

**Анализ проблемы повышения износостойкости
контактирующих с нитью деталей тормоза уточной нити станка СТБ**

Кривошеина Е.В., Букалов Г.К.

(Костромской государственный технологический университет)

В настоящее время к надежности и долговечности текстильных машин и создаваемых на их основе комплексов предъявляются все более и более высокие требования. Возникновение в них неисправностей и различных отказов влечет за собой значительное ухудшение качества вырабатываемой продукции. Существующие способы повышения износостойкости нитепроводящих деталей используются недостаточно.

Ключевые слова: *тормоз уточной нити, нитепроводники, износостойкость.*

В настоящее время к надежности и долговечности текстильных машин и создаваемых на их основе комплексов предъявляются все более и более высокие требования. Возникновение в них неисправностей и различных отказов влечет за собой значительное ухудшение качества вырабатываемой продукции.

В текстильных машинах значительная часть отказов связана с износом трущихся поверхностей и поломками их элементов (в современных бесчелночных ткацких станках до 40% всех отказов приходится на износ деталей и примерно 8-10% на их поломки) [1].

Самыми массовыми деталями текстильных машин являются нитепроводящие детали. Под нитепроводящими деталями, имеются в виду детали машины, выполнение технологической функции которых связано с взаимодействием с нитью, к ним относятся и изнашиваемые детали тормоза уточной нити: лапка и пластина. Количество нитепроводящих деталей на текстильной машине колеблется от 100 до 1500 штук и более, между тем срок службы многих из них мал. У текстильных машин

существует огромное разнообразие форм и типоразмеров нитепроводящих деталей.

В текстильных машинах широко представлены рабочие органы, выполняющие функцию изменения натяжения уточной нити в различные моменты угла поворота главного вала станка, а также для создания оптимального натяжения при прокладывании [8] ее через зев, например, тормоз уточной нити станка СТБ, шайбовый натяжные грузовые приборы и др. Срок службы многих деталей этих устройств невысок, нередко он меньше периода между ремонтами, когда осуществляется полная их замена. Например, срок службы пластины тормоза уточной нити станка СТБ, из стали У8А, при переработке льняной пряжи 60 текс не превышает нескольких недель. Пластина тормоза уточной нити имеет толщину 0,04 - 0,1мм. Износ пластины тормоза происходит в виде двух канавок. Когда пластина изнашивается уточной нитью насквозь, пластина заменяется по причине резкого повышения обрывности.

Срок службы лапки тормоза уточной нити из ситалла БЛ при переработке льняной нити составляет около трех лет. Указанное обстоятельство является причиной постоянного перерасхода деталей уточного тормоза, в частности тормозных пластин, приводит к снижению коэффициента полезного времени и производительности оборудования вследствие повышения обрывности уточной нити [1]. В таблице 1 представлен путь трения нити до появления первичных следов износа на нитепроводящих деталях.

Таблица 1.

Путь трения до получения первичных следов износа
на нитепроводящей детали [8].

Пряжа или нить	Путь трения, м, для стали 20		
	отожженной	цементированной	хромированной
<i>Пряжа:</i>			

льняная	5	15	500
хлопчатобумажная	50	2000	10000
<i>Нить:</i>			
лавсановая	100	4000	15000
капроновая	50	15000	2000
вискозная	50	500	3000
стеклянная	50	1000	4000

Низкий срок службы нитеконтактирующих деталей вызывает многочисленные критические замечания со стороны специалистов по переработке текстильного волокна.

Интенсивность изнашивания нитепроводящих рабочих органов в большой степени зависит от свойств абразивных частиц, их твердости, прочности, формы, концентрации. Еще ранними работами, выполненными под руководством Худых М.И. установлено [1], что износ рабочих органов различными текстильными волокнами носит абразивный характер и зависит главным образом от твердости изнашиваемого материала. Причины разрушения поверхности рабочих органов текстильных машин представлены в таблице 2.

Таблица 2.

Причины разрушения поверхности рабочих органов текстильных машин и исследователи, изучавшие данные процессы [8]

Причины разрушения поверхности рабочих органов	Исследователи, изучавшие данные процессы разрушения поверхности рабочих органов
Абразивный износ	Макарова Т.П., Худых М.И., Петерс Г.Р., Балыш В.П., Соколов В.П., Хаит М.Б., Родионов И.Ф], Полковников С.С., Махкамов Р.Г., Забродин
Адгезионное разрушение	
Коррозия	

Пластическое деформирование	Б.И., Фуджино Т, Накаджима Н, Инойе Т., Сумусу Ю., Селвуд А , Джурабеков Р.М.,
Усталостное разрушение	Матвеев И.А., Чистяков С.В, Букалов Г.К.
Электроэрозия	Баско П.Т.
Наводораживание поверхности	Симаков Ю.С., Коган Б.М, Ляхов Б.Ф., Тененбаум М.М., Хрусталев Ю.А., Кауфман С.М.

При этом необходимо отметить, что закономерности изнашивания нитепроводящих деталей, в том числе пластин и лапки уточного тормоза движущейся нитью изучены недостаточно и почти не освещены в литературе.

Исследованиями, проведенными в лабораториях Костромского технологического института, было установлено, что основной причиной износа нитепроводников льняной и хлопчатобумажной пряжей является абразивная способность твердых острых частиц двуокиси кремния SiO_2 , содержащихся во льне и хлопке, или матирующего вещества - двуокиси титана (TiO_2), содержащихся в лавсане. Особенностью технологического процесса переработки текстильных волокон является снижение концентрации абразивных частиц в сырье по мере его обработки.

При рассмотрении взаимодействия рабочих органов нитепроводников с сырьем часто используется теория механики нити. На всех переходах текстильной переработки нитей широко применяются рабочие органы из фарфора, ситаллов, термообработанной стали с различными упрочняющими покрытиями, сырых сталей, полимеров. Текстильная нить при скольжении по нитепроводящим деталям, в частности пластине уточного тормоза станка СТБ-2-175 изнашивает их, несмотря на присутствие на поверхности волокон смазочных веществ (у натуральных волокон восковых и жировых веществ, у синтетических — замастивателей).

Основной метод повышения износостойкости путем применения более твердых материалов или покрытий в настоящее время близок к исчерпанию, т.к. рабочие органы изготавливаются из высокотвердых материалов, например, окиси титана, или с алмазным покрытием. Кроме того, использование данного метода повышения износостойкости ограничивает его высокая стоимость. Следовательно, разработка новых методов повышения износостойкости является актуальной [8].

Традиционно для повышения износостойкости нитепроводящих рабочих органов используются различные способы, заключающиеся в подборе способа упрочнения, такие, как нанесение плазменных покрытий, анодирование в парогазовой фазе, азотирование, термомагнитная обработка и пр. Другие способы повышения износостойкости рабочих органов, например, совершенствование формы и конструкции, мало используются, хотя здесь скрыты немалые резервы [8].

Кроме того, можно отметить, что для повышения износостойкости рабочих органов текстильных машин используется ограниченное число методов, а именно:

- использование более износостойких материалов, покрытий;
- совершенствование конструкции отдельных рабочих органов, причем разные способы повышения износостойкости характерны для разных групп рабочих органов.

Попытки решить в производственных условиях отдельные задачи повышения износостойкости рабочих органов путем подбора различных материалов и покрытий давали паллиативные решения. Успех сопутствовал применению в качестве материала для нитепроводников ситалла БЛ, износостойкость которого лишь вдвое ниже, применяемых за рубежом материалов на основе окиси алюминия. За рубежом работы по повышению износостойкости нитепроводников в основном велись в направлении использования более твердых материалов и покрытий в то же

время некоторые исследователи отмечают, что нитепроводники из материала с более высокой твердостью ведут к большему повреждению пряжи. Поиск более износостойких материалов осуществляется лишь на основе подбора их отдельных характеристик без учета структурных особенностей и специфических свойств этих материалов.

При взаимодействии детали и нитевидного продукта происходит взаимное изнашивание и разрушение, соответственно любые параметры изменяющие характер взаимодействия оказывают влияние на процесс изнашивания нитепроводников и нитевидного текстильного продукта.

Износ деталей взаимодействующих с нитью проявляется в виде канавок, разрушения детали, истирания поверхности, изменения формы.

Наблюдения показали, что в зависимости от вида перемещения контакта нити с нитепроводником износ проявляется в виде:

- образования одной или нескольких канавок износа;
- истирания всей нитеконтактирующей поверхности.

Эти два вида износа часто сочетаются друг с другом. Так на пластине уточного тормоза ткацкого станка СТБ, выполненной из стали марки У8А сначала возникает износ в виде истирания верхнего слоя металла, а затем появляются канавки износа. Ширина канавки износа зависит от линейной плотности перерабатываемой нити. Интенсивность изнашивания прямо зависит от диаметра нити.

Классификация работ по исследованию абразивного изнашивания нитепроводящих рабочих органов приводится в таблице 3.

Таблица 3

Классификация работ по исследованию абразивного изнашивания
нитепроводящих рабочих органов [8]

Метод повышения	Материал текстильного продукта
--------------------	--------------------------------

износостойкости	Лен	Хлопок	Полиэфир- ное и полиамид- ное волокно	Капрон, нейлон	Нить из стекла
Подбор более износостойко- го материала или покрытия	Исследователи				
	Макарова Т.П., Худых М.И., Балыш В.П., Ровнов И.Ф., Забродин Б.И., Матвеев И.А.	Балыш В.П., Махмамов Р.Г., Джурабеков Р.М., Худых М.И., Фуджино Т., Накаджима Н., Инойе Т., Сумусу Ю.,	Худых М.И., Петерс Г.Р.	Баско П.Т., Селвуд А.	Худых М.И., Соколов В.П.
Совершенство- вание конструк- ции	Хаит М.Б., Полковников С.С., Чистя- ков С.В., Букалов Г.К.	Махмамов Р.Г.		Баско П.Т.	

Становится очевидной необходимость разработки методов расчета изнашивания различных нитепроводящих деталей, которые могли бы быть использованы для разработки новых методов повышения их износостойкости.

С другой стороны, известно, что льняная пряжа имеет значительную неровноту по диаметру, которая может оказывать негативное влияние на процесс переработки и даже ускорять изнашивание контактирующих с ней деталей. Предлагаемое ранее описание формы неровноты льняной пряжи гармонической функцией не является, по-видимому, адекватным. Следовательно, разработка новых методов повышения износостойкости нитепроводящих рабочих органов должна сопровождаться разработкой новых моделей, позволяющих более точно описывать и учесть неровноту текстильной нити [8].

Как показали проведенные исследования, определяющее влияние на износ деталей, вне зависимости от функции, выполняемой рабочим органом, оказывает вид периодичности контакта, однако в литературе классификация рабочих органов по виду периодичности их фрикционного контакта с сырьем отсутствует. Еще одним важнейшим параметром, определяющим интенсивность изнашивания рабочих органов, является также давление в контакте, которое создает нитевидный продукт, взаимодействуя с рабочим органом. Поскольку вид периодичности контакта и способ создания давления в контакторе оказывают решающее влияние на изнашивание рабочих органов, то они принимаются в качестве классификационных признаков.

В текстильных машинах удалось выделить два вида периодичности контакта нитевидного продукта с рабочими органами:

- 1) «постоянный», т.е. неподвижный (фиксированный) относительно поверхности детали;
- 2) «периодический», т.е. непостоянный, перемещающийся относительно поверхности органа.

«Периодический» контакт «нитевидный продукт – рабочий орган», в свою очередь, можно подразделить на три разновидности: а) перемещающийся относительно поверхности рабочего органа в одном направлении, т.е. не реверсивно (ПНК), например контакт нить – глазок экрана в станках СТБ и др., б) перемещающийся реверсивно относительно поверхности детали (ПРК); например, контакт нить-глазок тормоза уточной нити станка СТБ и др., в) случайный, т.е. такой, при котором место контакта нитевидного продукта с поверхностью перемещается случайным образом (ПСК) [8].

При взаимодействии нитевидного продукта с рабочим органом возникает давление в контакте. В большинстве текстильных машин встречаются следующие способы создания давления в контакте:

- 1) давление в контакте создается путем зажима нитевидного продукта между двумя поверхностями, например, между плоской поверхностью прижимной лапки и пластиной уточного тормоза;
- 2) давление в контакте создается путем огибания и скольжения нитевидного продукта по криволинейной поверхности;
- 3) давление в контакте создается за счет динамических сил.

Необходимо отметить, что возможные варианты не исчерпываются четырьмя указанными способами создания давления в контакте, например, давление в контакте может создаваться также: 1) силой тяжести, 2) электростатическими силами и др. Однако для большинства существующих текстильных машин вышеприведенные три способа создания давления в контакте «рабочий орган – текстильный продукт» являются наиболее часто встречающимися. Давление в контакте оказывает значительное воздействие на истирание, как детали, так и нитевидного продукта [8].

В предлагаемой классификации каждый способ создания давления в контакте определяет тип рабочего органа, вышеуказанные способы представлены в таблице 4.

Таблица 4

Классификация рабочих органов по способу
создания давления в контакте и периодичности контакта[8]

Способ создания нагрузки	Периодичность контакта			
	Постоянный	Нереверсивный ПНК	Реверсивный ПРК	случайный ПСК

Путем зажима между двумя поверхностями	Пластина тормоза уточной нити станка СТБ	Диски шайбового грузового натяжного прибора		
Путем огибания криволинейной поверхности	Направляющая гребенчатого нитенатяжителя	Пряжевыводная воронка машины БД	Глазок компенсатора уточной нити станка СТБ	Игольчатый барабанчик машины ППМ240-Ш
За счет динамических сил				Колки машины первичной обработки

Равномерное скольжение нити, огибающей под углом цилиндрическую поверхность нитепроводника, рассматривается в статье А.А. Донских «Влияние микрогеометрии поверхностей нитепроводника на трение нити». В статье принимается нить нерастяжимой и движение ее равномерным. Автор делает вывод, что микрогеометрия поверхностей нитепроводников влияет на выходное значение натяжения уточной нити [10].

Следующим параметром, которым характеризуется сопряжение «нитепроводящая деталь – нитевидный продукт», являются условия работы сопряжения, к которым относятся следующие факторы: а) скорость линейного перемещения нитевидного продукта (некоторые детали работают в условиях изменяющейся скорости линейного перемещения, например, нитепроводники, контактирующие с уточной нитью станка СТБ;

б) скорость поперечного перемещения контакта по поверхности рабочего органа; в) длительность контакта «нитевидный продукт-рабочий орган», если контакт периодический (периодический контакт с нитью имеет пластина уточного тормоза станка СТБ); г) кривизна поверхности рабочего органа в зоне контакта с нитью (т.к. нить имеет малые поперечные размеры по сравнению с длиной, то допускается в некоторых случаях пренебрегать шириной контакта нити и нитепроводником и считать его линейным. Кривизна поверхности рабочего органа по линии контакта рассчитывается по формулам аналитической геометрии и механики нити; д) материал и линейная плотность нити; е) материал рабочего органа [8].

Ранее было показано, что величина износа нитеконтактирующей детали зависит от величины нормального давления в контакте, которое зависит от натяжения нити, вида контакта, геометрической формы поверхности. Изучением натяжения нити на ткацких станках СТБ занимались следующие ученые: А.Е. Брут-Бруляко, А.Н. Ступников, С.И. Чичерова, О.М. Ольшанская, М.В. Назарова, Н.А. Кулида, А.А. Донских, Н.В. Лустгартен, Т.Б. Москвина, Л.Н. Олейникова, А.А. Туваева и многие другие.

В статье В.С. Адреевой и Е.Д. Ефремова «О тормозе уточной нити ткацкого станка СТБ» [3], авторами рассматривается новая методика определения натяжения уточной нити после нитенатяжителя ткацкого станка типа СТБ, но в данной работе не учитываются толщина нити, влияние на натяжении ленты сил трения о нить, инерционность механизма. Также не учитывается форма лапки уточного тормоза, форма упругой линии балки, под которой понимается пластина тормоза. В данной работе, принятая для расчетов форма лапки, имеет форму цилиндра, тогда как на станке СТБ установлены лапки другой формы [3]. В данной статье рассматривается только одна точка соприкосновения нити с лапкой

уточного тормоза, тогда как на станке соприкосновение происходит в двух точках [9].

При рассмотрении взаимодействия уточной нити с реальной лапкой уточного тормоза представляет интерес, уточнить с какими частями поверхности лапки контактирует нить, т.к. именно эти поверхности подвергаются большему изнашиванию. Анализируя взаимодействие уточной нити с лапкой тормоза, в положении максимального прогиба тормозной пластины, авторы приходят к выводу, что именно в этом положении происходит наиболее интенсивный износ тормозной лапки и пластины уточного тормоза [9].

В статье С.Г. Степанова и А.А. Кочетова «Уточный тормоз станка СТБ» [4] изучается показатель жесткости пластины тормоза уточной нити на изгиб, взаимодействие элемента нити с рабочей поверхностью пластины тормоза. Авторы решают задачу движения нити через уточный тормоз с учетом такого показателя, как жесткость на изгиб пластины тормоза.

Так же в статье приводятся расчетные формулы по определению натяжения нити на выходе из уточного тормоза, рассматривается взаимодействие нити с криволинейными поверхностями уточного тормоза станка СТБ. Однако, в данной статье не рассматривается вопрос изнашивания пластины уточного тормоза.

В статье А.П. Блинова, В.А. Гордеева, И.П. Блинова «Торможение уточной нити на ткацких станках СТБ» рассматривается вопрос обрывности уточной нити, в зависимости от величины натяжения, наличия толстых и тонких участков в уточной пряже. Из анализа полученных результатов, который свидетельствует о том, что наибольшее количество обрывов уточной нити наблюдается в зоне действия уточного тормоза. В момент прохождения под лапкой узла или утолщения наблюдается заклинивание, вследствие чего создается пиковое

напряжение. В этой статье нет анализа воздействия на уточную нить лапки тормоза, в зависимости от ее формы [7].

В статье А.Н. Столярова, И.И. Мигушова «К вопросу о длине петли и наладке тормоза уточной нити на ткацком станке СТБ» [5] рассматривается вопрос поворота главного вала станка вручную при остановках станка. Так как при повороте главного вала станка вручную, а он несколько более медленен, то уточный тормоз срабатывает с запозданием. Образуется избыточная петля уточной нити, длина которой полностью не выбирается компенсатором. Уточная нить оказывается вовсе не натянутой, и уточный контролер производит ложный останов станка. В описанном случае при образовании избыточной петли уточной линии на нее действуют силы инерции собственной массы, силы трения в направляющих глазках, аэродинамические силы и сила сопротивления сматывания с бобины, сила тяги от нитепрокладчика и сила сопротивления уточного тормоза. В данной статье учитывается линейная плотность уточной нити, но не учитывается форма прижимной лапки тормоза уточной нити, а также материал тормозной пластины тормоза [5].

В статье профессора, доктора технических наук А.Б. Брут-Бруляко, и А.Н. Ступникова «Натяжение льняной уточной нити на станке СТБ» [2] дается анализ характера измерения натяжения уточной нити льняной пряжи за цикл прокладки на станках СТБ. В данной статье приводится разбивка заправки утка на несколько зон: 1) зона натяжения уточной нити в вершине баллона перед глазком; величина натяжения в этой зоне уточной нити зависит от линейной плотности уточной пряжи и скорости ее сматывания с бобины; 2) зона натяжения тормоза уточной нити. Действие лапки тормоза оказывает существенное влияние на натяжение уточной нити при ее прокладывании; 3) зона натяжения уточной нити создаваемого компенсатором, который создает запас уточной нити перед прокладыванием и выбирает излишек нити из зева в конце прокладывания

[2]. Но в данной статье нет упоминания о фрикционном взаимодействии нити утка с нитепроводящими деталями станка СТБ, в нашем случае, с тормозом уточной нити [2].

ВЫВОДЫ

1. Из рассмотренных работ следует, что вопросы повышения износостойкостинитепроводников, в том числе пластины уточного тормоза изучены недостаточно.
2. Создание рабочих органов повышенной износостойкости позволит получить экономический эффект за счет снижения затрат на запасные части и повышении качества продукции.
3. Из анализа представленных работ следует, что задача повышения износостойкости нитепроводящих деталей тормоза уточной нити, путем совершенствования формы, ранее не ставилась и ее решение представляет интерес для текстильной промышленности.

Литература

1. Худых М.И. Эксплуатационная надежность и долговечность оборудования текстильных предприятий. – М: легкая индустрия, 1980.
2. Брут-Бруляко А.Б., Ступников А.Н. Натяжение уточной нити на станке СТБ.- Изв. Вузов. Технология текстильной промышленности № 1-2003.
3. Андреева В.С., Ефремов Е.Д. О тормозе уточной нити ткацкого станка СТБ.- Изв. вузов. Технология текстильной промышленности №1-1971.
4. Степанов С.Г., Кочетов А.А. Уточный тормоз станка СТБ.- Изв. вузов. Технология текстильной промышленности № 6 (246) -1998.

5. Столяров А.Н., Мигушов И.И. К вопросу о длине петли и наладке тормоза уточной нити на ткацком станке СТБ.- Изв. вузов. Технология текстильной промышленности № 6 -1976. 61-62 с.
6. Олейникова Л.Н., Туваева А.А. Метод расчета натяжения растяжимой нити при рывке, возникающем в результате выбора слабины. Ив.- Изв. вузов Технология текстильной промышленности № 3- 1985.
7. Блинов А.П., Гордеев В.А., Блинов И.П. Торможение уточной нити на ткацких станках СТБ. Ив. - Изв. вузов. Технология текстильной промышленности №5.-1985.
8. Букалов Г.К. Развитие теории взаимодействия текстильного продукта с нитепроводящими рабочими органами и методов повышения их износостойкости. Дисс. на соиск. уч. степ. докт. техн. наук Г.К. Букалов – Кострома, 2001.
9. Е.В. Кривошеина, Г.К. Букалов, И.В. Сусоева «Анализ фрикционного взаимодействия уточной нити с деталями тормоза уточной нити станка СТБ».- Иваново. Изв. Вузов. Технология текстильной промышленности №5. 2012.
10. Донских А.А. Влияние микрогеометрии поверхности нитепроводника на трение нити. Ив.- Изв. Вузов Технология текстильной промышленности № 2 -1989. 95-99с.

E.V.Krivosheina, G.K.Bukalov