табл. 3.2 и на рис. 3.15, откуда видно, что сумма пороков и засоренности волокна, полученных на джине с ускорителем вращения сырцового валика со скоростью его вращения 100, 150 и 200 мин⁻¹, при производительности джина в среднем 8.0 кг волокна на

пилу в час, соответственно, меньше, в среднем, на 0.09; 0.02 и 0.08 % по отношению к обычному джину или в абсолютных значениях, соответственно, на 0.02; 0.04 и 0.21 %, а с повышением скорости ускорителя 200 мин⁻¹ сумма пороков растет.

Таблица 3.2. Массовая доля суммы пороков и засоренности волокна из хлопка-сырца 108-Ф после обычного джина и джина с ускорением вращения сырцового валика

Тип джина и скорость вращения ускорителя, мин ⁻¹	Производительность джина, кг/пило-час	Сумма пороков и засоренности волокна, %	в том числе, %			Поврежденность семян после джина, %
			битое семя	кожица с волокном	сумма битого семени и кожицы с волокном	
Обычный джин	8.2	2.10	0.39	0.70	1.09	2.1
	9.0	2.20	0.43	0.76	1.19	2.2
	11.2	2.45	0.54	0.96	1.50	2.5
100	8.0	2.08	0.32	0.54	0.86	2.1
	9.7	2.16	0.35	0.60	0.95	2.2
	12.0	2.24	0.41	0.68	1.09	2.2
	14.6	2.35	0.47	0.80	1.27	2.4
150	8.1	2.05	0.30	0.49	0.79	2.0
	9.7	2.09	0.33	0.52	0.85	2.1
	12.1	2.15	0.36	0.56	0.92	2.2
	15.0	2.24	0.40	0.61	1.01	2.3
200	17.6	2.33	0.45	0.66	1.12	2.4
	8.2	1.93	0.26	0.42	0.68	2.0
	9.8	2.01	0.29	0.46	0.75	2.1
	12.2	2.08	0.34	0.51	0.85	2.2
250	15.0	2.19	0.40	0.57	0.97	2.2
	18.3	2.32	0.46	0.64	1.10	2.3
	8.2	2.10	0.29	0.48	0.77	2.0
	9.9	2.15	0.31	0.51	0.82	2.1
300	12.2	2.21	0.36	0.55	0.90	2.2
	15.2	2.28	0.41	0.60	0.99	2.3
	18.4	2.35	0.43	0.66	1.09	2.5
	8.3	2.16	0.38	0.52	0.90	2.1
300	9.6	2.20	0.40	0.56	0.96	2.2
	12.0	2.28	0.43	0.67	1.10	2.3
	15.4	2.39	0.47	0.80	1.27	2.4
	18.3	2.47	0.50	0.90	1.40	2.6



1-массовая доля суммы пороков и засоренности волокна;
2-сумма битого семени и кожицы в волокне;
3-кожица с волокном;
4-битое семя.

Рис. 3.15. Зависимость массовой доли суммы пороков и засоренности волокна от скорости вращения ускорителя.

Из табл. 3.2 и рис.3.15 видно, что уменьшение суммы пороков и засоренности волокна происходит в основном за счет дробленного семени и кожицы с волокном. Уменьшение абсолютных значений этих видов пороков для скорости вращения ускорителя 100, 150 и 200 мин⁻¹ находится в пределах 0.2±0.4 % (абс.) по отношению к обычному джину. Основной причиной улучшения качества волокна является уменьшение времени пребывания семян в рабочей камере и, как следствие, уменьшение массы и плотности сырцового валика. Величина полной опушенности джигированных семян для скорости вращения ускорителя 100, 200 и 300 мин⁻¹, соответственно, в среднем составила 11.6; 11.8 и 12.0 % по отношению к массе семян. Изучение остаточной волокнистости показывает сохранение ее в пределах норм — 0.100 — 0.110 г на 200 шт. семян.

Анализируя качественные показатели работы джина с ускорителем вращения сырцового валика, можно отметить, что при всех исследованных скоростях вращения ускорителя сумма пороков и засоренность волокна ниже, чем на обычном джине. При этом минимальная сумма пороков

засоренности при наименьшем содержании кожицы с волокном и битого семени имеет волокно, выработанное при скорости ускорителя 200 мин⁻¹. В среднем для всех вариантов производительности общая сумма пороков и засоренности волокна снижается по сравнению с обычным джином на 0.2 % (абс.), а суммарное содержание кожицы с волокном и битых семян — на 0.2-0.4% (абс.).

На основании изучения работы джина с ускорителем в рабочей камере и его влияния на качественные показатели волокна и семян была выбрана оптимальная скорость вращения (200 мин⁻¹) ускорителя.

Прядильные свойства волокна были изучены при оптимальном диаметре (200 мм) и оптимальной скорости (200 мин⁻¹) вращения ускорителя.

Физико-механические свойства волокна, представленные в табл. 3.3, показывают, что с применением ускорителя сырцового валика наблюдается тенденция к повышению базы и равномерности волокна по сравнению с обычным джином. Не проявилось влияние ускорителя на модальную, штапельную и коммерческую длину волокна.

Таблица 3.3. Физико-механические свойства волокна, полученного на обычном джине и с ускорителем вращения сырцового валика

Наименование	Размерность	Тип джина	
		обычный	с ускорителем
Модельная длина	мм	29.2	29.1
Штапельная длина	мм	32.1	32.2
Длина волокна	мм	32/33	32/33
База	%	40.2	42.5
Равномерность		1175	1240
Метрический номер		5600	5600
м.текс.		178	178
Разрывная нагрузка	гс	4.5	4.5
Сорт волокна		1	1
Разрывная длина	км	25.2	25.2

Прядильные свойства волокна проявляются в процессе его технологической переработки. Результаты исследования, полученные при применении ускорителя вращения сырцового валика и обычного джина, представлены в табл.3.4, из которой следует, что наиболее высокий выход чесальной ленты из хлопка был достигнут при применении ускорителя вращения сырцового валика, при этом заметно снижение суммы пороков и засоренности холстов и чесальной ленты.

Таблица 3.4. Прядильные свойства волокна, полученные на обычном джине и с ускорителем вращения сырцового валика

Наименование	Размерность	Тип джина	
		обычный	с ускорителем
Выход холстов	%	96.72	97.12
Выход чесальной ленты из холстов	%	95.17	95.59
Выход чесальной ленты из хлопка	%	92.04	92.80
Качество прочеса (пороков на 1г)	шт	65	57
Содержание пороков в 1 г пряжи на АПП	шт	95	85
на ЧФ	шт	48	47
В том числе:			
Сора		3	3
Кожицы		17	15
Узелков		12	11
Шишек		16	16
Разрывная длина пряжи	км	12.0	12.5

Поврежденность волокна. Исследования показывают, что волокно, полученное на джине с ускорителем вращения сырцового валика, имеет наименьшую поврежденность (табл.3.5). Снижение количества поврежденных волокон происходит в основном за счет перебитых.

Таблица 3.5. Механическая поврежденность волокон при применении ускорителя вращения сырцового валика и обычного джина (по методу академика М. А. Хаджиновой)

Тип джина	Поврежденность волокна, %	в том числе:		
		конец	начало	середина
Обычный	17	9	5	3
с ускорителем	16	10	4	2

По результатам оценки качества и физико-механических свойств волокна можно сделать заключение, что основными факторами, влияющими на их улучшение, являются волокнистость и плотность сырцового валика.

Этим объясняется некоторое повышение выхода чесальной ленты и увеличение длины волокна при применении ускорителя вращения сырцового валика джина.

На основании теоретических и экспериментальных исследований был изготовлен джин с новой рабочей камерой и ускорителем вращения сырцового валика по авторскому свидетельству № 322427. По результатам экспериментальных исследований производительность увеличилась в 1.5 – 1.7 раза, а сумма пороков и засоренности волокна уменьшилась в среднем на 0.33% (абс.) по сравнению с обычным джином.

Результаты испытаний джина с ускорителем вращения сырцового валика в производственных условиях на хлопке-сырце Таш-3 приводятся в табл. 3.6.

Из табл. 3.6 видно, что и на хлопке-сырце Таш-3 сохраняется тенденция уменьшения суммы пороков и засоренности волокна с применением ускорителя за счет уменьшения кожицы с волокном. Так, при производительности джина порядка 8 кг / пило-час, сумма пороков волокна, полученного из хлопка-сырца ручного сбора, составляет 4.32 % против 4.60 % после обычного джина, а кожицы, соответственно, 3.00 % против 3.15 %. А при производительности джина порядка 11 кг/пило – час сумма пороков волокна составляет 5.14 % против 5.52 % после обычного джина, а кожицы, соответственно, 3.65 % против 3.90 %.

Таким образом, проведенные экспериментальные и производственные исследования по выбору конструкции ускорителя показывают, что наиболее рациональной его конструкцией является шестилопастный ускоритель диаметром 200 мм, толщиной лопастей 2 мм, со скоростью вращения 200 мин.

Данная конструкция создает шадящий режим дженирования, который обеспечивает повышение производительности до 17 – 18 кг волокна на пилу в час (или на 30%) и снижение суммы пороков и засоренности волокна за счет кожицы с волокном и битого семени на 0.2 – 0.4 % (абс.).

Применение ускорителя повышает базу и равномерность волокна, при этом его влияние на длину волокна не проявлялось. Ускоритель улучшает показатель разрывной нагрузки и, тем самым, разрывную длину волокна, а также увеличивает выход чесальной ленты, скорость вращения сырцового валика, производительность джина, а также уменьшает время пребывания семян в рабочей камере. Однако он существенно усложняет конструкцию джина и его обслуживание, так как ухудшается доступ к колосникам, их очистке и замене.

3.7. Влияние дополнительного вывода семян из рабочей камеры на плотность и волокнистость сырцового валика

Как отмечалось в теоретических исследованиях ускоренное удаление проджинированных семян снижает плотность сырцового валика и повышает производительность процесса. Поэтому для возможности подробного анализа процесса были проведены экспериментальные исследования на стенде по влиянию дополнительного удаления семян на процесс дженирования (рис.3.16).

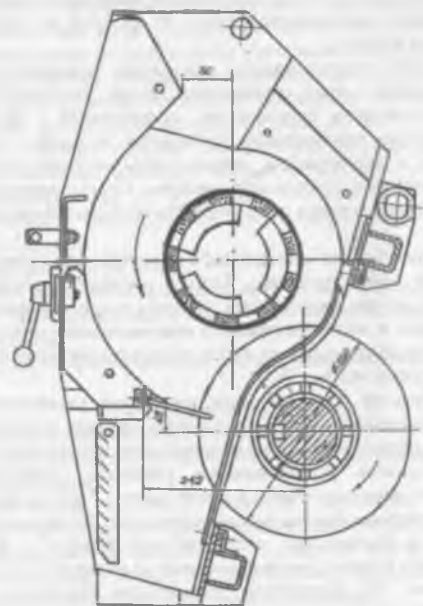


Рис. 3.16. Рабочая камера с дополнительным семявыводящим устройством (Патент РУз. №4372).

Таблица 3.6. Результаты испытаний 80- нитного джени с ускорителем вращения сырцового валика на Бекетширском Опытном хлопководстве с использованием хлопка-сарша селекционного сорта Таш – 3 (без волокоочиствителя)

Тип длина	Производитель- ность, длина, кг/пило-час	Сумма пороков и засоренности волокна, %	в том числе:				Модаль- ная длина, мм	Штапель- ная длина, мм	Длина, мм	Безв, %	Равно- мер- ность
			сор	уток	битос семян	кожица с волокном					
1 сорт, ручной сбор											
Обычный	8.1	4.60	0.70	0.35	0.39	3.15	27.7	30.8	31/32	37.7	1044
	11.2	5.52	0.68	0.41	0.32	3.90	28.5	31.5	31/32	36.8	1050
	8.3	4.32	0.61	0.36	0.25	3.00	27.5	31.5	31/32	38.4	1056
	11.8	5.14	0.67	0.39	0.16	3.65	28.5	31.8	31/32	42.0	1200
с ускорителем	14.2	5.29	0.62	0.40	0.20	3.72	29.4	32.4	31/32	40.5	1190
	16.1	5.33	0.65	0.39	0.23	3.80	28.4	31.2	31/32	40.0	1136
1 сорт, машинный сбор											
Обычный	8.0	5.75	1.02	0.36	0.51	3.76	28.9	31.8	31/32	36.2	1049
	11.0	6.30	1.01	0.39	0.58	4.08	28.5	31.5	31/32	36.8	1050
	8.1	5.61	1.08	0.40	0.38	3.60	28.7	31.8	31/32	40.0	1150
	11.6	5.89	1.00	0.35	0.46	3.95	28.9	31.8	31/32	41.5	1190
с ускорителем	13.8	6.11	0.98	0.41	0.44	3.98	27.5	31.5	31/32	38.4	1200
	15.6	6.16	1.05	0.40	0.60	4.01	27.8	31.6	31/32	38.8	1075

Исследования имели задачей установления рационального соотношения между скоростями вспомогательного семявыводящего устройства и сырцового валика. Все испытания были проведены на хлопке-сырце Нам-77 I, II сорта ручного сбора с влажностью 7,0-7,5%, засоренностью 1,2-1,4% и дробленности семян 0,90-1,13%. Хлопок-сырец перед дженированием однократно очищался от крупных и мелких сорных примесей на очистителе ЧХ-3М2 и питателе джина ПД.

Для определения качественных показателей хлопка-сырца пробы отбирались с лотка питателя. Подача хлопка-сырца в джин по количеству регулировалась изменением частоты вращения питающих валиков питателя.

В целях более объективной оценки работы джина при определении отношения окружных скоростей вспомогательного семявыводящего устройства и сырцового валика, исследования проводились при одинаковых значениях полной опушенности семян, от которой во многом зависит качество волокна и семян.

При опытах регулировалось положение семенной гребенки до получения заданной полной опушенности семян, выходящих из рабочей камеры. При испытаниях определялись качественные и количественные показатели процесса дженирования по волокну, а именно: массовая доля суммы пороков и засоренности, механическая поврежденность, физико-механические свойства, прядильные свойства. Опыты проводились в трех повторностях. Сумма пороков и засоренность волокна определялось ручным разбором.

У сырцового валика определялась волокнистость, которая является характеристикой его структуры. Отбор образцов производился при установившейся работы джина, через 15 минут после его пуска. Сырцовый валик взвешивался и после тщательного перемешивания отбирался образец весом 1 кг, который пропусклся через лабораторный валичный джин для определения волокнистости.

Вспомогательное семявыводящее устройство установлено на шести роликах (шарикоподшипниках) закрепленных на двух боковинах рабочей камеры. Привод осуществлялся электродвигателем мощностью 2,2 кВт.

Заменой шкивов устанавливалась различная скорость вращения вспомогательного семявыводящего устройства от 1,5 до 3,5 м/с (от 150-350 мин⁻¹). Вспомогательное семявыводящее устройство цилиндрической формы, расположенное в центральной части рабочей камеры с возможностью вращения на шести роликах, смонтированных на внешних сторонах правой и левой боковин. На внутренней поверхности трубчатого устройства установлены относительно неподвижные перья шнека. Поверхность устройства наделена сквозными отверстиями, имеющими по длине форму эллипса и расположенными в шахматном порядке. Сечения отверстия 1,77 см², общее сечение отверстия 1115 см². Устройство изготавливалось из стали марки СТ-3, с толщиной стенки трубы 5 мм, внешний диаметр трубы 165 мм

и внутренний диаметр трубы 154 мм. Неподвижный шнек диаметром 154 мм, толщиной пера шнека 2 мм, шаг винта шнека 125 мм.

Вспомогательное семявыводящее устройство устанавливалось в центре вращения сырцового валика и имело возможность регулироваться по горизонтали и вертикали в пределе до 82,5 мм.

Учитывая, что процесс дженирования с рабочей камерой КРД осуществляется со скоростью вращения сырцового валика 100-130 мин⁻¹ в зависимости от производительности джина, экспериментальные исследования по выбору рациональной конструкции вспомогательного семявыводящего устройства, его диаметра проводились на этих скоростях (в начальный период).

По истечении времени проведения опыта включалось питание и одновременно поднималась рабочая камера джина. Излишний хлопок-сырец, попавший в горловину камеры, выбирался, а сырцовый валик для определения его массы высыпался в тару и взвешивался на весах.

Результаты обрабатывались методами математической статистики [159]. Математическая обработка результатов опытов в работу не включена. Ошибка, вычисленная по полученным уравнениям, составляет не более 3,0-3,5%. Предварительные испытания на промышленных установках показали, что при применении вспомогательного семявыводящего устройства можно получить скорость сырцового валика в пределах 2,3 м/с.

Для применения методов планирования эксперимента необходимо изучение независимых факторов, влияющих на качественные показатели процесса дженирования. В результате анализа проведенных работ и производственных экспериментов выявлены следующие основные варьируемые факторы:

- производительность джина;
- скорость вращения вспомогательного семявыводящего устройства;
- вывод дженированных семян с вспомогательным семявыводящим устройством.

Обоснуем эти факторы и выберем их уровень варьирования.

Производительность джина X₁

Рост производительности джина можно достигнуть:

1. Созданием благоприятных условий для поступающих свежих порций хлопка-сырца.
2. Увеличением скорости вращения сырцового валика за счет скоростей вспомогательного семявыводящего устройства.
3. Повышением волокнистости сырцовой массы, находящейся в рабочей камере за счет большой подачи хлопка-сырца и уменьшения времени пребывания семян в рабочей камере.
4. Увеличением захватывающей способности зубьев пилы.

Скорость вращения семявыводящего устройства X_1 .

Скорость вращения семявыводящего устройства значительно влияет на технологические показатели процесса джинирования, т.е. на плотность сырцового валика, время пребывания семян в рабочей камере и на производительность джина.

Вывод джинированных семян вспомогательным семявыводящим устройством X_3

Известно, что в процессе джинирования хлопка-сырца некоторые семена после частичного джинирования долго остаются в рабочей камере и это оказывает существенное влияние на производительность машины и качество джинирования.

Для возможности подробного анализа процесса были проведены экспериментальные исследования по влиянию дополнительного удаления семян на плотность и волокнистость сырцового валика.

После обработки результатов эксперимента было получено уравнение регрессии, которое имеет вид:

$$Y = 265.15 - 8.225X_1 + 1.05X_2 + 6.825X_3 + 22.825X_1X_2 + 11.6X_1X_3 \quad (3.4)$$

Анализ уравнения регрессии (3.4) показывает, что основное влияние на плотность сырцового валика (Y) оказывают производительность джина (X_1), частота вращения вспомогательного семявыводящего устройства (X_2), вывод джинированных семян вспомогательным семявыводящим устройством (X_3) и взаимодействие факторов (X_1X_2 ; X_1X_3).

Для исследований этих зависимостей проведен численный расчет по уравнению регрессии при различных значениях основных факторов. Результаты расчетов после обработки представлены в виде графика на рис. 3.17.



При $P=7.4$ (1); 9.1 (2); 10.82 (3); 12.5 (4) и 14.2 (5) кг/тало-час

Рис. 3.17. Зависимость плотности сырцового валика от вывода джинированных семян с семявыводящим устройством при различных производительностях джина.

На рис 3.17 приведена зависимость плотности сырцового валика от вывода джинированных семян через вспомогательное семявыводящее устройство. Из кривых видно, что с увеличением вывода джинированных семян вспомогательным семявыводящим устройством от 140 до 420 кг/час, плотность сырцового валика по первой кривой при производительности джина 7.4 кг/пило-час и скорости вращения семявыводящего устройства 150 мин⁻¹, плотность сырцового валика уменьшается от 301 до 291 кг/м³, на второй кривой при производительности джина 9.1 кг/пило-час и скорости вращения семявыводящего устройства 200 мин⁻¹, плотность сырцового валика уменьшается от 294 до 280 кг/м³, на третьей кривой при производительности джина 10.8 кг/пило-час и скорости вращения семявыводящего устройства 250 мин⁻¹, плотность сырцового валика уменьшается от 284 до 278 кг/м³. На четвертой кривой при производительности джина 12,5 кг/пило-час и скорости вращения семявыводящего устройства 300 мин⁻¹, плотность сырцового валика уменьшается от 280 до 266 кг/м³, а на пятой кривой при производительности джина 14.2 кг/пило-час и скорости вращения семявыводящего устройства 350 мин⁻¹, плотность сырцового валика уменьшается от 272 до 258 кг/м³.

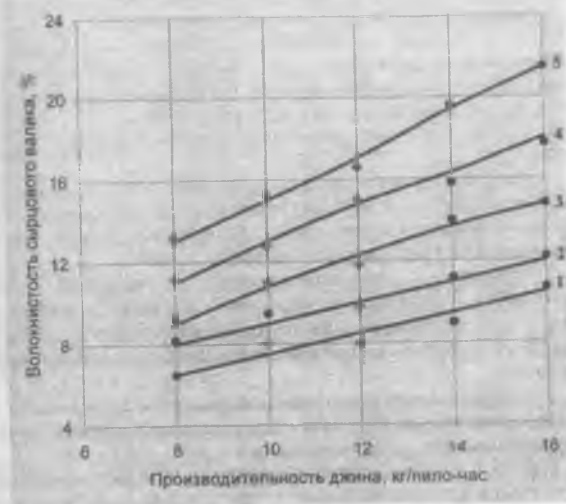
Отсюда можно сделать вывод о том, что при рассмотрении самостоятельного влияния факторов на плотность сырцового валика можно получить более оптимальные значения исследуемых параметров. Применение семявыводящего устройства способствует уменьшению плотности сырцового валика в среднем на 40-50% по сравнению с обычным джином в зависимости от производительности джина. Кроме того, вышеперечисленные факторы означают, что с применением дополнительного семявыводящего устройства, а также вывода семян через него уменьшает плотность сырцового валика, не уменьшая производительность джина.

Далее исследована волокнистость сырцового валика, произведена математическая обработка экспериментальных данных при применении вспомогательного семявыводящего устройства и получено уравнение регрессии:

$$Y = 12 + 2.6X_1 + 1.38X_2 + 2.68X_3 + 0.75X_1X_2 + 0.5X_1X_3 + 0.32X_2X_3. \quad (3.5)$$

Из анализа уравнения регрессии (3.5) следует, что основное влияние на волокнистость сырцового валика (Y) оказывают производительность джина (X_1), скорость вращения вспомогательного семявыводящего устройства (X_2), вывод джинированных семян вспомогательным семявыводящим устройством (X_3) и взаимодействие этих факторов (X_1X_2 ; X_1X_3 ; X_2X_3).

Результаты численного расчета после обработки представлены в виде графика (рис.3.18) зависимости волокнистости сырцового валика от производительности джина. Из графика видно, что с увеличением производительности джина от 7.4 до 14.2 кг/пило-час, волокнистость сырцового валика по первой кривой увеличивается от 6.9 до 9.6%, по второй кривой при скорости вращения семявыводящего устройства 200 мин⁻¹ и выводе джинированных семян через семявыводящее устройство равным 210 кг/час, волокнистость сырцового валика увеличивается от 8 до 12%.



- 1- при $x_2=150 \text{ мин}^{-1}$, $x_3=140 \text{ кг/час}$;
 2- при $x_2=200 \text{ мин}^{-1}$, $x_3=210 \text{ кг/час}$;
 3- при $x_2=250 \text{ мин}^{-1}$, $x_3=280 \text{ кг/час}$;
 4- при $x_2=300 \text{ мин}^{-1}$, $x_3=350 \text{ кг/час}$;
 5- при $x_2=350 \text{ мин}^{-1}$, $x_3=420 \text{ кг/час}$.

Рис.3.18. Зависимость волокнистости сырцового валика от производительности джина при различных скоростях вращения семявыводящего устройства и выводе семян.

Третья кривая при скорости вращения семявыводящего устройства 250 мин⁻¹ и выводе джинированных семян через семявыводящее устройство равным 280 кг/час, волокнистость сырцового валика увеличивается от 9.4 до 14.6%, четвертая кривая при скорости вращения семявыводящего устройства 300 мин⁻¹ и выводе джинированных семян через семявыводящее устройство равным 350 кг/час, волокнистость сырцового валика увеличивается от 10.8 до 17.3% и пятая кривая при скорости вращения семявыводящего устройства 350 мин⁻¹ и выводе джинированных семян через семявыводящее устройство

равным 420 кг/час, волокнистость сырцового валика увеличивается от 12.5 до 20.2%.

Анализируя результаты проведенных экспериментов, следует отметить, что основным параметром, повлиявшим на изменение структуры сырцового валика и на процесс джинирования с увеличением скорости вращения семявыводящего устройства и вывода джинированных семян семявыводящим устройством является время пребывания семян в рабочей камере и, как следствие, изменяется содержание в нем джинированных семян, отсюда изменение массы, плотности и волокнистости сырцового валика.

Уменьшение количества джинированных семян в сырцовом валике снизило массу и его плотность, и увеличило процентное содержание семян с большими прядками волокна и недоджинированных летучек, что привело к увеличению общей волокнистости сырцового валика.

Результаты экспериментальных исследований позволяют рекомендовать следующие рациональные значения: производительность джина — 12.0 кг/пило-час; скорость вращения семявыводящего устройства — 300 мин⁻¹; вывод джинированных семян семявыводящим устройством — 350 кг/час.

В то же время при проведении длительных экспериментов с течением времени скорость выхода семян через отверстия устройства снижалась, а плотность сырцового валика возрастала.

Дело в том, что в центре сырцового валика джинированные семена имеют различную степень опушенности, поэтому возможно постепенное забивание отверстий семявыводящего устройства семенами повышенной опушенности, особенно при достаточно высокой плотности валика.

3.8. Определение мощности и удельного расхода электроэнергии в процессе джинирования

При джинировании расходуется большое количество электроэнергии. Так, на серийном джине 4ДП-130 установлен двигатель мощностью 75 кВт. Поэтому эффективность процесса джинирования также зависит от удельного расхода электроэнергии на одну тонну волокна.

Рассмотренные в монографии методы повышения производительности и качества волокна потребляют дополнительно энергию и одновременно снижают затраты энергии самого процесса джинирования (снижение плотности сырцового валика и трения о боковые стенки и др.).

Поэтому возникла необходимость изучения расхода энергии от комплексного изменения условий джинирования и использования дополнительных устройств.

Электроэнергия при выработке одной тонны волокна затрачивается не только на отрыв волокна [166, 167], но также на холостой ход двигателей пыльного цилиндра и ускорителя вращения сырцового валика, захват прядок

волокна, возврат в рабочую камеру семян, выпавших на колосниковую решетку, преодоление силы трения, возникающей между сырцовым валиком и поверхностью рабочей камеры, изменение направления движения сырцового валика и многое другое.

Из результатов замеров видно, что известная закономерность увеличения расхода мощности с повышением производительности джина имеет место и на джине с ускорителем вращения сырцового валика. Так, при производительности 8.0 кг волокна на пилу в час на обычном джине затрачиваемая мощность составляет 21.5 кВт, а при производительности 11-12 кг составляет 29.7 кВт, на джине с ускорителем вращения (100, 200 и 300 мин⁻¹) при производительности 8.0 кг/пило-час составляет, соответственно, 17.0, 17.4 и 17.6 кВт, а при производительности порядка 12 кг/пило-час — 26.3, 26.0 и 26.6 кВт.

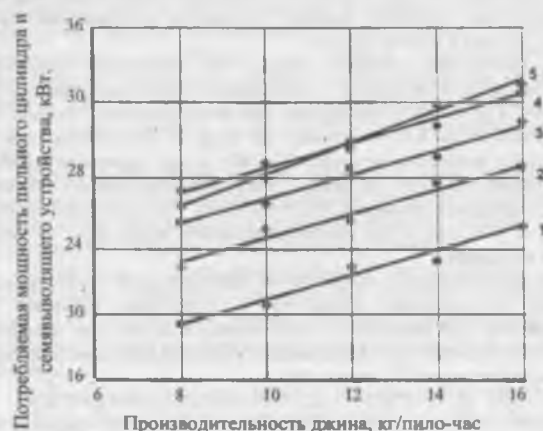
Для окончательного суждения об энергозатратах были произведены измерения потребляемой мощности и определен удельный расход электроэнергии при выработке одной тонны волокна при джинировании хлопка-сырца в джине с вспомогательным семявыводящим устройством.

Уравнение регрессии имеет вид:

$$Y = 27.93 + 2.67X_1 + 1.68X_2 + 1.7X_3 + 0.4X_1X_2 - 2.52X_2X_3 + 0.259X_1X_2X_3, \quad (3.6)$$

Анализ уравнения регрессии (3.6) показывает, что основное влияние на параметр мощности (Y) оказывают производительность джина (X₁), скорость вращения вспомогательного семявыводящего устройства (X₂), вывод джинированных семян вспомогательным семявыводящим устройством (X₃) и взаимодействие факторов (X₁X₂; X₂X₃; X₁X₂X₃).

Для исследования этих зависимостей проведен численный расчет уравнений регрессии при различных значениях основных факторов. Результаты расчетов после обработки представлены в виде графика на рис.3.19. Приведена зависимость потребляемой мощности от производительности джина и параметров дополнительного устройства. Первая кривая соответствует минимальным значениям факторов X₂ и X₃, пятая — максимальным, а остальные — вторая, третья и четвертая — промежуточным. По кривым видно, что с увеличением производительности джина с 8.0 до 16.0 кг/пило-час потребляемая мощность на первой кривой, т.е. при минимальных значениях основных факторов X₂=150 мин⁻¹; X₃=140 кг/час, увеличивается от 19.5 до 24.6 кВт, а при максимальных значениях, т.е. X₂=350 мин⁻¹; X₃=420 кг/час, увеличивается от 25.4 до 32.1 кВт. По второй, третьей и четвертой кривым тоже увеличивается соответственно с 23 на 28 кВт, с 25.2 на 30.6 кВт, с 26 на 31.9 кВт.



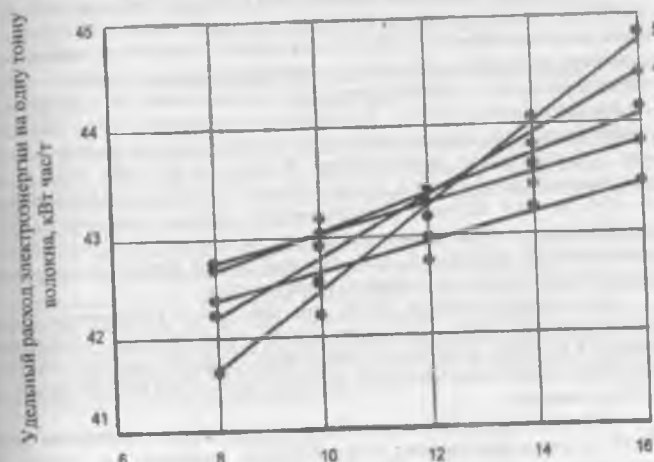
- 1- при $x_2=150 \text{ мин}^{-1}$, $x_3=140 \text{ кг/час}$;
 2- при $x_2=200 \text{ мин}^{-1}$, $x_3=210 \text{ кг/час}$;
 3- при $x_2=250 \text{ мин}^{-1}$, $x_3=280 \text{ кг/час}$;
 4- при $x_2=300 \text{ мин}^{-1}$, $x_3=350 \text{ кг/час}$;
 5- при $x_2=350 \text{ мин}^{-1}$, $x_3=420 \text{ кг/час}$.

Рис. 3.19. Зависимость потребляемой мощности пильного цилиндра и семяныводящего устройства от производительности джина и дополнительного вывода семян.

Для оценки удельного расхода энергии на одну тонну волокна были проведены эксперименты, по результатам которых получена математическая модель, которая имеет вид:

$$Y = 43,275 + 0,61X_1 + 0,3X_2 - 0,235X_3 + 0,2X_1X_2 + 0,25X_1X_3 - 0,368X_2X_3 + 0,283X_1X_2X_3. \quad (3.7)$$

Анализ уравнения регрессии (3.7) показывает, что основное влияние на параметр удельного расхода электроэнергии (Y) оказывают производительность джина (X_1), скорость вращения вспомогательного семяныводящего устройства (X_2), вывод дженированных семян вспомогательным



- 1- при $x_2=150 \text{ мин}^{-1}$, $x_3=140 \text{ кг/час}$;
 2- при $x_2=200 \text{ мин}^{-1}$, $x_3=210 \text{ кг/час}$;
 3- при $x_2=250 \text{ мин}^{-1}$, $x_3=280 \text{ кг/час}$;
 4- при $x_2=300 \text{ мин}^{-1}$, $x_3=350 \text{ кг/час}$;
 5- при $x_2=350 \text{ мин}^{-1}$, $x_3=420 \text{ кг/час}$.

Рис. 3.20. Зависимость удельного расхода электроэнергии на одну тонну волокна от производительности джина и дополнительного вывода семян.

семяныводящим устройством (X_3) и взаимодействие факторов (X_1X_2 ; X_1X_3 ; X_2X_3 ; $X_1X_2X_3$).

Из уравнения (3.7) видно, что на удельный расход энергии на выработку одной тонны волокна самое большое влияние оказывает фактор X_1 , а самое меньшее – взаимодействие факторов X_1X_2 .

В целях анализа этой зависимости проведен численный расчет уравнения регрессии при различных значениях основных факторов.

На рис.3.20 приведена зависимость удельного расхода энергии на выработку одной тонны волокна от производительности джина, где приводятся пять кривых $Y=Y(X)$. Первая кривая соответствует минимальным значениям факторов X_2 и X_3 , пятая — максимальным, а остальные — вторая, третья и четвертая — промежуточным. По кривым видно, что с увеличением производительности с 8.0 до 16.0 кг/пило-час удельный расход энергии по первой кривой, т.е. при минимальных значениях основных факторов $X_2=150 \text{ мин}^{-1}$; $X_3=140 \text{ кг/час}$ увеличивается от 42.3 до 43.2 кВт час/т, а при максимальных значениях, т.е. при $X_2=350 \text{ мин}^{-1}$; $X_3=420 \text{ кг/час}$ увеличивается от 42.6 до 44.3 кВт час/т. Представленные кривые показывают, что с увеличением производительности джина от 8.0 до 16.0 кг/пило-час в зависимости от заданных X_2 и X_3 удельный расход энергии на одну тонну волокна согласно всем пяти кривым увеличивается.

По данным графиков можно отметить, что с увеличением вывода джигированных семян вспомогательным семявыводящим устройством, равного 420 кг/час, наблюдалось увеличение удельного расхода энергии на выработку одной тонны волокна в час с 42.7 до 43.4 кВт час/т по сравнению $\Pi=12 \text{ кг/пило-час}$.

При применении дополнительного семявыводящего устройства имеют место вышеперечисленные положительные моменты, а также его недостатки. Особенно надо отметить, что при длительной эксплуатации с течением времени скорость выхода семян через отверстия устройства снижается и дополнительный вывод семян составляет всего лишь 10 %. Поэтому здесь требуется иное решение конструкции семявыводящего устройства.

ГЛАВА 4. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ЗАХВАТА ВОЛОКНА ЗУБОМ ПИЛЫ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ВОЗДУШНОГО ПОТОКА

4.1. Исследование движения летучки, захваченной зубьями пил

В настоящей работе приводятся теоретические исследования движения летучки, захваченной зубьями пил, при наличии воздушного потока, движение одиночной летучки под действием сил воздушного потока, трения и отрыва волокна от семян [168-175].

По исследованию Б.И. Роганова [7] увеличение производительности пыльного джина можно добиться за счет изменения профиля зуба, а именно увеличения угла α , изменения параметров γ и t или за счет увеличения угловой скорости сырьцевого валика. Однако дальнейшее исследование геометрических параметров α , γ и t не дали ожидаемых результатов [17].

Максимальные значения угла γ (рис.4.1) по Г.И. Болдинскому и Б.И. Роганову [7, 17] достигаются при угле

$$\beta = \arcsin \frac{V_a}{V_6} \quad (4.1)$$

где β - угол, образованный между направлением вектора скорости сырьцевого валика и пыльного цилиндра, рад;
 V_6 - скорость вращения пыльного цилиндра, м/с;
 V_a - скорость вращения сырьцевого валика, м/с;
 γ - угол между относительной скоростью V_t и касательной к окружности, проведенный через вершины зубьев (угол образованный между силой трения и силой отрыва волокна от семян), рад;
 α - угол передней грани зуба пилы, рад;
 t - шаг зуба пилы, м.

Известно, что при первичном захвате центр тяжести летучки O_2 и точка первичного захвата O_1 находятся на одной прямой, проходящей через центр пилы O (рис. 4.2) [19]. К концу первой фазы колебания летучки ее центр тяжести смещен вправо от этой линии (рис. 4.3), причем в этом случае в захват волокна включаются новые зубья - в, с, ..., е, а сама летучка достигает плотных слоев сырьцевого валика.

В определенный момент времени, под действием совокупности сил относительно точки O , летучка находится в равновесии:

$$M_0(P_a) = \sum M_0(P, F), \quad (4.2)$$

где M_0 - момент силы, Н*м;
 P_a - центробежная сила, Н;
 P - сила давления сырьцевого валика, Н;

F – сила трения, H .

Если $P_n = \text{const}$, то по мере продвижения летучки к колоснику, из-за сил давления сырцового валика (P) и силы трения (F) указанное равновесие нарушается, т.е. становится

$$\sum M_0(P, F) > M_0(P_n), \quad (4.3)$$

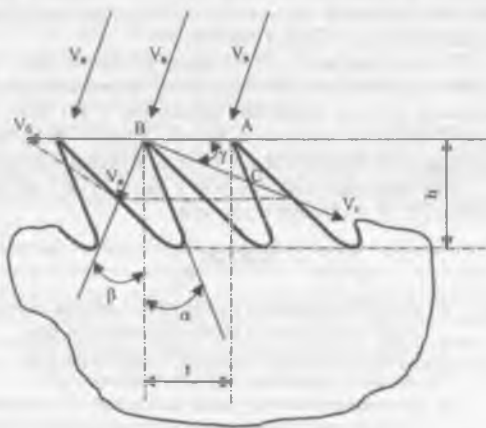


Рис. 4.1. Схема встречи зубьев пилы с сырцовым валиком в зоне семенной гребенки в разработке Г.И. Болдинского.

С учетом последнего становится очевидным, что летучка стремится перекатиться по пиле в сторону, обратную ее вращения.

Направление результирующей скорости V_{Σ} , равной векторной сумме $V_{\Sigma} = V_I + V_{II}$, показывает, под каким углом летучка внедрится во впадину. Если в первичном захвате процесс внедрения волокна во впадину зубьев под углом γ совершается при повороте пилы всего лишь на один угловой шаг, то внедрение волокна под действием совокупности сил по направлению скорости V_{Σ} совершается по всей дуге пропила с момента окончания первичного захвата до подхода летучки к колоснику. При вторичном захвате энергия удара при колебании летучки обеспечивает проникновение ее волокон во впадину на определенную глубину, последующие действия

совокупности сил по всему пропилу усиливает глубинное проникновение волокон во впадину.

где V_I – составляющей скорости, направленной по касательной, м/с;

V_{II} – составляющей скорости, направленной к центру, м/с;

g_0 – начальное расстояние до нового положения летучки, м;

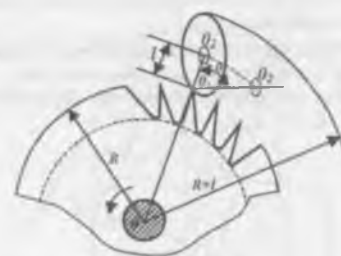


Рис. 4.2. Летучка в зоне семенной гребенки в разработке П. Н. Тютина

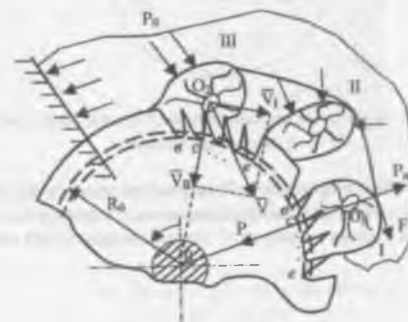


Рис. 4.3. Последовательное перемещение захваченной летучки по дуге «протила» в рабочей камере джиги.

Кроме того, известно [176], что для описания взаимодействия пил с сырцовым валиком предложена модель внедрения летучки во впадины зуба

пилы с учетом давления массы сырьцевого валика на поверхность пильного цилиндра и наличии воздушного потока (рис. 4.4). Для установления закона движения летучки вдоль зуба составим уравнение Лагранжа второго рода. Из рис. 4.5 установим:

$$\gamma = \alpha_0 - \varphi_0 - \omega t,$$

где α_0 - угол наклона передней грани зуба пилы, рад;
 φ_0 - угол, образованный радиусом впадины зуба и горизонта, рад;
 ω - угол поворота зуба пилы, рад;
 φ - угол между радиусом пилы, проходящей через вершину рассматриваемого зуба и плоскостью сдвига волокна, рад;
 Движение летучки описывается уравнением Лагранжа II рода.

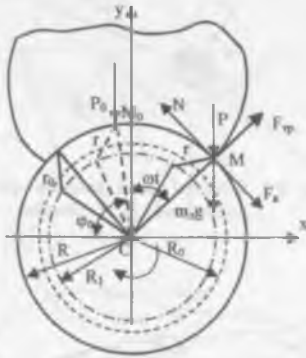


Рис. 4.4. Схема взаимодействия пильного цилиндра с сырьцевым валиком.

Пусть в момент времени $t=0$ летучка находится на вершине зуба на расстоянии R от начала координат, помещенной в центре пильного цилиндра. В произвольный момент времени $t>0$ это расстояние будет равно из (рис. 4.5).

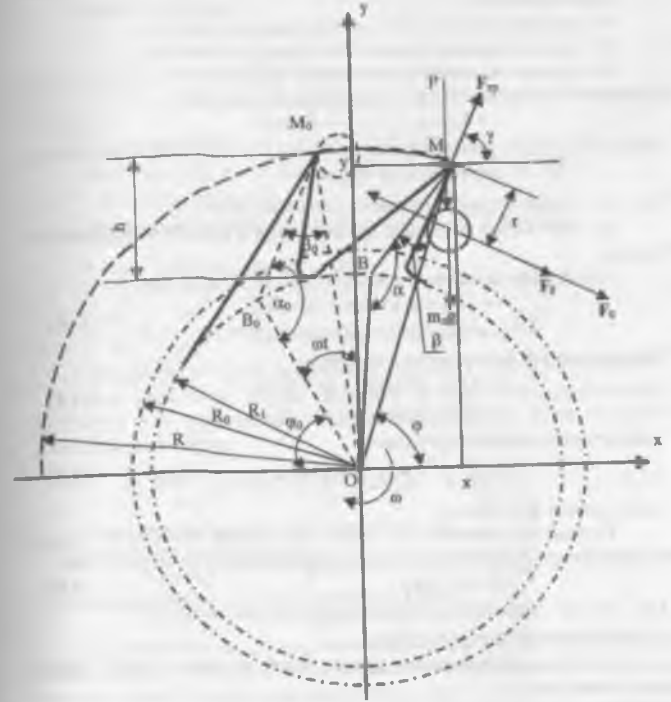


Рис. 4.5. Движения летучки, захваченной зубьями пил при наличии воздушного потока.

$$\begin{aligned} R &= \sqrt{(h-r)^2 + R_0^2 - 2(h-r)R_0 \cos \alpha_0} \approx R_1 + ar, \\ R &= \sqrt{h^2 + R_0^2 - 2R_0 h \cos \alpha_0}; \\ a &= \frac{R_0 \cos \alpha_0 - 1}{R} \approx \cos \alpha_0, \quad \alpha_0 > \frac{\pi}{2}, \quad \alpha < 0. \end{aligned} \quad (4.4)$$

где h - высота зуба пилы, м;
 a - безразмерная величина;

$г$ – расстояние от вершины зуба до нового положения летучки вдоль зубьев, м;

R – радиус пильного диска до вершины зуба пилы, м;

R_1 – радиус пильного диска до глубины зуба пилы, м;

R_0 – радиус до центра дуги впадины зуба пилы, м.

Определяем координаты по x и y движущейся летучки:

$$x = R \cos \varphi; \quad y = R \sin \varphi. \quad (4.5)$$

Величина φ будет различна в зависимости от места положения летучки:

$$\varphi = \pi - \varphi_0 - \alpha\lambda - \beta_0,$$

где ω – угловая скорость пильного цилиндра, рад/с;

β_0 – угол между радиусом впадины зуба и радиусом движущейся летучки, рад.

Подставляя значения φ и R в формулу (4.5), получим

$$x = -(R_1 + ar) \cos(\varphi_0 + \alpha\lambda + \beta_0);$$

$$y = -(R_1 + ar) \sin(\varphi_0 + \alpha\lambda + \beta_0). \quad (4.6)$$

Дифференцируя равенства по t , получим

$$\dot{x} = (R_1 + ar) \sin(\varphi_0 + \alpha\lambda + \beta_0) \omega;$$

$$\dot{y} = (R_1 + ar) \cos(\varphi_0 + \alpha\lambda + \beta_0) \omega. \quad (4.7)$$

Кинетическая энергия будет равна

$$T = \frac{m}{2} (\dot{x}^2 + \dot{y}^2) = \frac{m}{2} \omega^2 (R_1 + ar)^2, \quad (\text{Дж}), \quad (4.8)$$

где m – масса летучки, кг.

Определим значение F_0 – силы (Н) отрыва волокна от семян, которая пропорциональна относительному перемещению по закону Гука:

$$F_0 = Kr \cos \gamma, \quad (4.9)$$

где $r \cos \gamma$ – относительное перемещение вдоль линии F_0 ;

K – коэффициент упругости, Н/м;

γ – угол, образованный между силой трения и силой отрыва волокна от семян, рад.

Величина γ будет различна в зависимости от места положения летучки и равна

$$\gamma = \pi - \frac{\pi}{2} - \left(\frac{\pi}{2} - \varphi \right) + \alpha_0 + \beta_0 - \pi = \varphi + \alpha_0 + \beta_0 - \pi.$$

Учитывая силу воздушного потока P , определим обобщенные силы:

$$Q_r^{(1)} = P \cos \left(\frac{\pi}{2} - \varphi + \pi - \alpha_0 - \beta_0 \right) - f P \sin \left(\frac{\pi}{2} - \varphi + \pi - \alpha_0 - \beta_0 \right) =$$

$$= P [\sin(\alpha_0 - \varphi_0 - \alpha\lambda) - f \cos(\alpha_0 - \varphi_0 - \alpha\lambda)],$$

где P – сила давления сырьцевого валика, Н.

Обобщенная сила, соответственно, сила отрыва волокна F_0 , будет равна

$$Q_r^{(2)} = Kr \cos(\alpha_0 - \varphi_0 - \alpha\lambda). \quad (4.11)$$

Теперь составляем уравнение Лагранжа второго рода:

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{r}} \right) - \frac{\partial T}{\partial r} = Q_r^{(1)} + Q_r^{(2)}. \quad (4.12)$$

Из (4.8) находим

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{r}} \right) = ma^2 \dot{r}; \quad (4.13)$$

$$\frac{\partial T}{\partial r} = m \omega^2 (R_1 + ar) a. \quad (4.14)$$

Подставляя (4.10), (4.11) в (4.12), получим

$$ma^2 \dot{r} - m \omega^2 a (R_1 + ar) = P [\sin(\alpha_0 - \varphi_0 - \alpha\lambda) - f \cos(\alpha_0 - \varphi_0 - \alpha\lambda)] - Kr \cos(\alpha_0 - \varphi_0 - \alpha\lambda). \quad (4.15)$$

Обе стороны уравнения (4.15) делим на ma^2 и получим

$$\dot{r} + r \left[\frac{K}{ma^2} \cos(\alpha_0 - \varphi_0 - \alpha\lambda) - \omega^2 \right] = \frac{\omega^2}{a} R_1 + \frac{P}{ma^2} [\sin(\alpha_0 - \varphi_0 - \alpha\lambda) - f \cos(\alpha_0 - \varphi_0 - \alpha\lambda)] \quad (4.16)$$

Начальные условия нулевые при $t=0$; $r=0$; $\dot{r}=0$.

Это уравнение можно привести к известному уравнению Маттье. Движение в положительном направлении возможно, если $r \geq 0$ при $t=0$ и выполнялось условие

$$\frac{\omega^2}{a} R_1 + \frac{P}{ma^2} [\sin(\alpha_0 - \varphi_0) - f \cos(\alpha_0 - \varphi_0)] \geq 0 \quad (4.17)$$

Определим внешние силы (см. рис. 4.4):

1. Сила тяжести с проекциями

$$Y_1 = -m_a g, \quad X_1 = 0.$$

2. Сила давления со стороны сырьцевого валика

$$Y_2 = -P, \quad X_2 = 0.$$

3. Сила упругости (F_{yn}) (сопротивления) прядок возникает в результате их растяжения до разрыва (F_0). Принимаем, что величина этой силы до отрыва волокна будет пропорциональна длине дуги $M_0 M = R \alpha\lambda$ и направлена перпендикулярно линии $OM=R$, где

$$R = \sqrt{(h-r)^2 + R_0^2 - 2(h-r)R_0 \cos \alpha_0} \approx R_1 + ar; \quad (4.18)$$

$$a = \frac{R_0 \cos \alpha_0 - h}{R_1}; \quad R_1 = \sqrt{h^2 + R_0^2 + 2R_0 h \cos \alpha_0}.$$

При малых значениях h полагаем, что $R_1 \approx R_0$, $a \approx \cos \alpha_0$, поэтому

$$M_0 M = (R_0 + r \cos \alpha_0) \omega t \approx R_0 \omega t. \quad (4.19)$$

Таким образом, значение силы упругости F_0 (до отрыва волокна) для реальных параметров задачи представим в виде

$$F_0 = KR_0\omega t; \quad (4.20)$$

$$F_0 = F_{\text{уп}}$$

где F_0 - сила отрыва волокна от семян, Н;

$F_{\text{уп}}$ - сила упругости, Н;

K - коэффициент упругости, Н/м;

при $t=t_0$; $F_0=F_{\text{max}}$ и в этот момент времени происходит разрыв прядки (отделение от семени) и далее летучка совершает движение вдоль зуба пилы

при отсутствии силы упругости. Проекцию этой силы при $\frac{h}{R_0} \ll 1$, по направлениям осей ax и ay приближенно вычисляем по формулам:

$$Y_3 = F_0 \cos(\gamma + \beta_0); \quad X_3 = -F_0 \sin(\gamma + \beta_0)$$

или

$$Y_3 = F_0 \cos(\alpha_0 + \beta_0 - \varphi_0 - \alpha\gamma); \quad X_3 = -F_0 \sin(\alpha_0 + \beta_0 - \varphi_0 - \alpha\gamma)$$

4. Составляющая сила трения направлена вдоль линии передней грани зуба (рис.4.5) и эта величина равна

$$F_{\text{тр}} = fN, \quad (4.21)$$

где $F_{\text{тр}}$ - сила трения, Н;

f - коэффициент трения между передней гранью зуба пилы и относительного смещения волокна;

N - нормальная сила, Н.

Проекцию этой силы по направлениям осей ax и ay определяем по формулам:

$$Y_4 = F_{\text{тр}} \sin \gamma; \quad X_4 = F_{\text{тр}} \cos \gamma. \quad (4.22)$$

Теперь определяем нормальную силу N (см. рис. 4.5):

$$N = F_k + F_0 + (P + m_a g) \cos \gamma,$$

где F_k - кориолисова сила, Н, равная

$$F_k = 2m_a \omega V_r,$$

V_r - относительная скорость зуба пилы, м/с.

Таким образом, для силы трения имеем формулу

$$F_{\text{тр}} = f[F_k + F_0 + (P + m_a g) \cos \gamma]. \quad (4.23)$$

Если угол $\gamma=0$, то сила трения $F_{\text{тр}}$ равняется $\max$, а при $\gamma=90^\circ$ сила трения $F_{\text{тр}}$ равняется $\min$.

Решение дифференциального уравнения второго порядка (4.16) можно представить в виде

$$r = A_1 e^{K_1 t} + B_1 e^{K_2 t} - \frac{A_0 f}{f^2 + 1} \cos(\alpha_1 - \varphi - \gamma), \quad (4.24)$$

где A_1 и B_1 - постоянные интегрирования, определяемые из начальных условий, м;

A_0 - амплитуда колебания, м;

e - основание натурального логарифма;

K_1, K_2 - коэффициенты угловой скорости, 1/с;

t - время прохода волокна вдоль зуба пилы, с;

α_1 - угол наклона передней грани зуба пилы, град;

f - коэффициент трения массы сырцового валика об ограждающую поверхность при их относительном смещении;

φ - текущее значение угла поворота, рад.

$$\alpha_1 = \left(\alpha + \frac{\pi}{2} \right);$$

$$A_0 = \frac{l}{R_0 \omega^2} \left(g + \frac{P_0}{m} \right),$$

где g - ускорение свободного падения, м/с²;

P_0 - сила давления воздушного потока, Н.

Таким образом, фактор глубинного заполнения при наличии воздушного потока существенно влияет на захватывающую способность зубьев пил пильного цилиндра.

Разработана методика численного расчета на ЭВМ, при этом были приняты следующие данные:

$$g=9.8 \text{ м/с}^2; \quad m=0.14 \text{ г}; \quad t=0.1 \text{ с}; \quad R_0=319.04 \text{ мм};$$

$$\omega=76.4 \text{ рад/с}; \quad f=0.1; \quad \gamma=0.5 \text{ мм};$$

$$P_0=7.3 \text{ Н}; \quad P_0=14.3 \text{ Н}; \quad P_0=21.2 \text{ Н}.$$

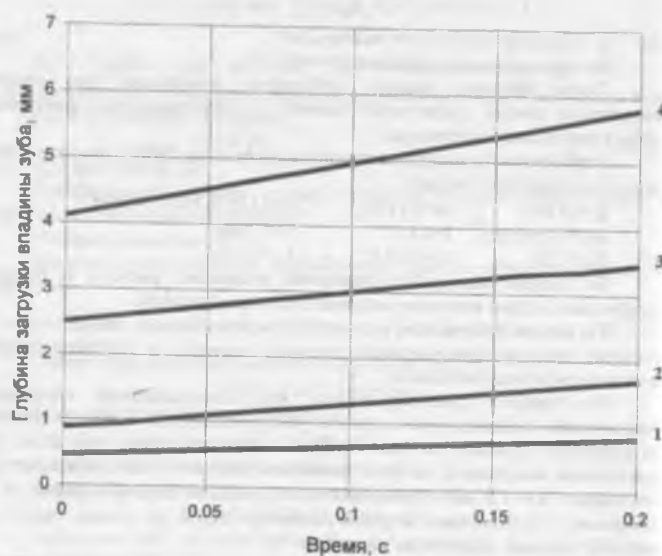
По результатам (4.24) проведены численные расчеты и построен график заполнения волокном впадины зуба пилы (рис.4.6).

На основе полученных результатов, можно сделать вывод о том, что наличие воздушно-нагнетательной системы приводит к глубокой загрузке впадины зуба пилы волокном.

Из графика (рис.4.6) видно, что захватывающая способность (заполнение) впадины зуба пилы без подачи воздушного потока (обычная конструкция) доходит до 1мм глубины с верхней точки зуба пилы. При нагнетании воздушного потока с давлением равным 7.3 Н, глубина загрузки составляет 0.9+1.8 мм в зависимости от времени захвата волокна, а при давлении 14.3 Н глубина загрузки составляет от 2.6 до 3.6 мм, при 21.2 Н доходит до 6 мм - область не реальная.

Выходящие семена регулируются семенной гребенкой, так как при выходе они не превышали опущенность, поэтому семена находились в норме.

Следует отметить, что при наличии дополнительной силы, направленной против силы трения, внедрение летучек во впадину зубьев пил возрастает. Это приводит к улучшению захватывающей способности зубьев и, следовательно, к росту производительности процесса, сокращению времени пребывания семян в рабочей камере и снижению плотности сырцового валика.



1-при отсутствии P_0 (обычная рабочая камера);
 2-при $P_0=7.3$ Н;
 3-при $P_0=14.3$ Н;
 4-при $P_0=21.2$ Н.

Рис. 4.6. Заполнение волоком впадины зуба пилы под действием воздушного потока.

Уравнения получены на основе законов механики. Сравнительный анализ теоретических и экспериментальных исследований позволяет сделать вывод о том, что предлагаемая математическая модель описывает реальный процесс дженирования при наличии воздушного потока.

Однако в обычной конструкции в момент первичного захвата зубом волокон, контакт с сырцовым валиком еще не начался и поэтому силовое воздействие со стороны последнего для внедрения летучек во впадины зубьев отсутствует.

В конструкции очистителя от крупного сора, когда отдельные летучки набрасываются на пыльчатый барабан, для их нанизывания на зубья пыльчатой гарнитуры используют специальные прижимные щетки, которые дополнительной силой внедряют летучки во впадину.

В джине такой вариант невозможен, так как конструкция рабочей камеры это не позволяет. Поэтому остается один вариант – использовать возможности аэродинамического воздействия и для этого разработана система нагнетания воздушного потока из трубопровода, установленного в центре рабочей камеры в направлении пыльного цилиндра (рис.4.7.), названного системой «воздух-патрубок». Таким образом, наличие воздушного потока будет выполнять двойную роль.

Первая, как отмечалась выше, будет обеспечивать дополнительную силу для преодоления сопротивления трения по передней грани зуба пилы и эффективному внедрению летучек во впадину зубьев; вторая роль – это интенсивное выделение дженированных семян из этой зоны.

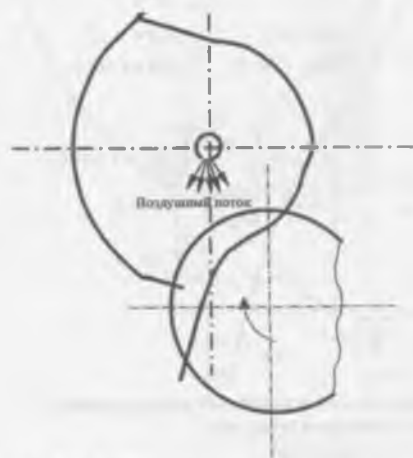


Рис. 4.7. Воздушнонагнетательная установка.

4.2. Влияние дополнительного воздушного потока на интенсивность выделения семян

Изменение скорости и угла действия воздушного потока (поворота щели) воздействует на выделение дженированных семян из центра сырцового валика, на захватывающую способность зубьев пил, следовательно, на технологические показатели процесса дженирования.

Поэтому изыскание оптимального значения названных факторов - одна из задач исследований.

Рассмотрим движение одиночного семени под действием сил воздушного потока и тяжести (рис.4.8).

Составим уравнение движения

$$\begin{cases} \ddot{y} = g - \frac{P_0}{m_{гп}} \cos \alpha; \\ \ddot{x} = -\frac{P_0}{m_{гп}} \sin \alpha, \end{cases} \quad (4.25)$$

где x, y - координаты движущегося семени, м;
 mg - сила тяжести семян, Н;
 P_0 - сила давления воздушного потока, Н;
 α - угол поворота воздушно-нагнетательной щели, рад;
 $m_{гп}$ - масса группы семян, кг.

Решая систему дифференциальных уравнений (4.25) при начальных условиях

$$\begin{aligned} x(0) &= x_0; & y(0) &= y_0; \\ \dot{x}(0) &= V \sin \beta; & \dot{y}(0) &= V \cos \beta, \end{aligned}$$

получим

$$\begin{cases} y = y_0 + \frac{g - \frac{P_0}{m_{гп}} \cos \alpha}{2} t^2 + V t \cos \beta, \\ x = x_0 - \frac{P_0 \sin \alpha}{2 m_{гп}} t^2 + V t \sin \beta. \end{cases} \quad (4.26)$$

Отсюда

$$\begin{cases} y - y_0 = A t^2 + V t \cos \beta, \\ x - x_0 = B t^2 + V t \sin \beta, \end{cases} \quad (4.27)$$

$$\text{где } A = \frac{g m_{гп} - P_0 \cos \alpha}{2 m_{гп}}; \quad B = \frac{P_0 \sin \alpha}{2 m_{гп}};$$

t - время выхода семян из рабочей камеры джина, с;

V - скорость движения семян, м/с;

β - угол полета семян, рад.

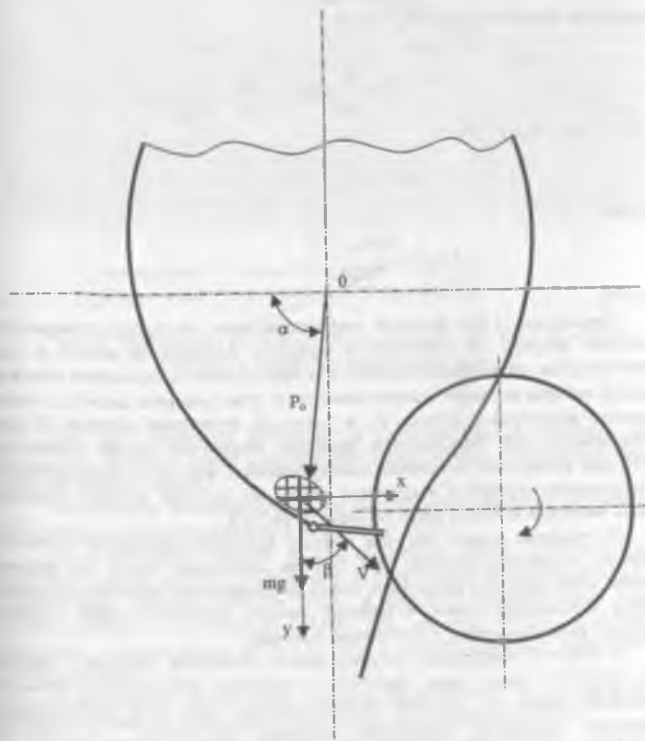


Рис. 4.8. Движение семян под действием сил воздушного потока и тяжести

Если положим $y(0) = 0$, тогда из (4.26) находим значения t :

$$t^2 = \frac{y - y_0}{\frac{g}{2} + \frac{P_0}{2m} \cos \alpha}$$

$$t = \sqrt{\frac{y - y_0}{\frac{g}{2} + \frac{P_0}{2m} \cos \alpha}}$$

Подставляя значение t (в 4.26), имеем

$$x - x_0 = -\frac{P_0 \sin \alpha}{2m} \frac{y - y_0}{\frac{g}{2} + \frac{P_0}{2m} \cos \alpha} + \frac{y - y_0}{\frac{g}{2} + \frac{P_0}{2m} \cos \alpha} x_0. \quad (4.28)$$

Если $x_0 = 0$, $y_0 = V$, то

$$x - x_0 = -\frac{P \sin \alpha}{2m} t^2.$$

отсюда

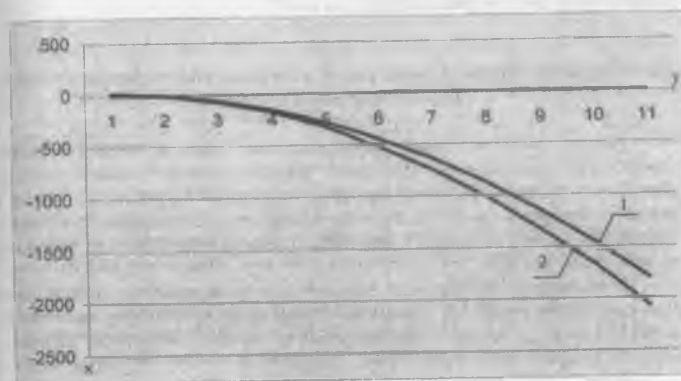
$$t = \sqrt{\frac{2m(x_0 - x)}{P_0 \sin \alpha}}$$

где $x < x_0$.

Уравнение (4.26) является математическим описанием зависимости движения летучки от движения и скорости воздушного потока и угла поворота щели, из которого следует, что эффективность выделения семян из рабочей камеры пыльного джина зависит от угла поворота щели α , и силы давления воздушного потока P_0 и скорости истечения воздуха V . Для исследования этих зависимостей проведен численный расчет выражений (4.26) при различных значениях вышеуказанных факторов, определяющих эффективность процесса выделения семян из рабочей камеры пыльного джина, значение которых представлены на рис. 4.9.

Из графика видно, что чем больше давление воздушного потока и скорости истечения воздуха, тем больше выделение семян из рабочей камеры. Максимальное выделение семян за промежуток времени уменьшает период нахождения семян в рабочей камере, которое, в свою очередь, улучшает качество семян, и тем самым, волокна.

Результаты численных расчетов после обработки отражают влияние угла поворота щели, силы давления и скорости воздушного потока на выделение семян из рабочей камеры джина. При этом эффективным вариантом считаются следующие значения: $\alpha = 75 + 10^\circ$; $P_0 = 7 + 14$ Н; $V = 10.6 + 14.6$ м/с.



1- при наличии P_0 давления воздушного потока;
2- при наличии V скорости истечения воздуха.

Рис. 4.9. Траектория выхода семян из рабочей камеры при наличии давления и скорости воздушного потока.

При этих значениях наблюдается интенсификация процесса отрыва волокон от семени и более эффективное и равномерное выделение семян из рабочей камеры джина.

Полученные экспериментальные результаты отражают теоретические результаты, разница составляет в пределах 8-10 %.

На нормальную работу джина оказывает также заметное влияние неполное снятие волокна с зубьев пил за колосниковой решеткой [177, 178]. Возвращение прядок волокон вновь в рабочую камеру снизу снижает захватывающую способность зубьев при захвате новых волокон, это повышает волокнистость отходов, что в целом снижает эффективность дженирования.

В настоящее время съем волокна производится воздушной струей, направленной с большой скоростью на заднюю спинку зуба пилы.

Для полного съема волокон необходимо определить оптимальные значения давления рабочей струи, ее направление для различных параметров зубьев пил.

Теоретические и экспериментальные исследования были проведены в

рамках этой программы и опубликованы в [179-181].

Результаты исследований показали, что для нормального съема волокна с зубьев пил необходимо обеспечить давление струи о заднюю стенку зуба в пределах $160-260 \text{ Н/м}^2$ при угле наклона передней грани зуба к радиусу пилы $\alpha \approx 10^\circ$ и $260-360 \text{ Н/м}^2$ при $\alpha \approx 20^\circ$.

4.3. Разработка модели взаимодействия компонентов сырьевого валика с пыльно-колосниковой системой

Второй зоной выделения дженированных семян является наклонная поверхность колосников. По идее дженированные семена должны скатываться по нижней части колосника к семенной гребенке. Однако в реальном процессе семена увлекаются плотным слоем сырьевого валика и длительное время пребывают в его массе. Этому вопросу уделяли внимание многие исследователи.

В частности, известно, что семена после дженирования значительное время остаются в рабочей камере [54]. Другие предполагают, что семена, выделившиеся на поверхности колосников, вновь увлекаются пилами в сырьевой валик [40]. Кроме того, авторы работ [19] и [54] пришли к заключению, что семена выделяются в зоне колосника там, где имеется контакт пил с сырьевым валиком.

Наиболее глубокие исследования по выделению семян провели Д.А.Котов и Г.И. Болдинский [14]. Ими установлено, что одиночные семена, выпавшие на поверхность колосников, не могут быть занесены боковыми плоскостями пил в сырьевой валик джина.

Допустим, что при существующих параметрах пыльного джина единичные семена, независимо от степени их опушенности, упали между пилами на поверхность колосника. Тогда, даже при угле наклона колосников равном нулю, невозможно их движение, осуществляемое силами трения боковых плоскостей пил, вверх (рис.4.10). Выведена формула определения величины нормальной реакции N_1 и N_2 :

$$N_1 = \frac{Q \lg \varphi_1}{1 + \lg \varphi_1 \lg \varphi_2}, \quad (4.29)$$

$$N_2 = \frac{Q \lg \varphi_2}{1 + \lg \varphi_1 \lg \varphi_2}, \quad (4.30)$$

где Q - сила тяжести семян, N ;

φ_1 и φ_2 - углы отклонений реакций N_1 и N_2 от сил R_1 и R_2 ,

$$Q = mg.$$

В результате сила, движущая семена, определяется из равенства

$$F_1 = Q - N_2 = \frac{Q \lg \varphi_1 \lg \varphi_2}{1 + \lg \varphi_1 \lg \varphi_2}. \quad (4.31)$$

Если $K = \lg \varphi_1 \lg \varphi_2$ - угол трения,



Рис.4.10. Движение семян в междупильном пространстве.

то $F_1 \leq \frac{QK^2}{1+K^2}$ или $F_1 < QK^2$.

Так как $K < 1$, то $F_1 < Q$. Отсюда следует, что движение вверх единичных семян, упавших на колосники, невозможно.

Если группа семян вклинивается между пилами несвободно, а под действием центробежных и упругих сил, возникающих при вращении сырьевого валика, то в этом случае названные силы будут определяться как

$$F_1 = Q \cos \alpha + F_2 + \frac{mV^2}{r}, \quad (4.32)$$

где F_1 - составляющая сила, действующая на группу семян в направлении радиуса, Н;

радиуса, H ;

α - угол, образованный направленной силой и радиусом, рад:

F_2 - упругая сила валика, Н;

m - масса группы семян, кг;

V- скорость семени вдоль поверхности колосника, м/с;

Г - радиус сырьевого валика в зоне заклинивания семян, м

Силы трения, препятствующие движению группы семян, будут равны величине

$$F_3 = KN, \quad \text{H.}$$

где K - коэффициент трения волокна о сталь;

N – нормальная сила, с которой группа семян давит на боковые стороны пил, Н.

Если $F_3 < F_1$, то группа семян может заклинить между пилами, т.е. зависнуть между ними и, безусловно, будет возвращена в сырьевой валик в зоне ухода зубьев пил за колосники.

Кроме того, рассмотрен вопрос о возможности движения семян по колосникам вверх под действием ударов тех семян, которые оторвались от сырьевого валика и попали в междупильное пространство (рис. 4.11).

Скорость оторвавшегося семени обозначим через V . Считая удар семян неупругим и в первом приближении, центральным, получим результирующую скорость

$$U = \frac{m_1 V \cos \beta - m_2 V_1}{m_1 + m_2} \quad (4.33)$$

где V_1 - величина скорости семени, движущегося по колоснику вниз, м/с;

m_2 - его масса, кг;

m_1 - масса ударяющегося семени, кг;

β- угол между результирующей скоростью и скоростью оторванных семян, рад.

Так как V_1 малая величина по сравнению со скоростью V , т.е. два семени, соединившись во время удара, будут двигаться вверх по колосникам со скоростью, определяемой формулой.

$$U = \frac{m_1 V \cos \beta}{m_1 + m_2}, \quad (4.34)$$

На рис.4.12 показана схема действия воздушного потока на семена, скатывающиеся по колоснику.

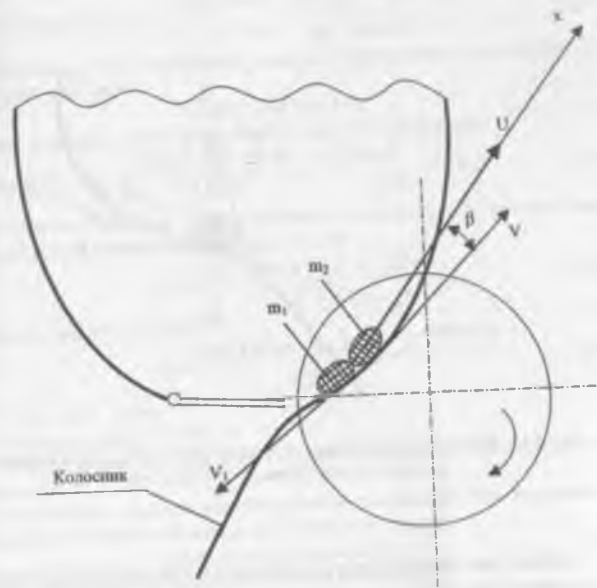


Рис. 4.11. Движение семян по колоснику вверх под действием ударов семян.

Составляем уравнение движения

$$m\ddot{x} = mgA_0(\alpha) - F_D - P_0(f \cos \varphi + \sin \varphi), \quad (4.35)$$

где mg — сила тяжести семян, Н;

A_0 – амплитуда колебания, м;

E – сила протаскивания семян сырцовым валиком, Н;

P_0 - сила давления воздушного потока, Н;

φ - угол, образованный скоростью ударяющей группы семян с плоскостью колосника, рад.

В зависимости от места расположения семян, величина ϕ будет различна.

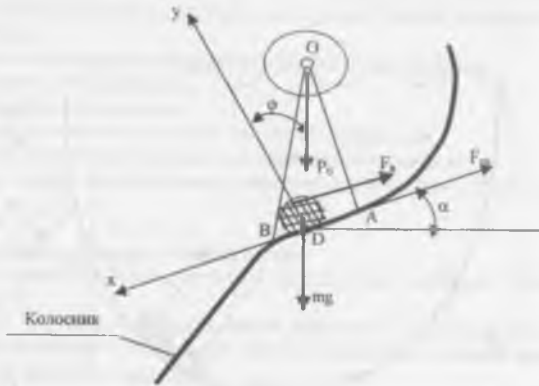


Рис. 4.12. Движение одиночного семени по колоснику под действием сил воздушного потока и тяжести.

Найдем зависимость угла φ от величины x . При известных величинах φ и $OA=r$, из $\triangle ODA$ имеем

$$\frac{OA}{\sin(\varphi + \frac{\pi}{2})} = \frac{x}{\sin(\pi - \beta - \frac{\pi}{2} - \varphi)}$$

$$\frac{r}{\cos \varphi} = \frac{x}{\cos(\beta + \varphi)}$$

откуда

$$x = \frac{\cos(\beta + \varphi)}{\cos \varphi} r = \frac{\cos \beta \cos \varphi - \sin \beta \sin \varphi}{\cos \varphi} r,$$

$$x = (\cos \beta - \sin \beta \tan \varphi) r,$$

$$\cos \beta - \sin \beta \tan \varphi = \frac{x}{r},$$

$$\sin \beta \tan \varphi = \cos \beta - \frac{x}{r},$$

$$\tan \varphi = \frac{r \cos \beta - x}{r \sin \beta}.$$

здесь $A_0(\beta) = \sqrt{r^2 \sin^2 \beta + (r \cos \beta - x)^2}$.

С учетом последних соотношений уравнение (4.35) приобретает вид

$$mx = mgA(\alpha) - F_B - \frac{P_0(fr \sin \beta)}{A_0(\beta)} + \frac{P_0(r \cos \beta - x)}{A_0(\beta)}. \quad (4.36)$$

Уравнение (4.35) описывает движение семян вдоль колосника AB с начальными условиями

$$x=x_0 \text{ и } \dot{x}=0 \text{ при } t=0.$$

Условие движения семян является $x \geq 0$ при $t=0$, которое даст

$$mgA(\alpha) - F_B - \frac{P_0[A_0(\beta)]fr \sin \beta}{A_0(\beta)} + \frac{P_0(r \cos \beta - x_0)}{A_0(\beta)} \geq 0. \quad (4.37)$$

Откуда находим величину силы воздушного потока P_0 , при которой семена могут совершать движение вниз по линии AB,

$$P_0 \geq \frac{[mgA(\alpha) + F_B] \cdot A_0(\beta)}{r(A(\beta)) - x_0}. \quad (4.38)$$

В частности, если $x_0=0$, имеем

$$P_0 \geq \frac{[mg(f \cos \alpha - \sin \alpha) + F_B]}{A(\beta)}. \quad (4.39)$$

где $A(\beta) = \cos \beta - f \sin \beta$;

A - амплитуда колебания, м.

Отсюда видно, что при угле трения равном $\text{ctg} \beta < f$, это условие всегда выполняется.

Определяем условие контакта семян с поверхностью колосника. Из равенства нулю суммы проекции сил к нормали следует

$$N = mg \cos \alpha + P_0 \cos \varphi + F_B. \quad (4.40)$$

где F_B - сила давления сырьевых валиков на семена, Н.

Из формулы (4.39) следует, что наличие воздушного потока является дополнительной силой для выделения семян из сырьевых валиков.

При $\frac{x}{r} \ll 1$ ($\frac{x^2}{r^2} = 0$) выражение можно линеаризировать, т.е.

$$\frac{1}{\sqrt{\sin^2 \beta + \left(\cos \beta - \frac{x}{r}\right)^2}} \approx 1 + \frac{x}{r} \cos \beta;$$

$$\frac{\cos \beta - \frac{x}{r}}{\sqrt{\sin^2 \beta + \left(\cos \beta - \frac{x}{r}\right)^2}} = \left(\cos \beta - \frac{x}{r}\right) \left(1 + \frac{x}{r} \cos \beta\right) =$$

$$= \cos \beta - \frac{x}{r} (1 - \cos^2 \beta) = \cos \beta - \frac{x}{r} \sin^2 \beta;$$

$$mx = mgA(\alpha) - F_B - \left[f \sin \beta - \cos \beta + \frac{x}{r} \sin \beta A_1(\beta) \right] P_0,$$

где $A_1(\beta) = 1 + \frac{x}{r} \cos \beta \sin \beta$;

A_1 - амплитуда колебания, м.

Отсюда получим приближенное уравнение движения:

$$mx + \frac{x}{r} \sin \beta (f A_1(\beta)) P_0 = mg(A_1(\alpha)) + P_0(f A_1(\beta)) - F_B. \quad (4.42)$$

Анализ уравнения (4.42) показывает, что наличие силы воздушного потока приводит к колебательному движению семян вдоль колосника. Силу F_B можно определить по формуле $F_B = f F_n$.

Решение уравнения (4.42) с нулевыми начальными условиями имеет

$$\text{вид } x = A(1 - \cos \omega t) \quad \omega = \sqrt{\frac{P_0 \sin \beta (f A_1(\beta))}{rm}},$$

где

$$A = \frac{r[mg(A_1(\alpha)) - P_0(f A_1(\beta)) - F_n]}{P_0 \sin \beta (f A_1(\beta))}.$$

При этом необходимо выполнение условия

$$mg(A_1(\alpha)) - P_0(f A_1(\beta)) - f F_n > 0$$

Применив метод Рунге-Кутты в начальное условие, разработана методика расчета на ЭВМ, при этом были приняты следующие данные:

$$g = 9.8 \text{ м/с}^2; m = 2.5 \text{ г}; \alpha = 40^\circ; \beta = 4.71^\circ; f = 0.83;$$

$$F_n = 1.6 \text{ Н}; P_0 = 7.3 \text{ Н}; 14.3 \text{ Н}; 21.2 \text{ Н}; r = 0.09 \text{ м}.$$

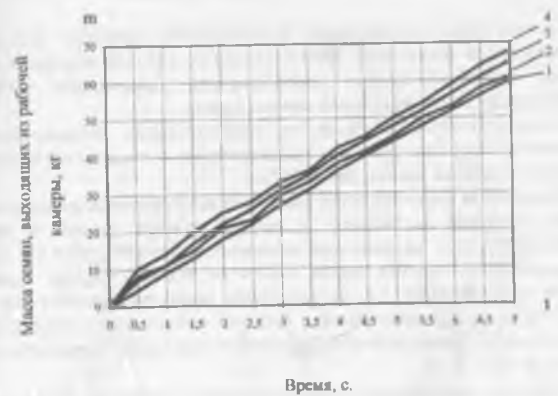
По результатам численных расчетов был построен график (рис.4.13).

Здесь x_1 - уравнение (4.42) движения семян в обычной рабочей камере; x_2, x_3, x_4 - уравнения движения семян в рабочей камере с применением воздушно-нагнетательной системы.

Анализируя вышеуказанное, можно отметить, что воздушный поток, проходя сквозь массы сырьцевого валика, которая движется по круговой приобретает пульсирующий характер, что приводит к колебательному движению семян вдоль поверхности колосника.

При этом за счет снижения коэффициента трения из-за колебаний снижаются силы сопротивления скольжению семян по поверхности колосника, что будет способствовать ускоренному выделению оголенных семян из рабочей камеры джина (рис.4.13).

Из рисунка видно, что на обычном джине за 6 с выделяются около 52 кг семян, а на джине с воздушнонагнетательной установкой за этот же период времени выделяются около 60 кг семян.



1- x_1 без P_0 (обычная рабочая камера);

2- x_2 при $P_0 = 7.3 \text{ Н}$;

3- x_3 при $P_0 = 14.3 \text{ Н}$;

4- x_4 при $P_0 = 21.2 \text{ Н}$.

Рис. 4.13. Выход семян из сырьцевого валика по времени и под действием воздушного потока.

ГЛАВА 5. ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗДУХО НАГНЕТАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ В РАБОЧЕЙ КАМЕРЕ И ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА ПОКАЗАТЕЛИ ПРОЦЕССА ДЖИНИРОВАНИЯ

5.1. Влияние воздушнонагнетательной установки на состав и волокистость сырьевого валика

Теоретические исследования в разделе 4.2 показали, что наличие дополнительного воздушного потока из центра рабочей камеры в сторону пыльного цилиндра должно способствовать ускоренному выделению дженированных семян из рабочей камеры джина.

Поэтому следующий этап экспериментальных исследований был направлен на изучение процесса дженирования с воздушно-нагнетательной установкой в рабочей камере джина [67].

Источником воздушного потока был не вращающийся цилиндрический патрубок, который установился в центре рабочей камеры и нагнетал воздушный поток в направлении пыльного цилиндра (рис.5.1). Диаметр цилиндрического патрубка может влиять на технологические показатели процесса дженирования, т.е. на плотность, скорость вращения сырьевого валика, время пребывания семян в рабочей камере и производительность джина. Диаметр цилиндрического патрубка в ходе эксперимента изменялся в пределах $d=56+125$ мм.

Скорость нагнетаемого воздуха изменялась в пределах $V=2.6+18.6$ м/с с помощью специальной заслонки при подаче воздуха через трубопровод. Уровень варьирования угла поворота щели патрубка в ходе эксперимента изменялся в пределах $\alpha=48^\circ+105^\circ$ град. (со стороны фартука от горизонтальной линии вниз).

Для экспериментального исследования и оптимизации параметров процесса пыльного дженирования с воздушно-нагнетательной системой были выбраны следующие факторы:

- производительность джина;
- диаметр цилиндрического патрубка;
- скорость нагнетаемого воздуха;
- угол поворота щели.

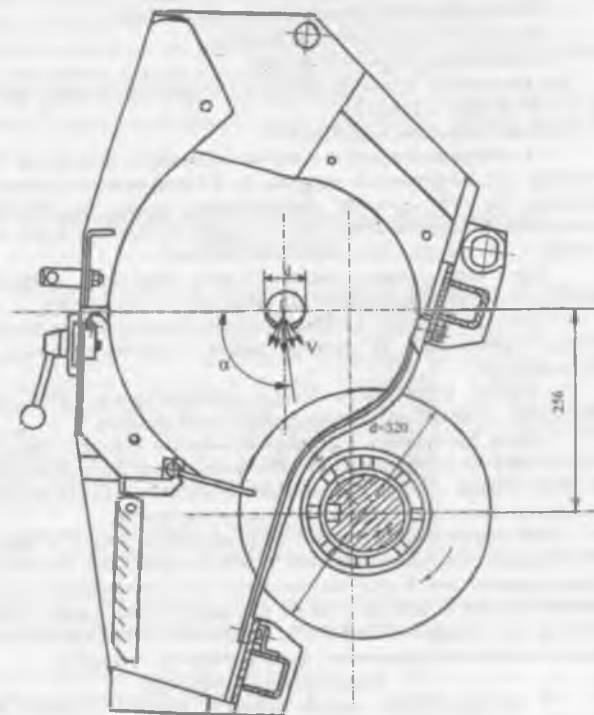


Рис.5.1 Рабочая камера с воздушнонагнетательной установкой (А.С.№1201360).

Влияют 4 фактора, поэтому для проведения исследования опыты проводили по планированию дробно-факторного эксперимента. Дробный факторный эксперимент проводится при числе факторов или от трех и более операций при условии, если полный факторный эксперимент по экономическим соображениям проводить невыгодно.

Сущность ДФЭ включает:

1. Построение матриц планирования эксперимента.
2. Проведение эксперимента по матрице.
3. Обработка регрессионной модели.

Все выделенные основные факторы варьируются на двух уровнях (+1), (-1), а число опытов равно 8.

Входные параметры эксперимента:

У1- содержание пороков и сорных примесей в волокне, %; У2- длина волокна, мм; У3-разрывная нагрузка, Н; У4-механическая поврежденность волокна, %; У5- процент поврежденных семян, %; У6-процентное содержание оголенных семян, %; У7- время пребывания семян в рабочей камере, с; У8- волокнистость сырцового валика, %.

Перед проведением каждого опыта тщательно устанавливается необходимый зазор между рабочими органами пыльного джина.

Производительность пыльного джина регулировалась путем изменения подачи хлопка-сырца из питателя джина и контролировалась методом хронометража.

Скорость нагнетаемого воздуха регулировалась путем изменения положения заслонки, которая находилась в трубопроводе.

Опыты проводились в рандомизированном порядке. После каждого опыта отбирались образцы хлопкового волокна для анализа на содержание пороков, а также образцы джинированных хлопковых семян для анализа на полную опушенность и механическую поврежденность.

Для определения исходной поврежденности семян и засоренности хлопка-сырца образцы отбирались с лотка джина. Все запланированные опыты проводились в трех повторностях. После проведения эксперимента волокна хлопка и семена, а также исходный хлопок-сырец подвергались анализу на содержание пороков и механическую поврежденность семян. согласно принятым методикам и государственному стандарту.

Результаты экспериментов

В математическую модель процесса включены только значимые коэффициенты:

$$Y1 = 3.675 + 0.075X1 + 0.15X2 + 0.15X3 - 0.15X2X3 - 0.175X1X4. \quad (5.1)$$

Таким образом, система уравнений, полученных в результате обработки данных, имеет вид:

$$Y1 = 3.675 + 0.075X1 + 0.15X2 + 0.15X3 - 0.15X2X3 - 0.175X1X4;$$

$$Y2 = 34.419 + 0.561X1 - 0.271X2 - 0.194X3 - 0.119X4 + 0.474X1X3 - 0.194X1X4;$$

$$Y3 = 4.1 - 0.054X2 - 0.071X1X3;$$

$$Y4 = 3.125 - 0.625X3 + 0.875X1X2 + 0.625X1X3;$$

$$Y5 = 1.8775 + 0.1575X1 + 0.0625X2 - 0.1925X4 - 0.1575X1X3 - 0.4625X1X4;$$

$$Y6 = 42.1821 - 0.8338X1 - 1.6237X2 - 1.4X3 + 0.8879X4 + 1.8388X1X3 + 10.5088X1X4;$$

$$Y7 = 60.775 - 2.15X1 - 5.825X2 - 4.575X3 - 1.55X1X2 + 4.25X1X3 + 10.725X1X4;$$

$$Y8 = 17.6875 + 0.86X2 + 0.6875X3 + 0.84X1X2 - 1.5175X1X3 - 3.87X1X4;$$

Математический расчет адекватности полученных уравнений показал хорошую сходимость моделей и результатов экспериментов.

Таким образом, получена система уравнений, которая позволяет вести направленный поиск оптимальных параметров рабочих органов пыльного джина.

5.2. Оптимизация факторов, влияющих на процесс пыльного джинирования

Оптимизация выбранных основных факторов, влияющих на процесс пыльного джинирования, проводилась на PENTIUM-III программой, составленной на языке GWBASIC. При этом использовался метод скользящего допуска [159]. В качестве параметров оптимизации были выбраны содержание пороков и сорных примесей в волокне У1 и приращение поврежденности семян У5. Были введены следующие ограничения: $U_1 \leq 3.7\%$, что соответствует значению пороков во втором сорте хорошего класса а при существующем джине $0 < U_5 < 5\%$. При оптимизации фактор производительности джина (X1) выдерживался на верхнем уровне.

Полученные с машины и обработанные результаты показали, что оптимальные точки имеют координаты $X1=0.028$; $X2=-1.50$; $X3=1.49$; $X4=0.254$.

Результаты оптимизации позволяют рекомендовать следующие оптимальные значения для выбранных основных факторов:

производительность джина, кг/пило-час	-12.5;
диаметр цилиндрического патрубка, мм	- 56;
скорость нагнетаемого воздуха, м/с	- 10.6+14.6;
угол поворота шели, град.	- 75+105.

При данных оптимальных значениях факторов наблюдается эффективная работа пыльного джина; т.е. продукция, полученная в процессе джинирования, соответствует требованиям норм стандарта.

Экспериментальные исследования проводились на хлопке-сырце разновидности С-6524 влажностью 9.0%, засоренностью 0.70-0.80% и дробленностью семян 2.5%, которые перед джинированием очищались по регламентированному процессу. Для определения засоренности, зауженности, влажности и дробленности семян исходного хлопка-сырца, пробы отбирались согласно существующей методике с лотка питателя.

Для достоверности результатов исследований каждый опыт и лабораторный анализ проводился по вышесказанной методике в трех повторностях. Оценка качества продукции (волокна и семян) после джинирования по всем показателям проводилась в лаборатории Гульбахского хлопкозавода и лаборатории ОАО «ПАХТА TOZALASH IIChB» согласно РСТ Уз и инструкции.

На производительность джина влияет нормальное протекание процесса джинирования, который характеризуется рядом параметров сырьевого валика, нарушения каждого из которых влечет за собой изменение или полное прекращение процесса. Так, на данный процесс влияет скорость сырьевого валика, его волокнистость, масса и плотность, содержание в нем дженированных семян, время пребывания в рабочей камере или условия выделения семян из него, и многое другое.

Каждый из перечисленных показателей дженирования прямо или косвенно влияет на технологические параметры работы джина-производительности и качество волокна. В основном качество волокна ухудшается в результате роста содержания таких пороков, как кожица с волокном и битое семя за счет повышения механической поврежденности семян. Поэтому в план эксперимента в качестве основного фактора включена производительность джина, область варьирования производительности принята от 7.5 до 12.5 кг/пило-час. Изменения производительности осуществлялись изменением скорости вращения питающих валика питателя.

Известно, что процесс дженирования будет протекать эффективно и надежно, когда осуществляется надежный захват волокон и затягивание их за колосник.

Поток нагнетаемого воздуха положительно влияет на захватывающую способность зубьев пил пыльного цилиндра. Увеличивается количество волокон, захваченного зубьями пил за одно касание, т.е. уменьшается время пребывания семян в рабочей камере. Это приводит к уменьшению массы и плотности сырьевого валика, следовательно, к улучшению качества волокна и семян. Изыскание оптимального значения скорости воздушного потока явилось одной из основных задач исследования. В связи с этим в качестве входного фактора принята скорость нагнетаемого воздуха в пределах от 2.6 до 18.6 м/с. Регулирование скорости воздушного потока осуществлялось изменением положения заслонки, установленной в трубопроводе для подачи воздуха.

Изменение угла поворота щели цилиндрического патрубка, установленного в центре рабочей камеры, влияет на выделения дженированных семян из центра сырьевого валика и захватывающую

способность зубьев пил, следовательно, и на технологические показатели процесса пыльного дженирования.

Изучалось влияние основных входных факторов на образование пороков в процессе дженирования, т.е. влияние производительности (X1), диаметра цилиндрического патрубка (X2), скорости нагнетаемого воздуха (X3) и угла поворота щели (X4).

Исследования причин образования кожицы и битого семени показали, что количество этих пороков зависит от многих факторов природного и технического характера. К их числу относятся особенности селекционных сортов хлопчатника и промышленных сортов хлопка-сырца, зауженность и влажность хлопка-сырца, поврежденность семян, геометрические размеры зубьев дженирующих пил и качество шлифовки и т.п.

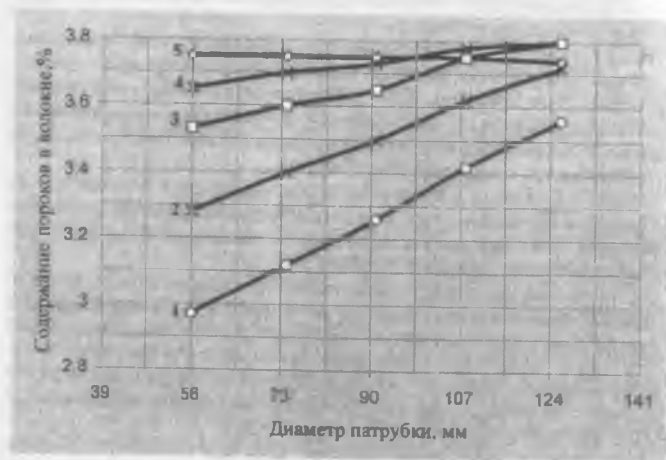
На рис.5.2 приведена зависимость содержания пороков в волокне от диаметра цилиндрического патрубка. Из пяти представленных кривых первая соответствует минимальным, пятая – максимальным, а другие три-промежуточным значениям X1, X3 и X4.

Из графика видно, что все кривые, кроме пятой кривой, восходящие. С увеличением диаметра патрубка от 56 до 126 мм содержание пороков в волокне увеличивается по первой кривой (X1=7.5 кг/пило-час, X3=2.6 м/с, X4=48°) – от 2.96 до 3.55%, по второй (X1=8.7 кг/пило-час, X3=6.6 м/с, X4=72°) – от 3.26 до 3.72%, по третьей кривой (X1=10 кг/пило-час, X3=10.6 м/с, X4=96°) – от 3.56 до 3.8%, по четвертой (X1=11.3 кг/пило-час, X3=14.6 м/с, X4=100°) – от 3.6 до 3.8%.

При X1=12.5 кг/пило-час, X3=18.6 м/с, X4=105° с увеличением диаметра патрубка содержание пороков не изменяется и равно 3.75% для всех величин диаметра. Отсюда можно сделать вывод о том, что для минимизации содержания пороков в волокне нужно выбирать наименьший диаметр патрубка, который равен 56 мм, причем содержание пороков составляет 2.96%. Этим показателям соответствуют следующие значения факторов X1=7.5 кг/пило - час, X3=2.6 м/с, X4=48°, т.е. для достижения значения содержания пороков 2.96% при диаметре патрубка 56 мм производительность джина должна составлять 7.5 кг/пило-час. Скорость воздушного потока 2.6 м/с, угол поворота щели 48°. И здесь тоже надо отметить, что полученные результаты оптимальны для требуемой величины, т.е. диаметра патрубка равного 56 мм и содержания пороков. В дальнейшем другие диаметры патрубка не учитываются.

Получена математическая модель, которая имеет вид:

$$Y = 3.675 + 0.075X1 + 0.15X2 + 0.15X3 - 0.15X2X3 - 0.175X1X4. \quad (5.2)$$



- 1- при $P=7.5$ кг/пило-час; $V=2.6$ м/с; $\alpha=48^\circ$;
 2- при $P=8.7$ кг/пило-час; $V=6.6$ м/с; $\alpha=72^\circ$;
 3- при $P=10.0$ кг/пило-час; $V=10.6$ м/с; $\alpha=96^\circ$;
 4- при $P=11.3$ кг/пило-час; $V=14.6$ м/с; $\alpha=100^\circ$;
 5- при $P=12.5$ кг/пило-час; $V=18.6$ м/с; $\alpha=105^\circ$.

Рис. 5.2. Зависимость содержания пороков в волокне от диаметра цилиндрической патрубки при различных производительностях джина, скорости воздуха и угла поворота щели.

Из уравнения (5.2) видно, что на содержание пороков и засоренности волокна самое большое влияние оказывает взаимодействие факторов X_1 и X_4 , а самое меньшее - фактор X_2 .

В целях анализа этой зависимости проведен численный расчет уравнения регрессии при различных значениях основных факторов.

На рис. 5.3 приведена зависимость содержания пороков в волокне от производительности джина (без волокноочистки), где приводятся 5 кривых $Y=Y(X_1)$. Первая кривая соответствует минимальным значениям факторов X_2 , X_3 , X_4 ; пятая - максимальным, а остальные - вторая, третья и четвертая - промежуточным.



- 1- при $V=2.6$ м/с; $\alpha=48^\circ$;
 2- при $V=6.6$ м/с; $\alpha=72^\circ$;
 3- при $V=10.6$ м/с; $\alpha=96^\circ$;
 4- при $V=14.6$ м/с; $\alpha=100^\circ$;
 5- при $V=18.6$ м/с; $\alpha=105^\circ$.

Рис. 5.3. Зависимость содержания пороков в волокне от производительности джина при различных скоростях воздушного потока и угла поворота щели.

По кривым видно, что с увеличением производительности джина с 7.5 до 12.5 кг/пило-час содержание пороков в волокне по первой кривой, т.е. при минимальных значениях основных факторов: $X_2=56$ мм, $X_3=2.6$ м/с, $X_4=48$ град, увеличивается от 3.1 до 3.62%, а при максимальных значениях, т.е. при $X_2=126$ мм, $X_3=18.6$ м/с, $X_4=144$ град, содержание пороков составляет от 3.85 до 4.0%.

Из представленных результатов видно, что для производительности джинов в килограммах на пилу в час (кг/пило-час) можно выбрать соответствующие значения факторов X_2 , X_3 и X_4 для требуемой величины содержания пороков в волокне. Например, при расчетной

5.3. Влияние основных факторов на волокнистость сырьевого валика пыльного джина

Волокнистость и состав массы сырьевого валика в рабочей камере джина являются важными параметрами, характеризующими изменение режима дженирования [183-187]. От волокнистости сырьевого валика зависит скорость вращения сырьевого валика и производительность джина. Поддержание волокнистости достигается непрерывным поступлением хлопка-сырца в рабочую камеру. В свою очередь, волокнистость зависит от плотности сырьевого валика, которая существенно влияет как на производительность джина, так и на образование пороков волокна. Производительность пыльного джина – возрастающая функция волокнистости сырьевого валика.

Сущность процесса дженирования заключается в захвате зубом пилы, отрыве от летучки прядки волокна. Очевидно, чем больше волокон на летучке (волокистость), тем большую прядку может захватить и оторвать зуб пилы.

Из этого положения можно сделать вывод: для роста производительности джина необходимо повысить волокнистость сырьевого валика и найти ее оптимальное значение, влияющее на образование пороков волокна при дженировании.

Нам необходимо определить влияние основных входных параметров на волокнистость сырьевого валика. Для исследования поставленной задачи проведен эксперимент по методу математического планирования, в результате чего получено уравнение регрессии:

$$Y = 17.6875 + 0.68X_4 + 0.6875X_3 + 0.84X_1X_4 - 1.5175X_1X_3 - 3.87X_1X_4. \quad (5.3)$$

Анализ уравнения регрессии (5.3) показывает, что основное влияние на волокнистость сырьевого валика (Y_8) оказывают угол поворота цилиндрического патрубка (X_4), скорость нагнетаемого воздуха (X_3) и взаимодействие этих факторов (X_1X_3 ; X_1X_4).

Для исследования этих зависимостей проведен численный расчет по уравнению регрессии при различных значениях основных факторов.

На рис. 5.6. представлена зависимость волокнистости сырьевого валика от производительности джина. Из графика видно, что с увеличением производительности джина от 7.5 до 12.5 кг/пило-час волокнистость сырьевого валика по первой и второй кривым увеличивается соответственно с 11.5 и 14.8% до 14.5 и 18.5%, по третьей кривой не изменяется и равна 17.5%, а на четвертой и пятой – повышается соответственно с 20.9 и 23.5% до 22.5 и 26.0%.

Следует отметить, что при данном рассмотрении не учитываются другие параметры процесса, а полученные результаты являются оптимальными для требуемой величины производительности джина и волокнистости сырьевого валика.

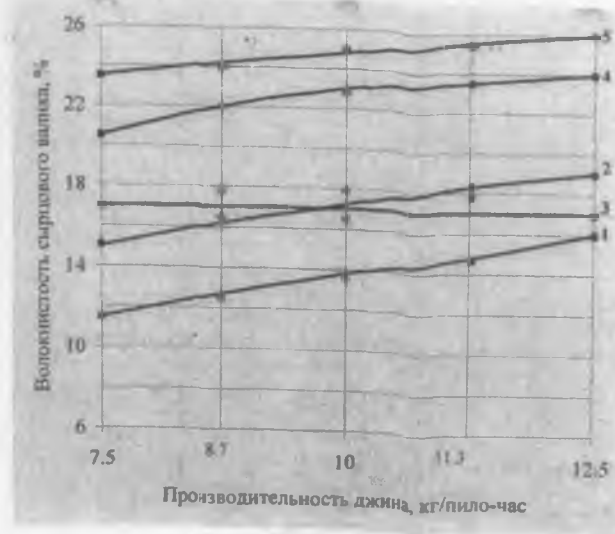


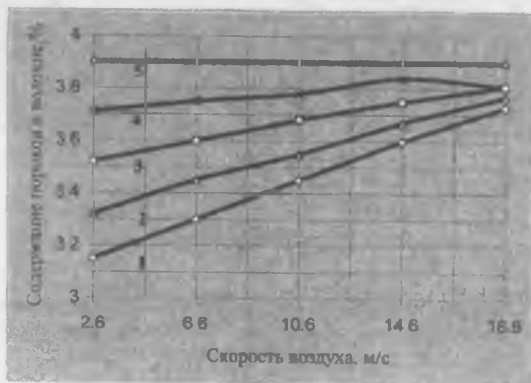
Рис. 5.6. Зависимость волокнистости сырьевого валика от производительности джина при различных скоростях воздуха и угла поворота щели.

На рис. 5.7. приведена зависимость волокнистости сырьевого валика от скорости воздушного потока.

Из кривых видно, что с увеличением скорости воздушного потока от 2.6 до 18.6 м/с волокнистость сырьевого валика по первой при $X_1=7.5$ кг/пило-час; $X_2=56$ мм; $X_4=48^\circ$ увеличивается с 11.5 до 16%, по второй кривой при $X_1=8.7$ кг/пило-час; $X_2=56$ мм; $X_4=72^\circ$ увеличивается с 15 до 17.9%; по третьей кривой при $X_1=10$ кг/пило-час; $X_2=56$ мм; $X_4=96^\circ$ увеличивается с 17 до 18.4%; по четвертой кривой при $X_1=11.3$ кг/пило-час; $X_2=56$ мм; $X_4=100^\circ$ уменьшается с 17.5 до 17%, а на пятой кривой при $X_1=12.5$ кг/пило-час; $X_2=56$ мм; $X_4=105^\circ$ также уменьшается с 16.2 до 4.8%.

производительности джина 11.3 кг/пило-час и минимальной величине содержания пороков 3.5% соответствуют следующие значения основных факторов: $X_2=56$ мм, $X_3=2.6$ м/с, $X_4=48$ град, т.е. при производительности джина 11.3 кг/пило-час диаметр цилиндрического патрубка должен составлять $D=56$ мм, скорость нагнетаемого воздуха $V=2.6$ м/с, угол поворота щели $\alpha=48^\circ$. Следует отметить, что при данном рассмотрении не учитываются другие параметры процесса, а полученные результаты являются оптимальными только для требуемой величины содержания пороков.

На рис. 5.4 приведена зависимость содержания пороков в волокне от скорости воздушного потока, нагнетаемого из сопла патрубка. Эти кривые качественно не отличаются от кривых рис. 5.2. Причем минимальному значению содержания пороков соответствует минимальная скорость воздушного потока. Получаемые при этом результаты одинаковы с результатами, полученными при исследовании зависимости содержания пороков от диаметра патрубка.

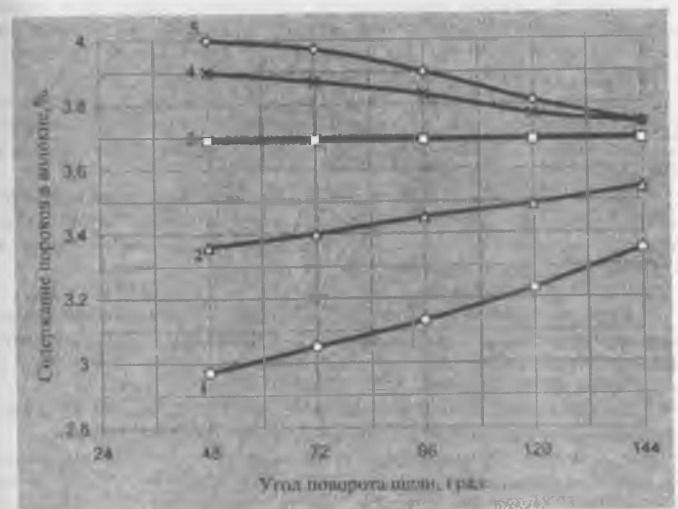


- 1- при $P=7.5$ кг/пило-час; $\alpha=48^\circ$;
- 2- при $P=8.7$ кг/пило-час; $\alpha=72^\circ$;
- 3- при $P=10.0$ кг/пило-час; $\alpha=96^\circ$;
- 4- при $P=11.3$ кг/пило-час; $\alpha=100^\circ$;
- 5- при $P=12.5$ кг/пило-час; $\alpha=105^\circ$.

Рис. 5.4 Зависимость содержания пороков в волокне от скорости нагнетаемого воздуха при различных производительностях джина и угла поворота щели.

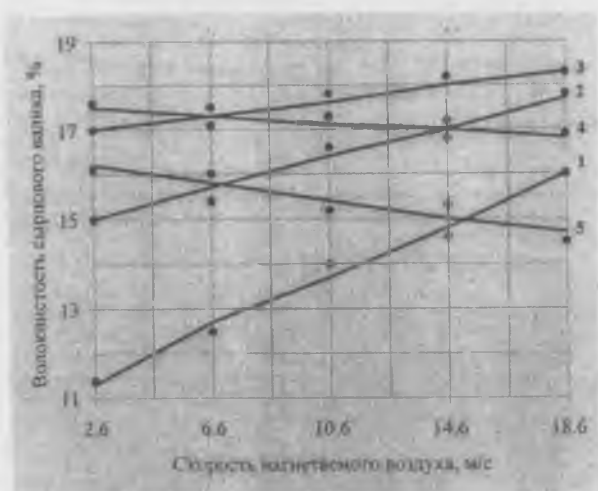
На рис.5.5 приведена зависимость содержания пороков волокна от угла поворота щели. Представленные кривые показывают, что с увеличением угла поворота щели от 48 до 105, зависимости от заданных X_1 , X_2 и X_3 содержания пороков согласно первой и второй кривым увеличивается соответственно от 2.98 и 3.35 до 3.34 и 3.53%, а согласно четвертой и пятой — уменьшается от 3.90 и 4.0 до 3.73%, соответственно.

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод о том, что при рассмотрении самостоятельного влияния факторов производительности джина, диаметра патрубка, скорости воздушного потока и угла поворота щели на содержание пороков в волокне, можно получить более оптимальные значения исследуемых параметров. В нашем случае полученные результаты очень близки к результатам, полученным при взаимодействии факторов.



При $P=7.5$ (1); 8.7 (2); 10.0 (3); 11.3 (4) и 12.5 (5) кг/пило-час

Рис. 5.5. Зависимость содержания пороков в волокне от угла поворота щели цилиндрической патрубки при различных производительностях джина.



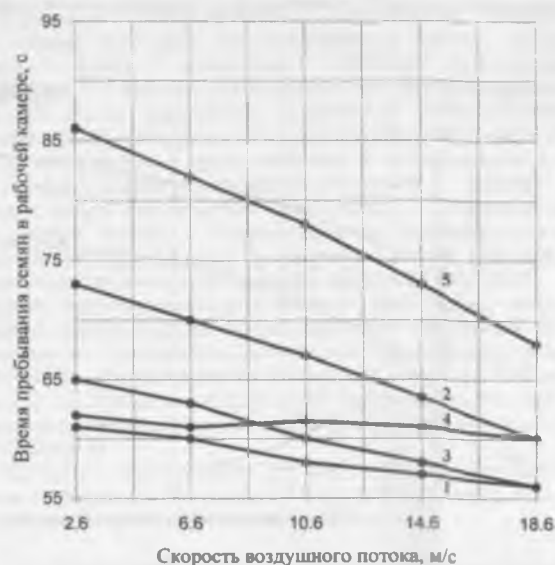
- 1- при $\Pi=7.5$ кг/тило-час; $\alpha=48^\circ$;
 2- при $\Pi=8.7$ кг/тило-час; $\alpha=72^\circ$;
 3- при $\Pi=10.0$ кг/тило-час; $\alpha=96^\circ$;
 4- при $\Pi=11.3$ кг/тило-час; $\alpha=100^\circ$;
 5- при $\Pi=12.5$ кг/тило-час; $\alpha=105^\circ$.

Рис. 5.7. Зависимость волокнистости сырцового валика от скорости нагнетаемого воздуха при различных производительностях джина и угла поворота щели.

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод о том, что при рассмотрении самостоятельного влияния факторов производительности джинов, диаметра цилиндрического патрубка, скорости воздушного потока и угла поворота щели на волокнистость сырцового валика можно получить более оптимальные значения исследуемых параметров. В нашем случае полученные результаты очень близки к результатам, полученным при взаимодействии факторов.

На рис. 5.8 показано влияние зависимости времени пребывания семян в рабочей камере от производительности джина и скорости нагнетания воздуха. Из графика видно, что с ростом производительности джина и скорости воздушного потока уменьшается время пребывания семян в рабочей камере. Так, при производительности джина 7.5 кг/пило - час и

скорости воздушного потока 2,6 м/с- время пребывания семян уменьшается от 86 до 68 с.



- 1- при $\Pi=7.5$ кг/тило-час; $\alpha=48^\circ$;
 2- при $\Pi=8.7$ кг/тило-час; $\alpha=72^\circ$;
 3- при $\Pi=10.0$ кг/тило-час; $\alpha=96^\circ$;
 4- при $\Pi=11.3$ кг/тило-час; $\alpha=100^\circ$;
 5- при $\Pi=12.5$ кг/тило-час; $\alpha=105^\circ$.

Рис. 5.8. Зависимость времени пребывания семян в рабочей камере от скорости воздушного потока при различных производительностях джина и угла поворота щели.

Во всех проведенных экспериментальных исследованиях зафиксировались показатели опушенности выходящих из рабочей камеры семян, а также их остаточная волокнистость, которые придерживались в норме в зависимости от селекционной разновидности хлопка-сырца и производительности джина. Эти показатели имеют большое значение в

технологии первичной обработки хлопка.

На рис. 5.9 показаны влияние опушенности и остаточной волокнистости семян после выхода из процесса дженирования с воздушно-нагнетательной установкой в зависимости от производительности джина.

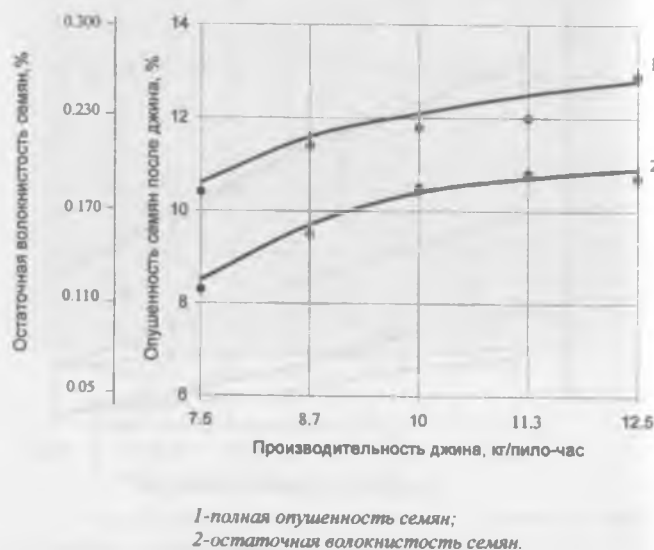


Рис. 5.9. Опушенность и остаточная волокнистость семян после процесса дженирования в зависимости от производительности джина.

Из рис. 5.9 видно, что с увеличением производительности джина повышается остаточная волокнистость и полная опушенность семян после процесса дженирования. Однако все показатели опушенности и остаточной волокнистости семян находятся в норме или ниже нормированных показателей, требуемых в промышленности. Лишь некоторые данные полной опушенности семян превышают норму, это объясняется недостаточной конструкцией рабочей камеры джина модели ДП-130.

Таким образом, дополнительные устройства в рабочей камеры джина уменьшают время пребывания семян в рабочей камере и, как следствие, будут способствовать уменьшению массы и плотности сырьевого валика.

ГЛАВА 6. ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ИСПЫТАНИЯ КОНСТРУКЦИИ ДЖИНА С РАЦИОНАЛЬНЫМИ ПАРАМЕТРАМИ

Предыдущие экспериментальные исследования показали, что конструктивные изменения приспособлений в рабочей камере дали наибольший эффект — обеспечивали стабильную производительность дженирования 12-14 кг волокна на пилу в час, снижение массовой доли суммы пороков и засоренности волокна на 7-8% (относительная), уменьшение дженированных семян в сырьевом валике на 25-30% [188].

Для исследования в промышленности были изготовлены отдельные рабочая камера с воздушно-нагнетательной установкой внутри для улучшения захвата волокна зубом пилы и выхода из сырьевого валика, а также рабочая камера с перфорированным барабаном внутри, для дополнительного вывода семян из сырьевого валика, шириной, равной промышленного джина, т.е. для серийного джина 4ДП-130.

Целью производственных испытаний была оценка качественных показателей волокна и его прядельно-технологических свойств. Испытание проводилось на Гульбахском хлопкозаводе Наманганского вилоята при применении воздушно-нагнетательной установки внутри рабочей камеры (I вариант), и на Шурчинском хлопкозаводе Сурхандарьинского вилоята при применении установки внутри рабочей камеры для дополнительного вывода семян (II вариант).

Необходимо констатировать тот факт, что обе конструкции джинов работали непрерывно в производстве, были получены результаты, которые приведены в последующих текстах данной работы.

6.1. Определение массовой доли суммы пороков и сорных примесей в волокне

Испытания проводились на Гульбахском хлопкозаводе при переработке хлопка-сырца С-6524, Уйчи-2 и на Шурчинском хлопкозаводе при переработке хлопка-сырца Нам-77 и Юлдуз. Исследуемый хлопок-сырец С-6524 и Уйчи-2 второго сорта ручного сбора, влажностью соответственно, 7.0; 9.0 и 8.5%, засоренностью 0.98; 1.0 и 2.0 % и хлопок-сырец Нам-77 и Юлдуз первого сорта влажностью 7.5 и 8.0%, засоренностью 0.6 и 0.8%. Хлопок-сырец перед дженированием очищался по технологическому регламенту.

После дженирования из указанных выше разновидностей хлопка-сырца отбирались образцы волокна, семян и отходов для анализа по стандартным методикам.

Результаты сравнительных испытаний пильных джинов представлены в табл.6.1. и 6.2. Из табл.6.1 видно, что содержание массовой доли суммы пороков и засоренности в волокне, полученных на I и II вариантах джинов,

Разновидность хлопко-сырца	Вид джина	Модальная длина, мм	Штательная масса-длина, мм	Кэффи-циент вариа-ции, %	Разрыв-ная нагрузка, сН	Линейная плотность (метрич. номер)	Относительная разрывная нагрузка, сН/текс	Содержание коротких волокон, %	I вариант	
С-6524	существующий	29.65	33.54	28.1	4.3	181 (5510)	23.7	18.9	существующий	29.69
	опытный	29.69	33.81	26.7	4.3	177(5670)	24.3	18.7	существующий	26.43
Уйчи-2	существующий	26.95	28.72	25.9	4.5	184(5450)	24.4	11.9	опытный	26.95
	опытный	26.95	28.72	25.9	4.5	184(5450)	24.4	11.9	опытный	26.43
II вариант										
Нам-77	существующий	29.75	33.57	27.7	4.2	165	25.4	19.2	опытный	29.82
	опытный	29.82	33.89	26.3	4.2	158	26.5	19.0	существующий	26.5
Юлдуз	существующий	26.5	29.73	26.4	4.3	172	25.0	14.3	опытный	27.1
	опытный	27.1	29.94	25.8	4.3	167	25.7	13.8	существующий	26.5

Таблица 6.2. Результаты производственных испытаний по длине волокна

Таблица 6.1. Результаты производственных испытаний по качеству волокна

Разновидность и сорт хлопко-сырца	Вид джина	Содержание массовой доли суммы пороков и сорных примесей в волокне, %	В том числе, %						Поврежденность семян, %
			выделенный крупный сор	битые семена	кожища с волокном	комбинированные жгутики	мелкий сор	улюк	
I вариант									
С-6524 2/2	существ. 4ДП-130	3.48	0.976	0.556	0.84	0.104	0.28	0.728	2.32
	опытный	3.25	0.966	0.386	0.80	0.012	0.42	0.638	1.76
Уйчи-2 2/2	существ. 4ДП-130	2.38	0.60	0.256	0.58	0.092	0.12	0.732	1.69
	опытный	2.31	0.508	0.226	0.56	-	0.12	0.896	1.30
II вариант									
Нам-77 1/1	существ. 4ДП-130	2.78	0.72	0.476	0.78	0.101	0.24	0.46	3.03
	опытный	2.46	0.71	0.288	0.73	0.02	0.45	0.307	2.44
Юлдуз 1/1	существ. 4ДП-130	2.55	0.59	0.186	0.49	0.094	0.1	0.98	2.94
	опытный	2.45	0.57	0.176	0.47	0.08	0.1	0.98	2.7

уменьшается в основном за счет битого семени, комбинированных жгутиков, кожицы с волокном, по сравнению с волокнами, полученными на существующих джинах. Кроме того, опытные джины позволили снизить содержание массовой доли суммы пороков и сорных примесей на 0.23% на хлопке-сырце С-6524, Уйчи-2 на 0.07% в I варианте и на 0.32% на хлопке-сырце Нам-77, на 0.1% на хлопке-сырце Юлдуз во II варианте. Поврежденность семян снижена на 0.56% в первом и 0.59% во втором вариантах.

В результате сравнительных испытаний (табл.6.2) в первом варианте были получены следующие значения качественных показателей для хлопка С-6524 на серийном и опытном джинах: штапельная длина 33.54 и 33.81 мм; разрывная нагрузка 4.3 и 4.3 сН; относительная разрывная нагрузка 23.7 и 24.3 сН/текс, линейная плотность 181 и 177 мтекс, содержание коротких волокон 18.9 и 18.7%. Для хлопка Уйчи-2: штапельная длина 28.51, 28.72 мм; разрывная нагрузка 4.4 и 4.5 сН, относительная разрывная нагрузка 23.3 и 24.4 сН/текс; линейная плотность 189 и 184 мтекс; содержание коротких волокон 12.4 и 11.9%.

При испытании пыльного джина во втором варианте были получены значения для хлопка Нам-77: штапельная длина 33.57 и 33.89 мм; разрывная нагрузка 4.2 и 4.2 сН; относительная разрывная нагрузка 25.4 и 26.5 сН/текс, линейная плотность 165 и 158 мтекс, содержание коротких волокон 19.2 и 19.0%. Для хлопка Юлдуз соответственно штапельная длина 29.73 и 29.94 мм; разрывная нагрузка 4.3 и 4.3 сН; относительная разрывная нагрузка 25.0 и 25.7 сН/текс; линейная плотность 172 и 167 мтекс; содержание коротких волокон 14.3 и 13.8%.

В целом, опытный джиг в процессе сравнительных испытаний показали с положительной стороны по сравнению с серийным, что подтверждает результаты исследований, полученных в разделах 2 и 4.

6.2. Испытание полученного волокна на поврежденность

Оценку механических повреждений хлопкового волокна проводили методом микроскопического анализа, предложенным академиком М.А.Хаджиновой. В основе метода лежит определение количества волокон с различными видами повреждений в отобранном образце волокон [189].

Изучались поврежденность волокон хлопка разновидности С-6524 и Уйчи-2 II сорта ручного сбора (I вариант), а также Нам-77 и Юлдуз I сорта ручного сбора (II вариант). Результаты микроскопического анализа приведены в табл.6.3. Из таблицы видно, что на всех разновидностях хлопка поврежденность волокон после переработки на опытных джинах на 2% ниже, чем на серийном: 8 против 10; 5 против 7 в I варианте и 8 против 10; 4 против 6 во II варианте.

Таблица 6.3. Результаты производственных испытаний на поврежденность волокна

Хлопок-сырец	Вид джина	Поврежденность волокон после джигирования, %			
		поврежденность, %	в том числе:		
			биологич.	механич.	комбинир.
I вариант					
С-6524	существ.	10	6	3	1
	опытный	8	6	1	1
Уйчи- 2	существ.	7	4	2	1
	опытный	5	4	1	-
II вариант					
Нам-77	существ.	10	5	4	1
	опытный	8	5	2	1
Юлдуз	существ.	6	3	2	1
	опытный	4	3	1	-

Таким образом, можно отметить, что переработка хлопка-сырца на опытном джиге позволяет снизить процент поврежденности волокон за счет снижения плотности сырцового валика в рабочей камере.

6.3. Сравнительные испытания волокон, полученных из джинов по оценке прядильно-технологических свойств

Наиболее объективной оценкой работы оборудования являются прядильно-технологические свойства волокна [190].

В прядильной лаборатории ОАО «Paxta TOZALASH IIChB» проведены сравнительные испытания на эти свойства волокна. Исследования проводились на волокне С-6524 и Уйчи-2 вторых промышленных сортов (I вариант), Нам-77 и Юлдуз первых сортов (II вариант). Качество прочеса волокна определялось малыми пробами на лабораторной прядильной установке ОАО «Paxta TOZALASH IIChB». Опытные образцы волокон перерабатывались в прядении на одном и том же оборудовании по единому плану для выработки пряжи линейной плотностью 18.5 текс. При исследовании проверялось качество прочеса, относительная разрывная нагрузка одиночной нити, удлинение пряжи при разрыве и засоренность пряжи по фракциям. Результаты испытаний приведены в табл.6.4.

Таблица 6.4. Прядильно-технологические свойства волокна

Свойства волокна	С-6524		Уйчи-2	
	сущест. джин	опыт. джин	сущест. джин	опыт. джин
I вариант				
Число пороков в 1 г прочеса, шт	287	269	281	279
В том числе: сора	112	82	87	76
кожицы с волокном	40	30	32	28
узелков	135	157	189	173
Толщина пряжи, текс	18.5	18.5	18.5	18.5
Удлинение, %	5.3	5.6	4.7	4.8
Относительная разрывная нагрузка одиночной нити, сН/текс	10.2	11.5	9.3	9.7
Коэффициент вариации по разрывной нагрузке одиночной нити, %	23.1	23.4	19.1	20.0
II вариант				
Свойства волокна	Нам- 77		Юлдуз	
	сущест. джин	опыт. джин	сущест. джин	опыт. джин
Число пороков в 1 г пряжи	132	100	137	122
В том числе: сора	11	10	11	9
кожицы с волокном	28	24	28	24
узелков	69	51	71	65
шишек	24	15	27	24
Толщина пряжи, текс	18.5	18.5	18.5	18.5
Удлинение, %	5.4	5.95	4.8	4.9
Относительная разрывная нагрузка одиночной нити, сН/текс	13.2	14.4	10.3	10.8
Коэффициент вариации по разрыв- ной нагрузке одиночной нити, %	27.1	27.5	18.1	19

Испытаниями выявлено, что волокно после применения приспособлений в рабочих камерах джина содержит меньшее количество пороков по сравнению с обычным. Общее количество пороков уменьшается в прочесе в селекциях: С-6524 на 18 единиц, Уйчи-2 на 2 единицы (I вариант), Нам-77 на 32 и Юлдуз на 15 единиц (II вариант). Пряжа толщиной 18.5 текс, выработанная после опытных джинов, прочнее. Относительная разрывная нагрузка повысилась на 1.3 сН/текс у разновидности С-6524; на 0.4 сН/текс у разновидности Уйчи-2 (I вариант); на 1.2 сН/текс у разновидности Нам-77; а у разновидности Юлдуз – на 0.5сН/текс (II вариант).

Количество пороков в 1 г пряжи также меньше на волокнах, выработанных на опытных джинах. Так, для селекции С-6524 269 единиц против 287 на обычном джине, селекции Уйчи-2 279 против 281 (I вариант) и для селекции Нам-77 100 единиц против 132 по сравнению с обычным джином, селекции Юлдуз-122 против 137 (II вариант).

Таким образом, анализ результатов проведенных испытаний показал, что при дженировании хлопка на джинах с приспособлениями в рабочих камерах наблюдается заметное улучшение прядильных свойств волокна.

6.4. Исследования поврежденности семян в процессе дженирования

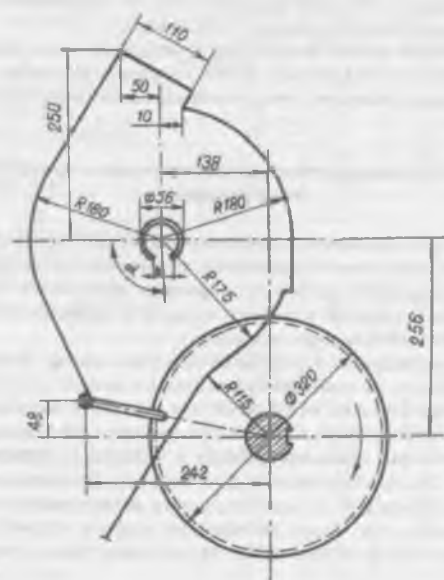
В технологическом процессе первичной обработки хлопка-сырца имеет место также механическое повреждение хлопковых семян. Наибольшее количество повреждений различного характера происходят на пильных джинах и линтерах: трещины в семенах, проколы и разрушение ядер семян, отрыв небольших частиц кожуры, и другие.

Семена повреждаются в результате действия многих факторов, но в основном от ударного воздействия зубьев пил, на которое влияют скорость вращения сырцового валика, волокнистость и плотность сырцового валика. Кроме того, это также зависит от числа одновременно отрывающихся от семян волокон, от положения семенной гребенки и времени нахождения семян в рабочей камере. Эти факторы связаны друг с другом. При слабой плотности, в момент удара зубьев пил по массе сырцового валика, семена могут быть более податливыми, тем самым демпфируют ударное воздействие зубьев пил. Поэтому при слабой плотности сырцового валика поврежденность семян меньше.

Повреждение семян в процессе дженирования влияет на содержание пороков в волокне, что отрицательно сказывается на прядильных свойствах и качестве пряжи.

По результатам проведенных испытаний можно отметить, что применение в рабочей камере воздушноагнетательного устройства снижает поврежденность семян на 0.2-0.4% (абс.).

На основании теоретических и экспериментальных исследований разработан джин с новой рабочей камерой и воздушноагнетательной установкой внутри (рис.6.1.) при рациональных параметрах основных факторов, влияющих на нормальное протекание процесса дженирования.



$$\alpha = 75 + 105 \text{ град};$$

$$\Delta = 10 + 6 \text{ мм};$$

$$V = 10.6 + 14.6 \text{ м/с};$$

$$P_0 = 7 + 14 \text{ Н}.$$

Рис. 6.1. Рациональная форма рабочей камеры с воздушнонагнетательной установкой внутри.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты проведенных теоретических и экспериментальных исследований по разработке новой рабочей камеры и приспособлений в ней для улучшения вывода семян и рационального проведения процесса дженирования позволяют сделать следующие выводы:

1. Изучение существующих конструкций пыльных джинов, а также анализ исследований, посвященных их совершенствованию, показали, что современное оборудование недостаточно эффективно в свете возрастающих требований к производительности джина и качеству выпускаемого волокна. Теоретически недостаточно изучены проблемы конструкции рабочей камеры и выделения из нее дженированных семян, а также дженирование хлопко-сырца при рациональных параметрах, уменьшающих плотность сырцового валика одновременным повышением производительности джина.

2. Предложена модель контактного взаимодействия пыльного цилиндра с сырцовым валиком. Установлено, что зона контакта состоит из двух частей: зоны сцепления (захвата) волокна пыльным цилиндром и зоны скольжения. В связи с этим в первой части происходит отделение волокна от семян, во второй - выход массы сырцового валика из зоны контакта с пыльным цилиндром.

Для решения этой задачи проведен анализ по определению наличия обеих зон, в связи с этим определены размеры контакта пыльного цилиндра с сырцовым валиком, при котором происходит одновременно вывод (удаление) семян и обеспечивается наибольшая скорость вращения сырцового валика. Составлены алгоритмы и проведены численные расчеты движения сырцового валика. Обоснованы рациональные параметры рабочей камеры пыльного джина. В результате теоретических и экспериментальных исследований предложен новый профиль рабочей камеры пыльного джина практически с единым радиусом кривизны в 180 мм по всему профилю рабочей камеры с отсутствием резких переходов и уступов.

3. Установлено, что нормальное давление сырцового валика на лобовую стенку рабочей камеры при производительности 12 кг/пило-час уменьшается на 48% по отношению к обычному джину, а тангенциальное - на 39%. Аналогичные изменения наблюдаются и на фартуке. Получена функция производительности джина, показывающая, что производительность зависит от профиля зуба пилы, скоростей пыльного цилиндра и сырцового валика.

4. Проведенные исследования с ускорителем вращения сырцового валика и дополнительным семявыводящим устройством также способствуют повышению производительности дженирования и улучшению качественных показателей волокна. Однако конструкции этих устройств и обслуживание джина сильно усложняются. При длительном испытании также снижается надежность джина из-за забивания отверстий семявыводящего устройства. Поэтому полученная в экспериментах эффективность этих устройств существенно снижается.

5. Проведены теоретические исследования движения летучки, захваченной зубьями пил пыльного цилиндра и получены уравнения движения летучки вдоль зуба пилы. Экспериментальные данные и анализ уравнений показывают, что при наличии воздушного потока увеличивается количество волокон, захватываемого зубьями пил за одно касание, что приводит к сокращению среднего времени пребывания семян в рабочей камере джина. Получены уравнения движения семян при наличии воздушного потока и определены условия контакта семян с поверхностью колосника. Из уравнений видно, что наличие потока воздуха приводит к более благоприятным движениям семян вдоль колосника, а также к более эффективному выделению оголенных семян из рабочей камеры джина.

6. Экспериментально изучено влияние производительности джина, диаметра цилиндрического патрубка, скорости воздуха и угла поворота щели на количественные и качественные показатели процесса пыльного дженирования. Многофакторный метод экспериментальных исследований позволил получить математические модели, адекватно описывающие процесс.

7. Созданный на основе теоретических и экспериментальных исследований джиг с воздушно-нагнетательной системой внутри рабочей камеры прошел испытания на Гульбахском хлопкозаводе, сняты его технологические характеристики, которые позволяют рекомендовать его для промышленного внедрения. А устройство для дополнительного вывода дженированных семян в рабочей камере джина прошло производственные испытания на Шурчинском хлопкозаводе. В процессе сравнительных испытаний в промышленности предлагаемых устройств в рабочей камере с управляемым воздушным потоком внутри нее показали более высокие технологические показатели волокна, по сравнению с существующими, а также вторым вариантом переработки хлопка-сырца на предлагаемом джиге позволяет максимально сохранить природные свойства хлопкового волокна, причем наблюдается тенденция к снижению поврежденности волокна и семян, а также к улучшению его прядильных свойств.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Каримов И.А. За безопасность и мир надо бороться. Ташкент: Узбекистан. 2002. Т.10.-416 с.
2. О мерах по демополизации и совершенствованию управления хлопкоочистительной промышленности Республики. // Указ Президента Республики Узбекистан // Народное слово. Ташкент. 11 июня 2001 г.
3. Джабаров Г.Д. и др. Первичная обработка хлопка. М.: Л.И. 1978.- 430 с.
4. Мирошниченко Г.И. Основы проектирования машин первичной обработки хлопка. М.: Машиностроение. 1972. - 335 с.
5. Левкович Б.А. и др. Первичная обработка хлопка. -М.: Легкая промышленность. 1950.- 280 с.
6. Хафизов И.К. Совершенствование техники и технологии переработки тонковолокнистого хлопка-сырца.: Автореф. дис... докт. техн. наук – Ташкент-Кострома: КТИ. 1982. - 42 с.
7. Роганов Б.И. Основные вопросы современной первичной обработки хлопка.: Автореф. дис... докт. техн.наук – Т.-М.: МТИ. 1960. - 24 с.
8. Роганов Б.И. Производительность валичного джина.: Автореф. дис...канд. техн. наук-Ташкент: ТТИ. 1942.
9. Роганов Б.И. и др. Деформация зуба пилы волокно- и пухоотделителей.: Сб. науч.тр.ТТИ.-Ташкент, 1959. Вып. VII. С.59-63.
10. Тиллаев М.Т. Исследование влияния ускорителя вращения сырцового валика на основные показатели процесса дженирования.: Автореф. дис...канд. техн.наук – Ташкент: ТИТЛП. 1974. - 20 с.
11. Меркин И.Б. и др. Линтерование хлопковых семян.-М.: Гизлегпром. 1963.- 437 с.
12. Кириллов Г.А., Крыгин А.И. Изучение теоретических вопросов процесса пыльного волокноотделителя./Отчет ЦНИИХпрома: Тема 3. Ташкент, 1959.-124 с.
13. Левкович Б.А. О заполнении зуба джиной пилы волокном: Сб.науч.тр. ТТИ.- Ташкент:«Фан» 1967. Вып. XX. С.67-73.
14. Котов Д.А., Болдинский Г.И. О выделении семян из сырцового валика пыльного джина: Сб. науч.тр. ТТИ.- Ташкент, 1964. Вып. XVIII. С.67-76.
15. Котов Д.А. и др. Влияние размеров рабочей камеры волокноотделителя на скорость вращения сырцового валика: Сб. науч.тр. ТТИ.- Ташкент, 1962. Вып. XIV. С. 62-71.

- Кириллов Г.А. и др. Изыскание рационального профиля рабочей камеры волокноотделителя./ Отчет ЦНИИХпрома: Тема 4. Ташкент, 1958.-63 с.
- Болдинский Г.И. Теоретические основы оптимального процесса дженирования и порокообразования при нем.: Автореф. дис.... докт.техн. наук- Т.- М.: МТИ. 1969.- 45 с.
- Кассирский А.А., Кириллов Г.А. Причины образования пороков кожицы и битого семени в процессе первичной обработки хлопка и меры по их снижению: Сб. науч.тр. ЦНИИХпрома.- Ташкент, 1956. Вып. IV. С. 84-103.
- Роганов Б.И. Новый профиль рабочей камеры пыльного волокноотделителя // Текстильная промышленность. 1956. №12. С. 8-10.
- Тиллаев М.Т. и др. Рабочая камера пыльного джина с новым устройством вывода семян. - УзР ОУТТЕСИ. Илмий мақолалар тўғрисида, IV-қисм. Туқимачилик ва енгил сановат техника ва технологияси. Тошкент, 1998. Б. 102-105.
- Тиллаев М.Т., Сафаров Н.К. Чигит ажратадиган қурилманинг жинлаш параметрларини ҳисоблаш// Пахтачилик ва дончилик. 1998. №2. Б.30-32.
- Тиллаев М. Время пребывания семян в рабочей камере пыльного джина./ Механическая технология волокнистых материалов: Сб.науч.тр.ТашПИ.-Ташкент, 1978. Вып. 31. С.5-9.
- Джабаров Г.Д., Кан В.С., Тиллаев М. О переработке низких сортов хлопка-сырца // Хлопковая промышленность. 1979. №4.С.11-12.
- Нусратов С.Н., Герасимова Н.Ф., Тиллаев М. Совершенствование процесса пыльного дженирования./ Отчет ЦНИИХпрома: Тема №19, раздел П. Ташкент, 1966.-28 с.
- Кадыров Б.Г., Ульдяков А.И., Максудов И.Т. Теория и практика сушки хлопка- сырца.- Ташкент: Укитувчи. 1982.-223 с.
- Максудов И.Т. и др. Создание высокопроизводительного дженировочного агрегата для поточной технологии переработки средневолокнистых сортов хлопка./ Отчет ЦНИИХпрома. Книга I и 2. Ташкент, 1984.- 282 с.
- Тиллаев М., Эргашев Ж.С. Оптимизация процесса дженирования с целью снижения пороков в волокне. / Отчет по хозяйственной теме №26/89. Госрегистрация №0189, ТИТЛП.: Ташкент, 1992.-38 с.
- Худковский А.Б. Изучение связи между показателем производительности дженирующей пилы, разновидностью и

- сортом дженируемого хлопка-сырца.: Автореф. дис... канд. техн. наук-Ташкент: ТТИ. 1942.
29. Касымов З.Х. К вопросу увеличения очистительного эффекта пыльного джина.: Автореф. дис... канд. техн. наук - Ташкент: ТТИ. 1970.
30. Кириллов Г.А. Производительность волокноотделителей и вопросы качества волокна.: Сб.науч.тр.ЦНИИХпрома. — Ташкент, 1959. Вып. V. С.63-93.
31. Сафаров Н.М. Разработка методики определения динамических и технологических показателей пыльного дженирования при различных плотностях хлопка- сырца.: Автореф. дис... канд. техн. наук-Ташкент: ТИТЛП. 1997.- 19 с.
32. Нусратов С.Н., Касымов З.Х., Тиллаев М. Создание высокоэффективного пыльного джина./Отчет ЦНИИХпрома: Тема №8, раздел «А». Ташкент, 1970.- 40 с.
33. Хафизов И.К., Тиллаев М. Создание пыльного джина со спиральной камерой и ускорителем./Отчет ЦНИИХпрома. Тема №2. 02-72. Ташкент, 1972.-34 с.
34. Хафизов И.К., Тиллаев М. Создание пыльного джина со спиральной камерой и ускорителем./Отчет ЦНИИХпрома. Тема №2. 02-73. Ташкент, 1973.-36 с.
35. Нусратов С.Н., Тиллаев М. Разработка новых принципов пыльного дженирования хлопка-сырца./Отчет ЦНИИХпрома. Тема №10, раздел «А», часть IV. Ташкент, 1968.-38 с.
36. Нусратов С.Н. и др. Создание высокоэффективного пыльного джина./ Отчет ЦНИИХпрома. Тема №11, раздел «А». Ташкент, 1969.-32 с.
37. Нусратов С.Н., Тиллаев М. Совершенствование процесса пыльного дженирования./Отчет ЦНИИХпрома. Тема №9, раздел «Б». Ташкент, 1965.-60 с.
38. Нусратов С.Н., Тиллаев М. Исследование новых принципов пыльного дженирования хлопка-сырца./Отчет ЦНИИХпрома. Тема №8, раздел «А».1967.-32 с.
39. Кан В.С. К вопросу выбора режима пыльного дженирования.: Автореф. дис... канд. техн. наук- Ташкент: ТТИ. 1968.
40. Каттаходжаев Р.М. Исследование влияния увеличенных диаметров пил на основные показатели процесса дженирования.: Автореф. дис... канд. техн. наук- Ташкент: ТТИ. 1969. — 16 с.
41. Мирошниченко Г.И. О некоторых физико-механических свойствах хлопка-сырца.: Автореф. дис... канд. техн. наук — Ташкент: ТТИ. 1956.

2. Э.З.Зикриевнинг тахрири остида «Уз.ПАХТАСАНОВАТ» уюшмаси, ОАО «ПАХТАСАНОВАТЛМ» ИИМ. Пахтани кайта ишлашнинг мувофиқлаштирилган технологияси. (ПДКИ 41-2002). Тошкент: Мехнат. 2002.- 117 б.
3. 43. Нусратов С.Н., Тиллаев М. Джин с механическим ускорителем вращения сырьцового валика. // Хлопковая промышленность. 1970. №3. С. 32-33.
4. Тютин П.Н. Анализ и совершенствование процессов пыльного дженирования применительно к поточной технологии обработки хлопка-сырца машинного сбора.: Автореф. дис... докт.техн. наук-Ташкент-Кострома: КТИ. 1984.
5. Болдинский Г.И. О влиянии глубины врезывания пил на производительность джина: Сб. науч.тр.ТТИ.- Ташкент, 1966. Вып. XXI. С.33-40.
6. Болдинский Г.И. Элементы теории зуба джиной пилы: Сб.науч. тр. ТТИ.- Ташкент, 1962. Вып. XIV. С.51-61.
7. Болдинский Г.И. О рациональном расположении рабочей камеры по отношению к пыльному цилиндру волокноотделителя: Сб.науч. тр. ТТИ.- Ташкент, 1962. Вып. XIV. С.43-50.
8. Нусратов С.Н., Тиллаев М. Изучение возможности дифференцированного дженирования хлопка-сырца/ Инф. бюлл. ЦНИИХпрома. -Ташкент, 1966.- 8 с.
9. Нусратов С.Н., Тиллаев М. Изучение джина с принудительным вращением сырьцового валика/ Инф. бюлл. ЦНИИХпрома.- Ташкент, 1967.- 8 с.
10. Нусратов С.Н., Тиллаев М. Изучение джина с принудительным вращением сырьцового валика/ Инф. бюлл.ЦНИИХпрома. – Ташкент, 1968.- 7 с.
11. Нусратов С.Н., Касымов З.Х., Рябинская Л.С. Тиллаев М. Исследование новых принципов пыльного дженирования хлопка-сырца/ Инф. бюлл. ЦНИИХпрома. -Ташкент, 1968.- 8 с.
12. Фазилдинов С. Исследование процесса дженирования с вращающимся упругим элементом сырьцового валика.: Автореф. дис... канд. техн. наук- Ташкент: ТИТЛП. 1980.
13. Левкович Б.А. Элементы теории дженирования.- Ташкент: Госиздат. 1938.- 163 с.
14. Гулидов Н.Г.. Пути увеличения производительности пыльных джинов: Автореф. дис... канд. техн. наук- Ташкент: ТТИ. 1942.
15. Гулидов Н.Г. и др. Изучение теоретических вопросов пыльного дженирования./ Отчет ЦНИИХпрома: Ташкент, 1960.- 87 с.

56. Гулидов Н.Г. Теоретические вопросы пыльного дженирования. // Хлопковая промышленность. 1965 №2.С.23-28.
57. Левкович Б.А. Рациональный профиль зуба волокноотделительной пилы: Сб.науч.тр.ТТИ.-Ташкент, 1961. Вып. С.63-69.
58. Левкович Б.А., Тютин П.Н. Некоторые вопросы джиных и линтерных пил: Сб.науч.тр.ТТИ.-Ташкент,1964.Вып. XVIII. С. 77-82.
59. Болдинский Г.И. Об ударном импульсе зуба джиной пилы, действующем на летучку хлопка-сырца: Сб. науч.тр.ТТИ.-Ташкент, 1966. Вып. XX. С.24-28.
60. Махкамов Р.Г. Основы процесса взаимодействия поверхности твердых тел с волокнистой массой. - Ташкент: Фан. 1979.- 94 с.
61. Болдинский Г.И. Влияние геометрических и физических факторов на процесс дженирования: Сб. науч.тр.ТТИ.- Ташкент, 1964. Вып. XVI. С.23-32.
62. Чудаков В.С. Дженирование.: Автореф. дис...канд.техн.наук.-М.:МТИ. 1947.
63. Каттаходжаев Р.М. и др. Самовыравнивание плотности сырьцового валика. // Хлопковая промышленность. 1981. №2. С.4-5.
64. Саидходжаев Т. Исследование сырьцового валика пыльного джина в комплексе с работой джиной пилы.: Автореф. дис.... канд. техн. наук- Ташкент:ТТИ. 1967.
65. Болдинский Г.И., Зельтин А.И. Об оптимальном радиусе теоретической рабочей камеры пыльного джина// Изв.ВУЗов. Технология текстильной промышленности. Иваново. 1981. №2. С.25-27.
66. Саидов Х. Дженирование хлопка в рабочей камере с переменным радиусом./ Хлопковая промышленность. 1988. №1. С. 21.
67. Эргашев Ж.С. Совершенствование технологии пыльного дженирования с целью повышения количественных и качественных показателей.: Автореф. дис...канд.техн.наук–Ташкент: ТИТЛП.1991.– 21 с.
68. Сафаров Н.К. Влияние плотности сырьцового валика на технологические показатели пыльного дженирования. Автореф. дис... канд. техн. наук- Ташкент: ТИТЛП. 1998.
69. Тютин П.Н., Ибрагимов А.С. Интенсификация процесса пыльного дженирования путем осуществления дополнительного сепарирования из рабочей камеры джина.- УзР ОУМТВ, ТТЕСИ. Илмий мақолалар туплами, IV-қисм. Тукимачилик ва энгил сановат техника ва технологияси. Тошкент: ТТЕСИ. 1998. Б. 106-112.
70. Эргашев Ж.С., Тиллаев М. Улучшение работы пыльного джина. // Хлопковая промышленность. 1990. №1. С.15.

1. Нусратов С.Н. Дифференцированное дженирование хлопка-сырца: Сб. науч.тр.ЦНИИХпрома.-Ташкент,1969.Вып.ХІІІ. С.33-42.
2. Каттаходжаев Р.М., Тиллаев М.Т. Исследования джина с принудительным вращением сырцового валика: Сб.науч.тр. ЦНИИХпрома.-Ташкент, 1973. Вып. ХV. С. 66-70.
3. Тиллаев М. и др. Анализ структурного содержания волокнистых отходов выпускаемых хлопкозаводами Азербайджана. // Научно-техническое творчество молодежи-народному хозяйству: Тез. докл. Респ. науч. конф. 18-22 апреля 1990.- Ташкент, 1990. С.44.
4. Тиллаев М. и др. Влияние воздушного потока на выход семян из сырцового валика пыльного джина. // Научно-техническое творчество молодежи-народному хозяйству: Тез. докл. Респ. науч. конф. 18-22 апреля 1990.-Ташкент, 1990. С.35.
5. Болдинский Г.И., Иваненко В.С. О влиянии скорости вращения сырцового валика на его производительность: Межвуз. сб.науч.тр. ТТИ.- Фрунзе, 1967. Вып. XXІІІ. С.23-26.
6. Шемшурин Н.А. Исследование остаточной волокнистости семян: Автореф. дис.... канд. техн. наук-Ташкент: ТТИ. 1959.
7. Смирнов И.И., Котлякова Е.А. Влияние производительности волокноотделителей на качество волокна. // Текстильная промышленность. 1956. №4. С.17-20.
8. Нусратов С.Н. Сравнительная работа однокамерного и двухкамерного джинов.: Автореф. дис...канд.техн. наук- Ташкент: ТТИ. 1940.
9. Ахмедходжаев Х.Т., Парпиев А.П., Тиллаев М.Т., Эргашев Ж.С. А.С. №1454883. Рабочая камера пыльного джина.// Б.И. М., 1989. №4. С. 124.
10. Тиллаев М.Т., Парпиев А.П., Эргашев Ж.С. А.С. №1548278. Пыльный джин.// Б.И. М., 1990. №9. С. 122.
11. Тиллаев М. и др. Изучение влияния процесса дженирования на физико-механические свойства хлопкового волокна.// Ешларнинг фандаги ютуклари- ишлаб чиқаришга: Тез. докл. Респ. науч. конф. 22-24 апреля 1991. – Ташкент, 1991. С.36.
12. Тиллаев М., Муродов Р.М., Якубов Б.Н. А.С. №918342. Устройство для отделения волокна от семян хлопчатника. // Б.И. М., 1982. №13.
13. Нусратов С.Н., Касымов З.Х., Тиллаев М. Создание высокоэффективного пыльного джина. // Инф. бюлл. ЦНИИХпрома. Ташкент, 1969. -7 с.
84. Тиллаев М., Каттаходжаев Р.М., Кан В.С. Исследование работы ускорителя вращения сырцового валика в пыльном джине. //Хлопковая промышленность. 1974. №1.С.20-21.
85. Балтабаев С.Д. Предварительная очистка хлопка-сырца машинного сбора от сорных примесей.: Автореф. дис... канд. техн. наук.- Ташкент: ТТИ. 1949.
86. Тиллаев М. и др. Исследование процесса очистки волокна на хлопкозаводе. // Ешларнинг фандаги ютуклари-ишлаб чиқаришга: Тез. докл. Респ.науч. конф. 25-28 май 1993 – Ташкент. 1993. С.29.
87. Тиллаев М.Т., Сафаров Н.К., Нуруллаева Х.Т. Вспомогательное семьевыводящее устройство пыльного джина. // Патент № 4372 РУз. Ташкент, 1997. Бюлл. №2. С. 52-53.
88. Нижник П.Т. Исследование работы щеточного барабана на пыльном джине и линтере.: Автореф. дис... канд. техн. наук- Ташкент: ТТИ. 1944.
89. Жураев А.Ж., Тиллаев М., Нуруллаева Х. Свободные колебания летучки хлопка при переменном вращении пыльного барабана.// Буюк ипак йгли: Илмий-амалий халқаро конф. материаллари.-Тошкент, 1996. 6.230-231.
90. Тиллаев М.ва бошқалар. Урта толали чигитни кайта ишлаш технологик жараяни.//Академик М.Т. Урозбоев хотирасига бағишланган Респ. илмий-амалий конф. материаллари. ТТЭСИ. Тошкент, 1999. 6 7.
91. Саидходжаев Т. Некоторые вопросы движения и состава сырцового валика пыльного джина.: Сб.науч.тр.ТТИ.-Ташкент.: Фан. 1967. Вып. XX. С. 95-101.
92. Тиллаев М. и др. Влияние плотности сырцового валика пыльного джина на механическую поврежденность волокна. // Хлопковая промышленность. 1976.№1.С.12-13.
93. Каттаходжаев Р.М., Кан В.С., Тиллаев М. Исследование давления сырцового валика на стенки рабочей камеры пыльного джина.// Хлопковая промышленность. 1976. №2. С.18-19.
94. Джабаров Г.Д. Выделение улока при дженировании.: Автореф. дис...канд. техн. наук- Ташкент: ТТИ. 1940.
95. Кадыров Ш.К. Порокообразование при валичном дженировании.: Автореф. дис... канд. техн. наук- Ташкент: ТТИ. 1940.
96. Котов Д.А. Волокноочиститель к пыльному волокноотделителю.: Автореф. дис....канд. техн. наук - Ташкент: ТТИ. 1952.
97. Махсудов О. Влияние оптимального соотношения между скоростями пыльного цилиндра и сырцового валика на качественные

- показатели дженирования.: Автореф. дис... канд. техн. наук.-Ташкент: ТИТЛП. 1976.
1. Бекмирзаев Б.И. Разработка способа регулирования питания пыльного джина по воздухопроницаемости сырцового валика в целях улучшения качества волокна и семян.: Автореф. дис... канд. техн. наук.-Ташкент: ТИТЛП. 1989.
 2. Тютин П.Н. Некоторые вопросы качества заточки джинных пил.: Автореф. дис... канд.техн.наук.-Ташкент: ТТИ. 1967.
 3. Турсунов Х.К. Теоретические основы очистки хлопкового волокна и совершенствование рабочих органов волоконочистительных машин.: Автореф. дис... докт.техн.наук.-Ташкент: ТИТЛП. 1997.
 4. Котов Д.А., Тиллаев М., Бабаджанов М.А. Разработка эффективных способов очистки хлопкового волокна и линта./ Отчет по Госбюджетной работе ТИТЛП: Ташкент, 1991.-22 с.
 5. Тиллаев М. Аррали жинлаш жараенидаги ишчи камераси параметрларининг хисоби. // Олий укув юртлари ахбороти. Техника фанлари.Тошкент,2000.№1-2.Б.160-164.
 6. Мавлонов Т.М., Тиллаев М.Т. Тола ажратиш жараенидаги чигитнинг ишчи камерасидан чиқиши. // Механика муаммолари. Тошкент, 2000. №1. Б. 87-91.
 7. Ассоциация Узхлопкопромсбыт, ОАО НПС «Paxtasanoatilm». Первичная переработка хлопка-сырца/ Учеб.пособие для подкурсов.-Ташкент: Мехнат. 1999.-400 с.
 8. Сафаров Н.К., Тиллаев М.Т. Рабочая камера пыльного джина с новым устройством вывода семян. // Ж. Изв. ВУЗов. Технические науки. 2000. №1-2. С. 142-146.
 9. Максудов И.Т., Архипов М.Ф., Камалов Н.З. Исследования, определение и обоснование направлений развития и совершенствование техники и технологии первичной обработки хлопка-сырца и кснафа. / Отчет ЦНИИХпрома: Ташкент, 1986. - 57 с.
 10. Бегимкулов Н., Тиллаев М., Сафаров Н.К. Качественные показатели хлопкового волокна с семявыводящим устройством./ Пахта тозалаш, тукимачилик ва энгил сановтларининг техника ва технологиясини такомиллаштириш.: Тез. докл. Респ. науч.конф. 25-26 май 1998 – Ташкент, 1998. С 7.
 11. Аллаев А., Тиллаев М., Сафаров Н.К. Влияние основных факторов на процентное содержание оголенных семян. // Пахта тозалаш, тукимачилик ва энгил сановтларининг техника ва технологиясини такомиллаштириш.: Тез. докл. Респ. науч.конф. 25-26 май 1998 – Ташкент, 1998. С 4.
 109. Каттаходжаев Р.М., Фазилдинов С., Тиллаев М. Влияние неравномерности падачи хлопка-сырца на плотность сырцового валика пыльного джина. // Хлопковая промышленность. 1979. №6. С. 20-22.
 110. Тиллаев М. Исследование массы и плотности сырцового валика пыльного джина с ускорителем./ Механическая технология волокнистых материалов: Сб.науч.тр.ТашПИ им. Беруни.-Ташкент, 1980. Вып. 33. С.35-40.
 111. Гервас К.И., Каттаходжаев Р.М. Измерение давления на лобовой брус камеры пыльного джина тензометрическими датчиками сопротивления. // Хлопковая промышленность. 1966. №1. С. 28-30.
 112. Тиллаев М. и др. Анализ влияния воздушного потока на движение летучки и захват зубом пыли пыльного цилиндра джина./ Ешларнинг фандаги ютуқлари-ишлаб чиқ аришга: Тез. докл. Респ. науч. конф. 22-24 апреля 1991.- Ташкент, 1991. С.38.
 113. Тиллаев М.Т., Парписев А.П., Мардонов Б.М., Муродов Р.М. А.С. №1201360. Пыльный джин. // Б.И. М., 1985. №48.
 114. Таджибаев А.Т. Моделирование процессов переработки хлопка-сырца методами теории струн.: Автореф. дис... докт. техн. наук.-Ташкент: ТИТЛП. 1992.
 115. Максудов И.Т. Повышение эффективности съема волокна и его очистки в пыльном джине.: Автореф. дис... канд.техн.наук – Ташкент: ТИТЛП. 1972.
 116. Хаджинова М.А. Механическое повреждение хлопковых волокон и их влияние на качество хлопчатобумажной пряжи.: Автореф. дис... докт. техн. наук. Т.-М.: МТИ. 1956.
 117. Хаджинова М.А. Влияние поврежденности хлопковых волокон на качество текстильного сырья.-Ташкент: Фан.1963.-142 с.
 118. Нусратов С.Н., Нуралиев А.Н., Каттаходжаев Р.М., Касымов З.Х., Тиллаев М. А.С. №322427. Ускоритель вращения сырцового валика пыльного волоконотделителя. // Б.И. М., 1972. №36.
 119. Котов Д.А. О влиянии междупыльного расстояния пыльного цилиндра на выделение семян при работе джина: Сб. науч.тр. ТТИ.-Ташкент: Фан, 1967. Вып. XX. С.61-67.
 120. Каттаходжаев Р.М., Сапон А.Д. Новое прогрессивное технологическое оборудование хлопкоочистительной промышленности.-М.: Л.И. 1978.-42 с.

1. Справочник по первичной обработке хлопка.- М.: Гизлегпром. 1959. - 688с.
2. Салон А.Д. Создание высокопроизводительного пыльного джина для переработки хлопка-сырца средневолокнистых сортов. Предпроектные исследования по теме №44-00/Отчет Ассоциации «Узмашсаноат» ОАО «СКБ по хлопкоочистке». Ташкент, 2000.- 86 с.
3. Журнал «The Cotton Gin and Oil Mill Press» 1985. №21.
4. Журнал «The Cotton Gin and Oil Mill Press» 1987. №2.
5. Ассоциация «Узгосхлопкопромсбыт», НПО «Хлопкопром». Справочник по первичной обработке хлопка.- Ташкент: Мехнат. 1994. Книга I.-573 с; и 1995. Книга II. - 395 с.
6. Бутович В.М. Хлопководство и первичная обработка хлопка в США (обзор). – Ташкент: УзНИИНТИ. 1975.- 64 с.
7. Техника и технология производства хлопка-сырца и его первичная обработка в США/ Попелло А.П., Усманов В.У. и др.- Ташкент: УзНИИНТИ. 1977. - 207 с.
8. Hunter S.C. The rolling contact of a rigid cylinder with a viscolastic half-space. Trans ASME, Ser. E.J.Appl. Mech, 1961, 28, p 611. Хантер. Контактная задача качения жесткого цилиндра по вязкоупругому полупространству. Прикладная механика. Тр. Америк.-ва инженеров-механиков.М.:Мир.1961.Т.28.№4.
9. Rufat G. Mahkamov and Jack D. Towery. Ginning machinery effects on fiber length. Reprinted from March 7, 1970 issue, The Cotton Gin and Oil Mill Press.
10. Samuel Jackson Incorporated. Сайд. www.samjackson.com.
11. www.review.uz экономические обозрение
12. «Lummus corporation» e-mail (Machinery) Lummus.sales@lummus.com (Space Parts) Lummus-parts@lummus.com
13. <http://www.Consolidatedcottongin.com/CottonGin.htm>.
14. Сидельников В.М. Теоретические и экспериментальные исследования непрерывного регулирования и управления технологическим процессом сушки, очистки и джинирования. /Отчет ЦНИИХпрома: Ташкент, 1967- 96 с.
15. Бердичевский В.Л. Вариационные принципы в механике сплошной среды.- М.: Наука. 1982. -600 с.
16. Колтунов М.А. и др. Упругость и прочность цилиндрических тел.-М.: Высшая школа. 1975. -507 с.
17. Джонсон К. Механика контактного взаимодействия. – М.: Мир. 1989.- 506 с.

138. Мардонов Б.М., Тиллаев М. Т. Определение контактных сил взаимодействия между сырьевым валиком и пыльным цилиндром джина. // Вестник ТашГТУ. 2001. №2. С.93-96.
139. Тиллаев М. Т. Условия движения сырьевых валиков в процессе пыльного джинирования хлопка-сырца. // Доклады АН РУз. 2002. №1. С 40-43.
140. Глущенко А.Д., Ризаев А.А. Моделирование динамических взаимодействий долек хлопка и шпинделей в хлопкоуборочных аппаратах. // Ташкент: Фан. 1995.-131 с.
141. Тиллаев М.Т. О взаимодействии семян хлопка с сырьевым валиком в процессе джинирования. // Матер. конф., посвященной памяти академика Х. Х. Усманходжаева. -Ташкент: Фан. 1999. С.98-101.
142. Седов Л.И. Механика сплошной среды. В 2-х т.-М.: Наука. 1983. Т.1.С.114-125.
143. Ходжиев М.Т., Тиллаев М.Т. Толани чигитдан ажратиш жараенининг оптимал варианты яратиш // Республика илмий амалий конф. маколалар туплами. 26 – 27 май 2000. Бухоро, 2000. б. 204.
144. Рогов П.А. Основные вопросы образования и структуры сырьевых валиков./ Ташкент: ГТИ. 1950. –21 с.
145. Рахматулин Х.А. Основы гидродинамики взаимодействующих движений сжимаемых сред./ПММ.1956.Т.20. Вып.2.-201 с.
146. Емцев Б.Т.Техническая гидродинамика.-М.:Машиностроение.1978-459 с.
147. Крагельский И.В. Трение волокнистых веществ. -М.: Гизлегпром. 1941.- 128 с.
148. Тиллаев М.Т., Сирождинов Ф.Н. Напряженно-деформированное состояние сырьевых валиков при взаимодействии с пыльным цилиндром джина. // Тукумачилик муаммолари. 2002. №1. С.19-21.
149. Тиллаев М. и др. Динамика движения слоев сырьевых валиков пыльного джина. // Респ.илмий-амалий конф.материаллари 24-25 май 2001.-Ташкент, 2001. 6.9.
150. Тиллаев М. и др. Исследование рабочей камеры пыльного джина./ Респ.илмий-амалий конф.материаллари. 24-25 май. 2001.- Тошкент, 2001 6.10.
151. Тиллаев М. Толани чигитдан ажратиш жараенининг динамикаси. // Тукумачилик муаммолари.Тошкент, 2003. №4.Б. 63-65.
152. Тиллаев М. ва бошқалар.Аррали жинлаш жараенида ишчи камерасидаги хом аше валигининг холати. // Тездокл. Респ.научно-практической конф. 22-23 май 2002.-Ташкент, 2002. С 9.

- Икишин В.С., Шалиро Г.С. Пространственные задачи теории упругости для многослойных сред.-М.: Изд-во ВЦ АН. 1970.
- Ходжиев М.Т., Тиллаев М.Т. Обоснование формы рабочей камеры пыльного джина // Халкаро «Tasís» илмий-амалий конф. маъруза тезиси. «Тукимачилик-2000», 24-26 май 2000.- Тошкент, 2000. б.3.
- Котов Д.А. и др. Влияние размеров рабочей камеры волоконот-делителя на скорость вращения сырцового валика: Сб. науч.тр.ТТИ.-Ташкент,1957. Вып. IV. С. 58-61.
- Ходжиев М.Т., Тиллаев М. Обоснование формы рабочей камеры пыльного джина: Сб. науч.тр.ТИТЛП. -Ташкент, 2000. С. 8-10.
- Ходжиев М.Т. Разработка теории и обоснование параметров механизированного технологического процесса минимодульного уплотнения и складирования хлопко-сырца.: Автореф. дис... докт. техн. наук. – Ташкент: ТИТЛП. 1998. – 32 с.
- Нуралиев Э.К. Повышения эффективности линтерования хлопковых семян путем совершенствования рабочей камеры.: Автореф. дис... канд.техн.наук.- Ташкент: ТИТЛП. 1990.
- Тихомиров В.Б. Планирование и анализ эксперимента.М.: Л.И. 1974.- 263 с.
- Виноградов Ю.С.Математическая статистика и ее применение в текстильной и швейной промышленности.-М.:Л.И.1970-309 с.
- Тиллаев М. ва бошқалар. Янги жинлаш технологиясини куллаш билан ишлаб чиқариш самарадорлигини ошириш. / Халкаро илмий-амалий анжуман маърузаларининг асослари (II-қисм), 17-18 май 2002.- Тошкент, 2002.б. 8.
- Болдинский Г.И., Левкович Б.А. Некоторые вопросы порокообразования при дженировании: Сб. науч. тр. ТТИ.-Ташкент, 1967. Вып. XX. С.73-86.
- Каттаходжаев Р.М. Исследование давления и коэффициента трения сырцового валика о стенки рабочей камеры пыльного джина./Отчет ЦНИИХпрома, тема 9а:Ташкент,1968.-36 с.
- Демкин Н.Б. Контактное шероховатых поверхностей.- М.: Машиностроение. 1970.- 227 с.
- Таджибаев А.Т., Тиллаев М. Съём волокна с зубьев пил в процессе дженирования. // Проблемы механики. 2000. №3.С.73-77.

- 166.Байдюк П.В., Переверзев А.С. Энергетическая характеристика хлопковых заводов. // Хлопковая промышленность. 1965. №2. С. 12-17.
- 167.Байдюк П.В. Энергетические характеристики определения расхода электроэнергии и электрических нагрузок для хлопковых заводов.// Хлопковая промышленность. 1966. №4. С. 7-12.
- 168.Тиллаев М. и др. Аррали жинлашда чигитнинг чиқиши ва унинг жараенга таъсири.// Тез.докл. Респ.научно-практической конф. 22-23 май 2002. – Ташкент, 2002. С.8.
- 169.Тиллаев М. и др. Дженирование хлопко-сырца при применении новой конструкции семенной гребенки. // Тукимачилик муаммолари. Тошкент, 2002. №3. С.5-7.
- 170.Тиллаев М., Усманов З.С. Влияние семенной гребенки на процесс дженирования хлопко-сырца. // Тукимачилик-2002. Инновация-илмий салохиятлари технологиялар самарадорлиги. Халкаро илмий-амалий конф. материаллари. Тошкент, 2002. б.5.
- 171.Тиллаев М., Сирождидинов Ф. Захват волокна зубом пыльного цилиндра джина. // Тукимачилик-2002. Инновация-илмий салохиятлари технологиялар самарадорлиги. Халкаро илмий-амалий конф. материаллари. Тошкент, 2002. б.6.
- 172.Тиллаев М. Улучшение захвата волокна зубом пилы пыльного цилиндра джина // Доклады АН РУз. 2003. №6. С. 20-24.
- 173.Тиллаев М.Т., Мардонов Б.М., Ходжиев М.Т. Исследование движения летучки, захваченной зубьями пил при дженировании. // Мат. конф., посвященной памяти академика Х.Х.Усманходжаева - Ташкент: Фан. 1999.С.114-117.
- 174.Тиллаев М.Т. Пахта толасини чигитдан ажратиш жараенида арра тишларининг ишлади. // Олий укув юртлари ахбороти. Техника фанлари.-Тошкент,2000.№4.Б.58-62.
- 175.Саидов Х.К. К некоторым вопросам теории и практики построения геометрии зуба джениной пилы.: Автореф. дис... канд.техн.наук.- Ташкент: ТТИ.1965.
- 176.Таджибаев А.Т., Тиллаев М.Т. Об определении результирующей силы на пряжку дженируемого волокна. // Тез. докл. Респ. научно-практ. конф., посвященной памяти академика Х.Х. Усманходжаева. 17-19 ноября 1999.-Ташкент, 1999. С.13.
- 177.Саади Ф.А. Аэродинамика воздушосъемника джина и пневмотранспорта волокна.-Ташкент: УзНИИНТИ. 1965. -153 с.
- 178.Таджибаев А.Т., Тиллаев М. Теория съема волокна с зубьев пыльного цилиндра джина. // Актуальные проблемы пищевой, легкой

промышленности и сферы обслуживания. Тез. докл. Межд. научно-технической конф. Азербайджанский технологический институт. Гянджа, 1999. С.58.

Алимова Х.А., Таджикибаев А.Т., Бурнашев Р.З., Тиллаев М.Т. Давление воздушной струи на пряжку дженируемого волокна. // Изв. ВУЗов. Технология текстильной промышленности. 1999. №6. С. 24-26.

Бурнашев Р.З., Таджикибаев А.Т., Тиллаев М.Т., Таджикибаева Ф.А. Условия съема волокна с зубьев пильного цилиндра. // Изв. ВУЗов. Технология текстильной промышленности. 2000. №1. С.23-26.

Тиллаев М. О процессе съема волокна с зубьев пил. // Проблемы механики. 1999. №4-5. С.35-38.

Налимов Н.Б., Чернов Н.А.. Статистические методы планирования экспериментальных исследований.- М.: Наука. 1973.- 320 с.

Методические указания. Методы выбора и оптимизации контролируемых параметров технологических процессов. - М.: Стандартиздат. 1974.- 64 с.

Тиллаев М. Тола ажратишнинг технологик жарасида йуналтирувчи хавонинг чиқиш бурчаги ва тезлигини аниқлаш. // Уз.Р Фанлар академиясининг «МАЪРУЗАЛАРИ» Техника фанлари. Тошкент, 2000. № 6. Б. 22-25.

Эргашев Ж.С., Тиллаев М., Эргашев Б.С. Иш камерасига берилаетган хаво тезлигини чигитнинг уртача туриш вақтига таъсирини урганиш.// Тез. докл. Респ.научно-практич. конф.- Наманган, 1994. с.28.

Эргашев Ж.С., Тиллаев М., Кахаров С.С. Аррали тола ажратиш жарасида текширилетган факторларни ишлаб чиқарилаётган тола сифатига таъсирини урганиш.// Тез.докл.Респ.научно-практич.конф.-Наманган, 1994. с.33.

Эргашев Ж.С., Тиллаев М., Эргашев Б.С. Тола ажратиш жарасининг тола ва пиликнинг йиғириш хусусиятларига таъсирини урганиш: Сб. докл. на Между. конф. Наманган, 1996. с. 79.

Нусратов С.Н., Нуралиев А.Н., Каттаходжаев Р.М., Касымов З.Х., Тиллаев М. А.С. № 284238. Рабочая камера пильного джина. // Б.И. М., 1971. №22.

Хаджинова М.А. Инструкция по определению поврежденности волокон хлопка микроскопическим способом.-Ташкент: ТТИ. 1977.- 34 с.

Кукин Г.Н., Соловьев А.А. Текстильное материаловедение. - М.: Л.И. 1964. Часть II.- 376 с.

191. Материалы статистической отчетности.- Ташкент, Ассоциация «Узпахтасаноатсотиш» за 1998, 1999 годы. №10.

192. O'z DSt 604:2001 «Волокно хлопковое».- Стандартлаштириш, метрология ва сертификатлаштириш Ўзбекистон давлат маркази. Тошкент, 2001.-356.

193. Прейскурант №40-02-1999. «Оптовые цены на волокно хлопковое». / ГФНТЛ. Ташкент, 1999.-8 с.

194. Методика определения экономической эффективности использования в народном хозяйстве новой техники, изобретений и рационализаторских предложений.- Ташкент. УзНИИНТИ. 1988 - 145 с.

195. www.cottonusa.org.

196. www.powerrollginstand.com

197. www.ars.usda.gov/is/pr/2003/03016.htm

198. www.tsha.utexas.edu/handbook/online/articles/view/cc/abcjz.html

199. www.swcgrl.ars.usda.gov/rolertxt.htm

200. e-mail: wrobertson@lbk.ars.usda.gov.

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр
ОГЛАВЛЕНИЕ	5
ГЛАВА 1. АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР. СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЙ	7
1.1. Анализ этапов развития техники и технологии джикирования хлопка-сырца	7
1.2. Исследования по совершенствованию технологии джикирования	9
1.3. Анализ исследований и особенностей технологии пыльного джикирования за рубежом	19
ГЛАВА 2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ СЫРЦОВОГО ВАЛИКА ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ С ПЫЛЬНЫМ ЦИЛИНДРОМ И ОБОСНОВАНИЕ РАЦИОНАЛЬНОГО ПАРАМЕТРА РАБОЧЕЙ КАМЕРЫ ДЖИНА	23
2.1. Определение структурных двухфазных упругих свойств материала сырцового валика пыльного джина	23
2.2. Напряженно- деформированное состояние сырцового валика при вращении вокруг оси	24
2.3. Определение контактных сил взаимодействия между сырцовым валиком и пыльным цилиндром джина	26
2.4. Анализ численных значений напряжений и динамики движения сырцового валика	32
2.5. Обоснование рационального параметра рабочей камеры пыльного джина	41
2.6. Изучение влияния скорости вращения сырцового валика на процесс джикирования	43
ГЛАВА 3. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ РАЦИОНАЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПРОЦЕССА ПЫЛЬНОГО ДЖИКИРОВАНИЯ	47

3.1. Исследование и разработка дополнительных устройств, улучшающих технологические показатели процесса джикирования	47
3.2. Разработка методики исследований рабочей камеры джина с механизмами для повышения эффективности джикирования	47
3.3. Влияние дополнительных факторов на скорость вращения сырцового валика	62
3.4. Исследование времени пребывания семян в рабочей камере	65
3.5. Производственные испытания промышленного образца джина с рабочей камерой ускорителем вращения сырцового валика	68
3.6. Качество волокна, полученного после испытания джина с ускорителем в промышленности	74
3.7. Влияние дополнительного вывода семян из рабочей камеры на плотность и волокнистость сырцового валика	81
3.8. Определение мощности и удельного расхода электроэнергии в процессе джикирования	88
ГЛАВА 4. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ЗАХВАТА ВОЛОКНА ЗУБОМ ПИЛЫ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ВОЗДУШНОГО ПОТОКА	93
4.1. Исследование движения летучки, захваченной зубьями пил	93
4.2. Влияние дополнительного воздушного потока на интенсивность выделения семян	104
4.3. Разработка модели взаимодействия компонентов сырцового валика с пыльно-колосниковой системой	108
ГЛАВА 5. ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗДУХО НАГНЕТАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ В РАБОЧЕЙ КАМЕРЕ И ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА ПОКАЗАТЕЛИ ПРОЦЕССА ДЖИКИРОВАНИЯ	116
5.1. Влияние воздушнонагнетательной установки на состав и волокнистость сырцового валика	116
5.2. Оптимизация факторов, влияющих на процесс пыльного джикирования	119

5.3. Влияние основных факторов на волокнистость сырцового валика пыльного джина.....	126
ЧАСТЬ 6. ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ИСПЫТАНИЯ КОНСТРУКЦИИ	
6.1. Определение массовой доли суммы пороков и сорных примесей в волокне.....	131
6.2. Испытание полученного волокна на поврежденность.....	134
6.3. Сравнительные испытания волокон, полученных из джинов по оценке прядильно-технологических свойств.....	135
6.4. Исследования поврежденности семян в процессе джинирования.....	137
СПЛОЧЕНИЕ.....	139
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	141

Мамжаббар Тиллаевич Тиллаев

Муксин Таджиевич Ходжиев

Особенности процесса пыльного джинирования хлопка-сырца

*Утверждено к печати Ученым Советом Бухарского технологического
института пищевой и легкой промышленности*

Редактор О.В.Коротченко

Изд. № 3-990. Сдано в набор 05.01.05. Подписано к печати 04.03.2005.
Формат 60х90^{1/16}. Гарнитура литературная. Печать офсетная.
Усл.печ.л. 9.75. Уч.-изд.л. 12.0. Тираж 100. Заказ № 112.

Издательство «Фан» АН РУз: 700047, Ташкент, ул. академика Я.Гулямова 70

Отпечатано в типографии «Техно - тасвир» при Бухарском технологическом
институте пищевой и легкой промышленности.



Тиллаев Мамжаббор Тиллаевич, кандидат технических наук, доцент, специалист по процессам дженирования хлопка-сырца и линтерованию хлопковых семян. Успешно работает в области технологии первичной обработки хлопка. Опубликовал и издал более 160 научных трудов, в том числе две монографии и четыре учебных пособия в виде словаря по специальности; получены 11 патентов на изобретения Республики Узбекистан и России.

Подготовил двух кандидатов наук и 7 магистров по специальности "Первичная обработка хлопка", руководит ещё двумя аспирантами и тремя магистрами.
Электронный почтовый адрес: tillayev_40@mail.ru



Ходжиев Муксин Таджиевич - доктор технических наук, профессор, специалист по хранению, дженированию хлопка-сырца и прессованию волокна. Успешно работает в области технологии первичной обработки хлопка. Опубликовал и издал более 150 научных трудов, в том числе две монографии и одно учебное пособие в виде словаря по специальности; получены 20 патентов на изобретения Республики Узбекистан и России.

Подготовил 6 кандидатов наук и 7 магистров по специальности "Первичная обработка хлопка", руководит ещё тремя аспирантами.
Электронный почтовый адрес: btip_rector@edu.uz