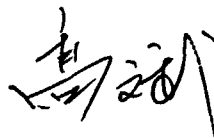


На правах рукописи



Гао Бинь

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРИБОЯ УТКА НА
МЕТАЛЛОТКАЦКИХ СТАНКАХ ПРИ ВЫРАБОТКЕ СЕТОК
ПОЛОТНЯНОГО ПЕРЕПЛЕТЕНИЯ

Специальность 05.19.02 -
Технология и первичная обработка
текстильных материалов и сырья

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Иваново 2003

Работа выполнена в государственном образовательном учреждении высшего профессионального образования "Ивановская государственная текстильная академия" (ИГТА).

Научный руководитель
кандидат технических наук, доцент

Суров Вадим Андреевич

Официальные оппоненты
доктор техн. наук, профессор
кандидат технических наук

Ерохин Юрий Филипович
Плюханова Татьяна Юрьевна

Ведущая организация:

ООО "Текстильмаш", г. Шуя Ивановской области

Защита состоится: "13" 11 2003 г. 10.00 часов
на заседании диссертационного совета Д 212.061.01 при Ивановской
государственной текстильной академии по адресу: 153000, г. Иваново,
пр. Ф. Энгельса, 21

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Ивановской
государственной текстильной академии.

Автореферат разослан "9" 10 2003 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета



Кулида Н.А.

2003-A
15634

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Металлоткачество – уникальная подотрасль, в технологических процессах которой сочетаются специфика образования ткацких переплетений и холодные методы обработки металлов. Металлотканые сетки используются в авиа- и ракетостроении, химической, абразивной, горной, радиоэлектронной, пищевой, бумажной промышленности, в порошковой металлургии и т. д.

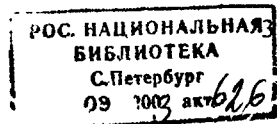
В связи с переходом экономики на современные рыночные отношения повысились требования к качеству и товарному виду вырабатываемых металросеток, особенно высокой точности и контрольных. К этим сеткам предъявляются высокие требования по допуску на стороны ячеек в свету (допуск на размеры ячеек металросеток высокой и сверхвысокой плотности имеет порядок $10^{-5} \dots 10^{-6}$ м). Практика показывает, что одним из основных факторов, влияющих на качество сетки, является правильное соотношение между силой прибоа, натяжениями основы и сформированной сетки в момент прибоа. В производстве это соотношение находится опытным путем, поскольку производители ткацких станков таких рекомендаций не дают. Более того, при проектировании металлоткацких станков возникают сложности по определению сил технологического сопротивления, в частности, для батанного механизма – силы сопротивления прибоа.

В связи с этим является актуальной задача анализа процесса формирования тканой металросетки, направленная на разработку программного обеспечения для определения исходных данных к проектным расчетам и рекомендаций непосредственным изготовителям сеток.

Цель и задачи работы. Целью диссертационной работы является разработка квазистатической модели процесса формирования сеток из металлических мононитей и определение силовых факторов, возникающих в процессе формирования сеток с заданными геометрическими характеристиками; разработка соответствующего программного обеспечения; разработка практических рекомендаций по модернизации металлоткацкого станка.

Исходя из поставленной цели сформулированы следующие основные задачи исследований:

- 1) выявить характеристики "напряжение – деформация" для мононитей, используемых в производстве тканых металлических сеток;
- 2) разработать математическую модель процесса деформации прово-



локи утка, позволяющую определить связь между геометрическими характеристиками его оси и усилиями, действующими со стороны проволок основы;

3) разработать математическую модель процесса деформации проволоки основы при прибое утка, позволяющую определить связь между высотой волны предыдущей уточины, с одной стороны, и геометрическими характеристиками оси основы, ее натяжением и силой прибоя – с другой;

4) оценить влияния требуемых параметров контрольных сеток на натяжение основы и силу прибоя, необходимые для обеспечения этих параметров.

Методика исследований. При решении поставленных задач применялись методы: сопротивления материалов, теории механизмов и машин, механики нити, дифференциального и интегрального исчисления, теории тканеформирования, математического моделирования и программирования.

Экспериментальные исследования проводились с применением методов физического моделирования и тензометрических измерений, при обработке результатов измерений использовались методы математической статистики.

Научная новизна

1. В квазистатической постановке разработана математическая модель процесса деформирования уточной металлической мононити сетки полотняного переплетения, позволяющая определить при принятых допущениях форму ее геометрической оси и возникающие силовые факторы.

2. Разработана математическая модель статики деформированной металлической мононити основы сетки полотняного переплетения, позволяющая определить ее натяжение и силу прибоя в предположении, что в момент прибоя формируется элемент сетки между двумя предшествующими подводимой уточинами.

3. Разработано алгоритмическое и программное обеспечение для автоматизированного расчета силовых и геометрических параметров основы и утка в процессе формирования металлотетки. Сравнение числовых расчетов с результатами проведенных другими авторами экспериментальных исследований показало приемлемость предложенной методики определения силы прибоя и натяжения основы в момент прибоя при изготовлении сеток из металлических мононитей.

4. Разработана упрощенная методика определения коэффициента трения в паре перекрещивающихся металлических мононитей. Для ряда

мононитей, используемых в металлоткачестве, с доверительной вероятностью 0.95 определены значения коэффициентов трения.

5. Для ряда мононитей, используемых в металлоткачестве, методом тензометрирования получены зависимости «растягивающее усилие – удлинение нити», после обработки которых построены зависимости «напряжение – относительная деформация» испытуемых образцов.

6. На основании анализа результатов исследования предложено направление модернизации механизма отпуска основы металлткацкого станка типа СТР.

Практическая ценность. Разработанная математическая модель статики прибора точной нити и программное обеспечение, позволяющие определить по требуемым параметрам сетки (размеру ячейки в свету, диаметрам и материалам проволок основы и утка) требуемую силу прибора и натяжение основы в момент прибора, предназначаются для использования при модернизации существующих и проектировании новых моделей металлткацких станков.

Полученные на основании результатов экспериментов механические характеристики ряда металлонитей могут быть использованы и при решении других производственных и научных задач.

Материалы диссертации используются в учебном процессе в курсах цикла ДС, дисциплины специализаций при подготовке студентов направления 651600 Технологические машины и оборудование (специальности 170700 Машины и аппараты текстильной и легкой промышленности) и направления 551800 Технологические машины и оборудование (специальности 551824 Машины и аппараты текстильной и легкой промышленности).

Апробация работы

Основные результаты диссертационной работы докладывались:

1. На межвузовской научно – технической конференции 23 – 25 апреля 2001 года, в г. Иваново, ИГТА.

2. На международной научно – технической конференции 21 – 24 мая 2001 года, в г. Иваново, ИГТА.

3. На международной научно – технической конференции 27 – 30 мая 2002 года, в г. Иваново, ИГТА.

4. На межвузовской научно – технической конференции 22 – 24 апреля 2003 года, в г. Иваново, ИГТА.

5. На расширенном заседании кафедры проектирования текстильных

машин ИГТА, г. Иваново, в 2003г.

Структура и объем работы

Диссертация состоит из 4 глав и заключения. Текст изложен на 157 страницах. В работе имеется 11 таблиц, 61 рисунок, список литературы, включающий 111 наименований, и 3 приложения.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Работа состоит из 4 глав, заключения и списка литературы.

В общей характеристике (глава 1) работы показывается актуальность темы диссертационной работы, сформулированы основные цели и задачи проведенных исследований, их научная новизна и практическая значимость, приведена апробация результатов работы.

Во второй главе дано описание объекта исследований – металлочных сеток, предъявляемые к ним требования, выполнен обзор исследований в области металлочкачества и области формирования тканей из натуральных и искусственных волокон.

Показано, что изучению вопросов проектирования оборудования металлочкацкого производства и технологии металлочкачества, уделяется недостаточное внимание исследователей.

С 1980 года в России этими вопросами практически более глубоко занимается только Ивановская государственная текстильная академия. Результаты этих исследований обобщены в трёх диссертационных работах – А.Н.Смирнова, А.А.Тувина, А.В.Чумикова.

А.Н.Смирнов впервые попытался увязать вопросы технологического плана с разработкой новой конструкции батанного механизма, в частности поставлен вопрос о необходимости двухкратного прибора металлоутка. А.В.Чумиковым продолжен анализ этой проблемы, показано, что целесообразнее иметь выстой батана в переднем положении. Проанализированы относящиеся к металлочкачеству работы других исследователей, в частности В.А.Сулова и соавторов.

Формирование металлосетки по своему принципу аналогично формированию тканей из натуральных и химических волокон. В этой связи в обзоре уделено внимание научному вкладу в теорию формирования ткани профессоров И.И.Мигушова, Г.В.Степанова, С.В.Ямщикова, Е.Д.Ефремова и других.

И.И.Мигушовым обобщены и углублены теоретические основы

нелинейной механики жесткой нити. Г.В.Степановым с учётом теории И.И.Мигушова разработана математическая модель строения ткани, позволяющая определить геометрические и силовые характеристики нитей в ткани. С.В.Ямщиковым изучалась зона формирования ткани, в том числе разработана база для математической модели прибора утка.

Анализ проведенных исследований показал, что практически не решена задача о необходимом усилии прибора и требуемом натяжении основы в металлоткачестве, дающих исходные данные для проектирования основных исполнительных механизмов ткацкого станка. При решении этой задачи по обоснованным моментам предложено изменить методику Г.В.Степанова и И.И.Мигушова с целью учета особенностей процесса ткачества из металлических монопнитей.

В третьей главе разрабатывается математическая модель статики деформированной уточной металлонити.

В процессе формирования тканой металлотетки уточная нить испытывает пластическую деформацию. Окончательную форму уточина принимает после подвода в зону формирования одной или нескольких последующих нитей утка. Деформация происходит под действием сил со стороны нитей основы.

Для решения поставленной задачи недостаточно знание только механических свойств материала металлонитей (предел упругости, предел прочности при растяжении, относительное удлинение и др.). Необходимо иметь зависимость $\sigma(\varepsilon)$ напряжения от относительной деформации растяжения – сжатия. Эта зависимость определяется многими факторами, в частности технологией протяжки проволоки, и в справочной литературе не приводится. В связи с этим она находилась экспериментальным методом, для чего использовался применяемый в текстильном материаловедении прибор профессора П.В.Мелентьева, дополненный необходимой регистрирующей системой – тензометрической установкой. Эксперименты проводились для проволоки из высоколегированной стали 12Х18Н10Т, малоуглеродистой стали 0, латуни Л – 80, бронзы Бр.ОФ 6.5 – 0.4. После обработки полученных осциллограмм найдены условные и действительные характеристики $\sigma(\varepsilon)$ испытываемых материалов. В аналитической форме действительные характеристики представлены в виде

$$\sigma(\varepsilon) = \begin{cases} a_1 + a_2\varepsilon + a_3\varepsilon^2 ; & \varepsilon_1 < \varepsilon \\ E\varepsilon ; & -\varepsilon_2 \leq \varepsilon \leq \varepsilon_2 \\ -a_1 + a_2\varepsilon - a_3\varepsilon^2 ; & \varepsilon < -\varepsilon_2 \end{cases} \quad (1)$$

где E – модуль упругости материала уточины ;

a_i – постоянные коэффициенты ;

ε_v – относительная деформация, соответствующая пределу упругости материала утка .

Результаты показали, что характеристики $\sigma(\varepsilon)$ зависят не только от свойств материала металлонитей, но и от диаметра образца. Это отмечается и в технической литературе.

В общем случае считается, что геометрическая ось нити утка имеет участок постоянной кривизны и участок, на котором кривизна изменяется от конечной величины при выходе из зоны контакта с основой до нуля в точке перегиба. В частных случаях тот или иной участок может отсутствовать (рис.1).

В общем случае зависимость радиуса кривизны геометрической оси элемента утка в первом приближении принимается в виде

$$r_s(\beta) = a / \beta^n, \quad 0 < \beta < \beta_1, \quad (2)$$

где β_1 – угловая длина участка нити переменной кривизны.

Очевидно, что

$$a = (r_o + r_s) \beta_1^n . \quad (3)$$

Проекции геометрической оси выделенного элемента нити на оси системы координат известны (L, H), тогда имеют место выражения:

$$\int_0^{\beta_1} r_s(\beta) \cos(\beta_1 + \beta_2 - \beta) d\beta + (r_o + r_s) \sin \beta_2 = L / 2, \quad (4)$$

$$\int_0^{\beta_1} r_s(\beta) \sin(\beta_1 + \beta_2 - \beta) d\beta + (r_o + r_s)(1 - \cos \beta_2) = H / 2, \quad (5)$$

где β_2 – угловая длина участка нити постоянной кривизны;

L – геометрическая плотность сетки по основе, мм;

H – высота волны изгиба геометрических осей уточных проволок.

Нормальные силы P , поперечные усилия Q и изгибающие моменты M в концевых сечениях выделенного элемента нити зависят от характеристики $\sigma(\varepsilon)$:

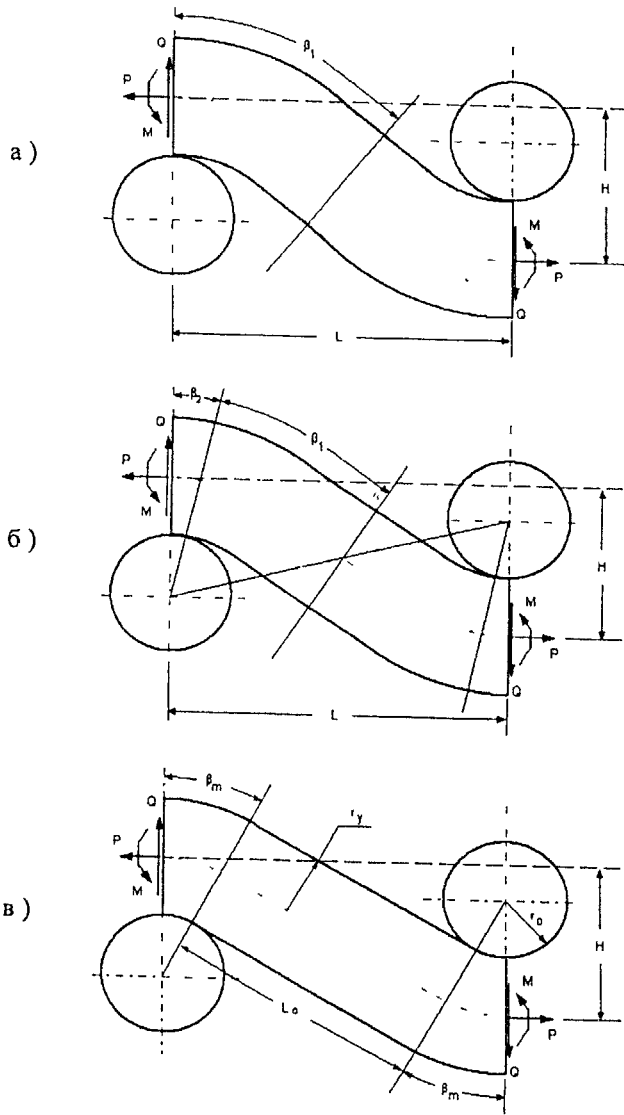


Рис.1

$$P = -2r_y^2 \int_0^\pi \sigma(\varepsilon) \sin^2 \theta d\theta , \quad (6)$$

$$M = -2r_y^3 \int_0^\pi \sigma(\varepsilon) \sin^2 \theta \cos \theta d\theta , \quad (7)$$

$$Q = (2M + PH) / L , \quad (8)$$

где θ – угловая координата текущего слоя нити .

Энергия, затрачиваемая на деформацию элемента утка:

$$\Pi = P \left[\int_0^{\beta_1 + \beta_2} r_1(\beta) d\beta - \frac{L}{2} \right] + \int_0^{\beta_1 + \beta_2} M(\beta) d\beta . \quad (9)$$

Данных уравнений достаточно для определения искомых величин, если принять, что на деформацию утка должно затрачиваться минимум энергии $\Pi = \Pi_{\min}$.

В результате численного решения полученной системы уравнений найдены, в частности, зависимости $Q(h)$ поперечной силы от высоты волны изгиба геометрической оси уточины для ряда контрольных сеток, в частности для сеток с различным отношением ширины ячейки к диаметру нитей и для сеток из проволок различного материала.

Аналогичные зависимости $Q(h)$ получены и для случая, когда в зоне между соседними нитями основы геометрическая ось уточины принимается прямолинейной.

Данные зависимости предназначены для определения геометрических и силовых характеристик проволоки основы.

В четвертой главе разрабатывается математическая модель статики деформированной металлонити основы.

При изучении процесса формирования тканой металлосетки необходимо иметь значение коэффициента трения в паре основа – уток. Экспериментально определялись коэффициенты трения ряда металлонитей. Лабораторная установка (рис.2) обеспечивала условия контакта двух перекрещивающихся нитей, близкие к существующим на ткацком станке.

Из системы уравнений движения закрепленных в концевых сечениях нити 1 (основа, огибающая под углом α поперечно натянутый уток 2) масс m_1 и m_2 , а также блока 3 получена зависимость коэффициента трения в паре перекрещивающихся нитей от параметров установки и времени t перемещения массы m_1 на пути H . В результате обработки результатов измерений с доверительной вероятностью 0.95 получены

следующие значения коэффициентов трения: $f = 0.250$ – латунь Л – 80 диаметром $d = 0.05$ мм; $f = 0.224$ – бронза Бр.ОФ 6.5-0.4, $d = 0.036$ мм; $f = 0.311$ – никель НО, $d = 0.032$ мм; $f = 0.158$ – высоколегированная теплостойкая сталь 12Х18Н10Т, $d = 0.15$ мм; $f = 0.192$ – низкоуглеродистая сталь 0, $d = 0.18$ мм; $f = 0.202$ – медь М1, $d = 0.25$ мм.

Разработана математическая модель статики системы основа – уток – бердо.

В общем случае предполагается, что геометрическая ось основы в зоне между подводимой и предыдущей уточинами имеет кривизну, изменяющуюся от конечной величины в сечении схода с уточины до нуля в сечении перегиба (рис.3).

Математическое описание радиуса кривизны геометрической оси нити основы принято в виде зависимости, используемой при анализе процесса деформации утка

$$r_s(\beta) = a / \beta^n, \quad 0 < \beta < \beta_{12}, \quad (10)$$

где $a = (r_o + r_s) \beta_{12}^n$.

β_{12} – угловая длина участка основы переменной кривизны.

Проецируя ось выделенного элемента на оси системы координат, получим

$$(d_o + d_s) \sin(\alpha + \beta_1) + 2 \int_0^{\beta_{12}} r_s(\beta) \cos(\beta_{12} + \beta_1 + \alpha - \beta) d\beta = L_1, \quad (11)$$

$$(d_o + d_s) \cos(\alpha + \beta_1) + 2 \int_0^{\beta_{12}} r_s(\beta) \sin(\beta_{12} + \beta_1 + \alpha - \beta) d\beta = h_{y1}. \quad (12)$$

Условия равновесия выделенного элемента основы определяются равенствами:

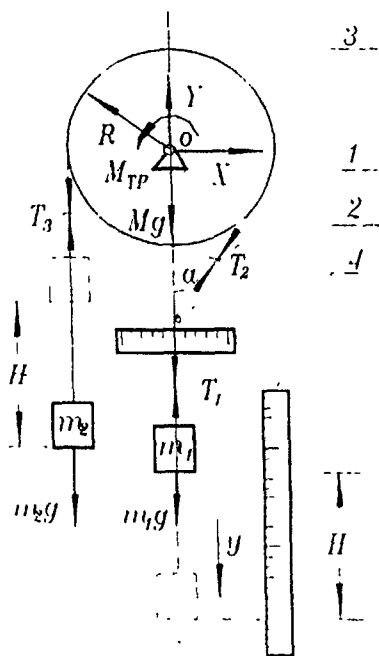


Рис.2

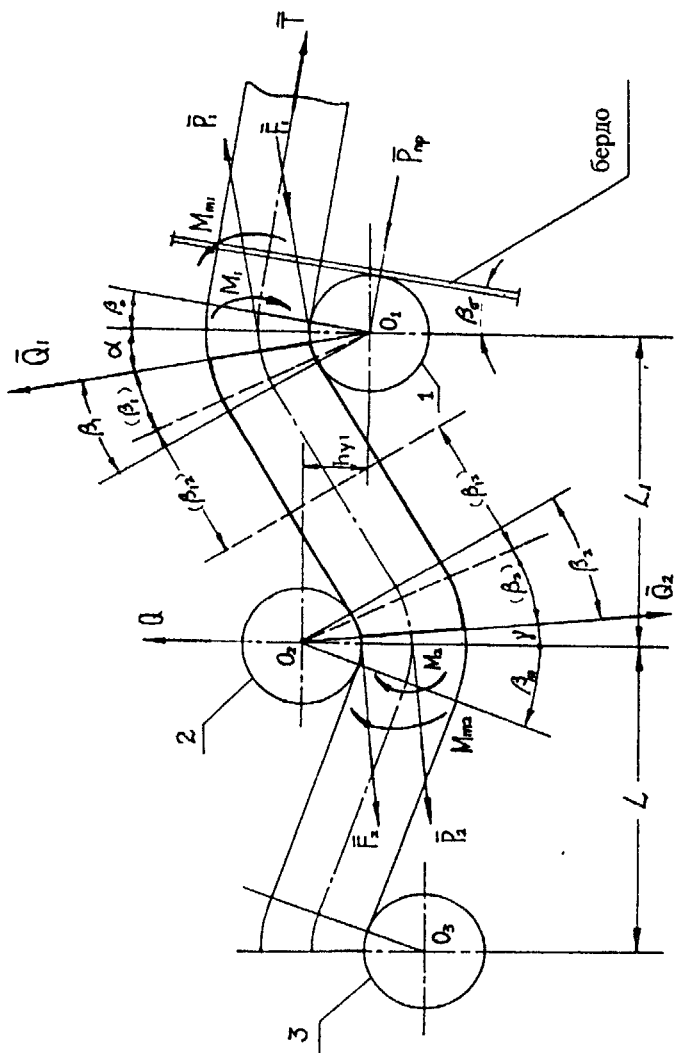


Рис. 3

$$\Sigma \bar{P}_i = 0, \quad \Sigma \bar{M}_i = 0 .$$

Нормальные силы и изгибающие моменты в концевых сечениях определяются выражениями, аналогичными (6), (7).

Зависимость $Q(h)$ поперечной силы от высоты волны геометрической оси уточины определена в главе 3.

На деформацию выделенного элемента основы будет затрачиваться энергия E :

$$E = \frac{1}{2} \int_0^{\beta_1 + \beta_2} M(\beta) d\beta + \frac{1}{2} \int_0^{\beta_1 + \beta_2} M(\beta) d\beta + \frac{P_1 \varepsilon_s(P_1) \cdot l_s}{2(1 + \varepsilon_s(P_1))} , \quad (13)$$

где ε_s – относительное удлинение геометрической оси основы;

l_s – длина геометрической оси элемента основы.

Для определения натяжения T основы в зоне опушка – ремизная рамка необходимо рассмотреть равновесие ее соответствующего элемента. Будем иметь

$$T = Q_1 \sin(\alpha + \beta_0) + (P_1 + Q_1 f) \cos(\alpha + \beta_0) , \quad (14)$$

где обозначения соответствуют рис.3.

Тогда усилие P_{np} прибора на одну нить верхней ветви зева

$$P_{np} = N_1 \sin(\alpha + \beta_0) + N_1 f \cos(\alpha + \beta_0), \quad N_1 = 2Q_1 . \quad (15)$$

Если иметь в виду, что на деформацию элемента основы затрачивается минимально возможное количество энергии, то имеющихся зависимостей достаточно для решения поставленной задачи.

Полученная система уравнений решается численными методами. В качестве примера на рис.4 приведены результаты расчета требуемого натяжения основы и силы прибора в зависимости от коэффициента трения в паре основа – уток при формировании сетки 04 пятой фазы строения из проволоки диаметром 0.25 мм различных материалов.

Результаты показывают, что увеличение коэффициента трения ведет к увеличению требуемой силы прибора и натяжения основы. Причем на силу прибора коэффициент трения оказывает влияние в большей степени, чем на натяжение основы. Увеличение ширины ячейки ведет к снижению требуемой силы прибора и натяжения основы. Подводимая уточина в процессе прибора не остается прямолинейной, деформируется, но в меньшей степени, чем предыдущая.

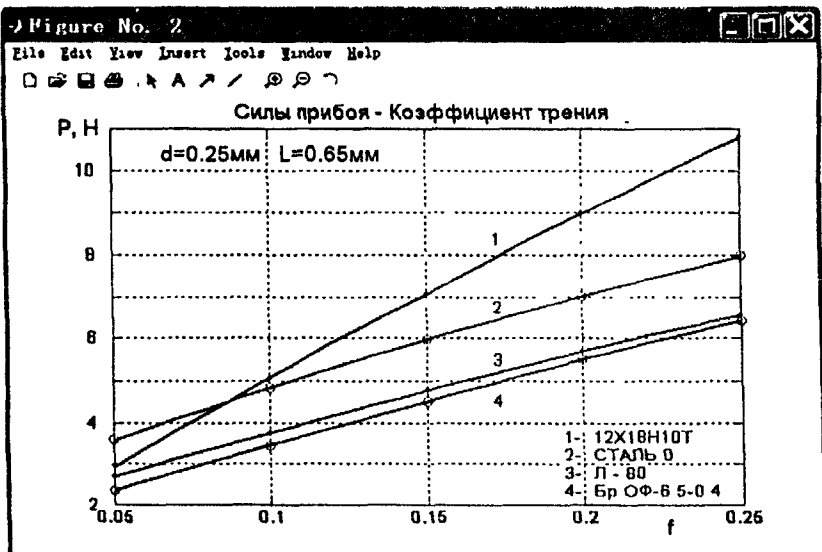
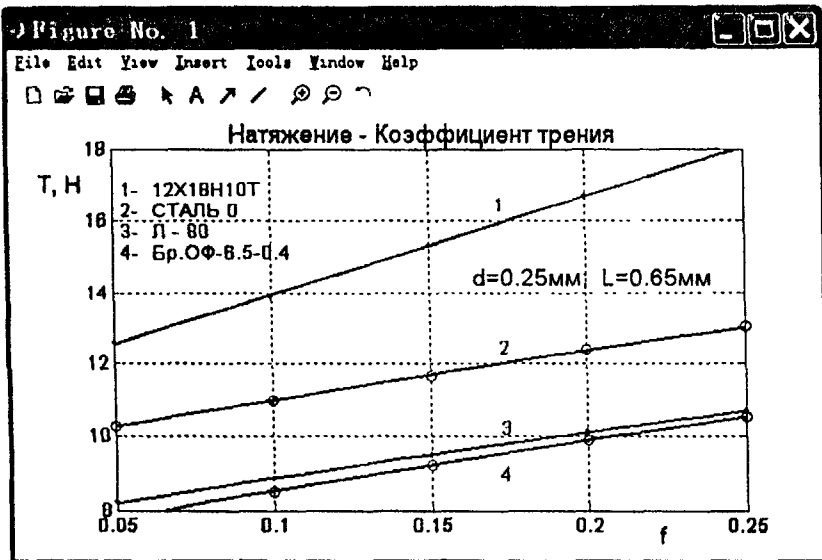


Рис. 4

Расчеты при допущении прямолинейности элемента основы в зоне между соседними уточинами дают завышенные результаты по натяжению основы и заниженные – по силе прибоа. Кроме того, допущение прямолинейности элемента основы не всегда приемлемо даже при приближенных расчетах.

На основании результатов исследований анализируется возможность обеспечения на станке регулирования двух каких – либо из трех взаимосвязанных параметров: натяжения основы в момент прибоа, силы прибоа, натяжения сетки. При прибое утка справедливо равенство

$$\bar{P}_{np} + \bar{T}_m = \bar{T}_o , \quad (16)$$

где \bar{P}_{np} – сила прибоа;

\bar{T}_m – натяжение сетки;

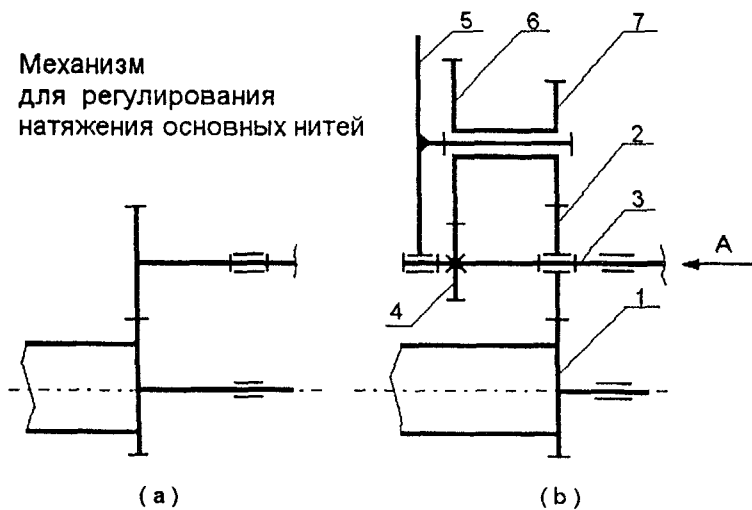
\bar{T}_o – натяжение основы.

Следовательно, процессом формирования сетки можно управлять, если обеспечить на станке регулирование двух величин, на пример, натяжение сетки и натяжение основы.

На металлотацких станках типа СТР установлены товарные регуляторы периодического действия негативного типа. Эти регуляторы позволяют обеспечить требуемое в момент прибоа натяжение сетки. Регуляторы основы на этих станках – периодического действия позитивного типа. С целью обеспечения наладки станка на требуемое в момент прибоа натяжение основы в конструкцию регулятора предлагается ввести планетарную передачу (рис.5). На поднавойном валу 3 жестко посажено солнечное колесо 4 и свободно – водило 5 и поднавойная шестерня 2. На водило свободно посажены спаренные шестерни 6, 7 – сателлиты. Свободный конец водила имеет нагрузочное устройство 8. До процесса прибоа водило заперто, система работает в режиме базовой конструкции. При подходе берда к опушке сетки запор 9 освобождает водило, под действием нагрузки оно поворачивается вокруг оси поднавойной шестерни, увеличивая натяжение основы до требуемой величины, зависящей от регулируемой нагрузки 8. Система работает как регулятор негативного типа. После прибоа запор 9 возвращает водило в исходное положение, тем самым сохраняется постоянство величины сматываемой за цикл основы.

Данное устройство принято к апробации Шуйским ООО "Текстильмаш".

Механизм
для регулирования
натяжения основных нитей



Вид А (повернуто)

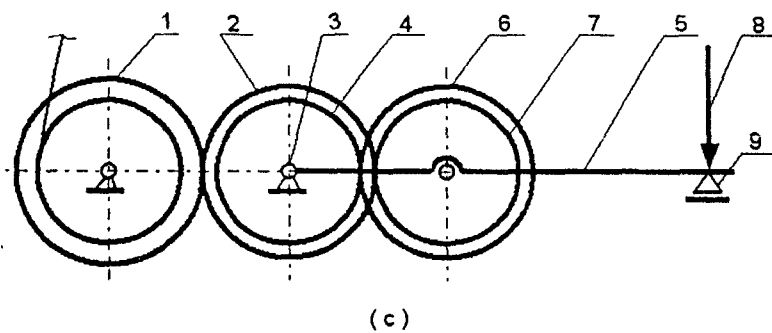


Рис. 5

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

Разработана методика определения натяжения основы и силы прибора, требуемых для изготовления тканой металлотетки полотняного переплетения заданной плотности и фазы строения. Тем самым определяется и требуемое в момент прибора натяжение сетки. Методика предназначена для использования в проектных расчетах при разработке металлткацких станков, для использования в системе САПР батанных механизмов этих станков. Методику рекомендуется использовать на предприятиях по производству металлических сеток при расчетах необходимого для изготовления той или иной сетки заправочного натяжения.

В рамках решения указанной комплексной задачи в диссертационной работе получены, в частности, следующие результаты:

1. С помощью тензометрической установки, в качестве основы в которой использовался применяемый в текстильном материаловедении прибор профессора П.В.Мелентьева, получены механические характеристики «растягивающее усилие – удлинение нити» для ряда металлических мононитей, используемых при производстве сеток (низкоуглеродистая сталь 0, высоколегированная теплостойкая сталь 12Х18Н10Т, латунь Л – 80, бронза Бр.ОФ-6.5-0.4, медь М1, никель НО). После обработки этих характеристик получены условные и действительные зависимости $b(\varepsilon)$ «напряжение – относительная деформация» испытуемых образцов. Результаты показывают, что эти зависимости определяются не только материалами, технологией протяжки, но и диаметром проволоки.

2. Разработана математическая модель квазистатики процесса деформации металлонити утка сетки полотняного переплетения, а также необходимое программное обеспечение, позволяющее определить как форму геометрической оси нити, так и силы взаимодействия в зоне контакта с нитями основы; связь между поперечными силами и высотой волны линии изгиба геометрической оси утка интерполируется квадратичными зависимостями.

3. Предложен экспериментально – аналитический метод определения коэффициента трения в паре перекрещивающихся металлонитей. С доверительной вероятностью 0,95 определены значения коэффициентов трения для пар одинакового материала (высоколегированная теплостойкая

сталь 12X18H10T, низкоуглеродистая сталь Ст.0, латунь Л – 80, бронза Бр.ОФ 6.5-0.4, медь М1, никель НО).

4. Разработана квазистатическая математическая модель процесса прибоя и уплотнения утка, а также необходимое программное обеспечение, позволяющее определить требуемое для создания сетки заданной фазы строения натяжение основы в момент прибоя и силы прибоя. Предполагалось, что при прибое окончательную форму принимает предыдущая уточина. Расчеты показали, что подводимая уточина также деформируется нитями основы, но несколько в меньшей степени.

На усилие прибоя и натяжение основы оказывает влияние величина коэффициента трения в паре основа – уток, причем на силу прибоя – в большей степени. Существенное влияние на усилие прибоя и натяжение основы оказывает характеристика $\sigma(\varepsilon)$ проволоки и плотность вырабатываемой сетки.

Сравнение результатов расчётов с экспериментальными данными показывает, что предлагаемая методика расчета усилия прибоя и натяжения основы может быть приемлемой для решения соответствующих задач.

5. Предложено направление модернизации регулятора основы металлткацких станков типа СТР, позволяющее обеспечить в момент прибоя требуемое натяжение основы. Так как натяжение сетки в момент прибоя обеспечивается существующей конструкцией товарного регулятора, то, обеспечивая требуемое натяжение основы, мы тем самым обеспечиваем и требуемое усилие прибоя.

Материалы диссертационной работы отражены в следующих публикациях:

1. Смирнов А.Н., Тувин А.А., Баталин И.С., Гао Бинь. Исследования технологии и оборудования в металлткачестве //Вестник Ивановской государственной текстильной академии. – 2001. – № 1. – С.122 – 124.

2. Суров В.А., Гао Бинь. Статический анализ процесса прибоя утка при формировании тканой металлотетки //Современные наукоемкие технологии и перспективные материалы текстильной и лёгкой промышленности: Тезисы докладов международной научно – технической конференции. 21 – 24 мая 2001 года. – Иваново: ИГТА, 2001. – С.271 – 272.

3. Гао Бинь, Суров В.А. Статика деформированной уточины металлотетки //Молодые ученые – развитию текстильной и лёгкой промышленности: Материалы межвузовской научно – технической конференции

аспирантов, магистрантов и студентов. 23 – 25 апреля 2001 года. – Иваново: ИГТА, 2001. – С.304 – 305.

4. Суров В.А., Панов В.С., Гао Бинь. К определению жесткости тканой металлотетки //Современные наукоемкие технологии и перспективные материалы текстильной и лёгкой промышленности: Тезисы докладов международной научно – технической конференции. 27 – 29 мая 2002 года. – Иваново: ИГТА, 2003. – С.318–319.

5. Гао Бинь. Определение коэффициента трения скольжения в паре перекрещивающихся металлонитей //Молодые ученые – развитию текстильной и лёгкой промышленности: Материалы межвузовской научно – технической конференции аспирантов, магистрантов и студентов. 22 – 24 апреля 2003 года. – Иваново: ИГТА, 2003. – С.370–371.

6. Gao Bin, V.A.Surov. Static analysis of weft of metallic fabric. //Journal of Zhongyuan Institute of Technology. – 2002. – № 1. – P.40-43. (PRC). (на китайском языке)

7. Gao Bin, Xu Hongwei. About production and equipment of metallic fabric in the world//Mechanical Research and Application. – 2002. – № 2. – P.76–77. (PRC). (на китайском языке)

8. Гао Бинь, Суров В.А. Статика деформированной уточной металлотети //Технология текстильной промышленности. Известия вузов. – 2002. – № 3. – С.85 – 88.

9. Гао Бинь, Суров В.А. Статика системы основа–уток–бердо при формировании тканой металлотетки //Технология текстильной промышленности. Известия вузов. – 2002. – № 4/5. – С.132 – 135.

2003-A
15634

№ 15634

Лицензия ИД № 06309 от 19.11.2001. Подписано в печать 29.09.2003

Формат 1/16 60x84. Бумага писчая. Плоская печать.

Усл.печ.л. 1,16. Уч. – изд. л. 1,11. Тираж 80 экз. Заказ № 3206

Редакционно-издательский отдел ИГТА

Участок оперативной полиграфии ИГТА

153000 г. Иваново, пр. Ф.Энгельса, 21